

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 389 980 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **01.06.94**

(51) Int. Cl.⁵: **H01J 65/04**

(21) Anmeldenummer: **90105531.9**

(22) Anmeldetag: **23.03.90**

(54) **Hochleistungsstrahler.**

(30) Priorität: **29.03.89 CH 1140/89**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.10.90 Patentblatt 90/40

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
01.06.94 Patentblatt 94/22

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 254 111
US-A- 4 038 577
US-A- 4 266 167

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

(72) Erfinder: **Mecktersheimer, Günter, Dr.**
Oberdorfstrasse 25
CH-5415 Nussbaumen(CH)

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

EP 0 389 980 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

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

5 Die Erfindung nimmt dabei Bezug auf einen Stand der Technik, wie er sich etwa aus der EP-A 254 111, oder der älteren EP-A-385205 ergibt.

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.
10 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.

In der eingangs genannten EP-Patentanmeldung 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
20 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.

Der Aufbau eines derartigen Excimerstrahlers entspricht bis hin zur Stromversorgung weitgehend dem eines klassischen Ozonerzeugers, mit dem wesentlichen Unterschied, dass mindestens eine der den
25 Entladungsraum begrenzenden Elektroden und/oder Dielektrikumsschichten für die erzeugte Strahlung durchlässig ist.

Die genannten Hochleistungsstrahler zeichnen sich durch hohe Effizienz, wirtschaftlichen Aufbau aus und ermöglichen die Schaffung grosser Flächenstrahler, mit der Einschränkung, dass grossflächige Flachstrahler einen eher grossen technischen Aufwand erfordern. Bei der Bestrahlung ebener Flächen mit
30 Rundstrahlern hingegen wird ein nicht unbeachtlicher Anteil der Strahlung durch Schattenwirkung der Innenelektrode nicht ausgenützt.

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für UV- oder VUV-Strahlung, zu schaffen, der sich insbesondere durch hohe Effizienz auszeichnet, wirtschaftlich zu fertigen ist und den Aufbau sehr grosser Flächenstrahler ermöglicht.

35 Zur Lösung dieser Aufgabe bei einem Hochleistungsstrahler der eingangs genannten Gattung ist erfindungsgemäss vorgesehen, dass die Elektroden als in Rohrlängsrichtung verlaufende, räumlich voneinander in Rohrumfangsrichtung distanzierte Metallstreifen, Metalldrähte oder Metallbeschichtungen ausgebildet sind, wobei die eine Elektrode mit dem einen Pol die andere Elektrode mit dem anderen Pol der Wechselstromquelle verbunden sind.

40 Mit derart ausgebildeten Strahlerelementen lassen sich grossflächige Strahler modular aufbauen, bei denen beliebige Geometrien aus unter sich gleichartigen oder ähnlichen, jeweils in sich abgeschlossenen Entladungsröhrchen zusammengesetzt werden können. Die elektrische Kontaktierung der Einzelelemente erfolgt seitlich an der Aussenseite der Rohre, so dass die Lichtemission kaum behindert ist. Durch partielle Verspiegelung an der Aussenseite der Rohre kann der Ausnutzungsgrad der erzeugten Strahlung verbessert
45 werden.

Die Vorteile der Erfindung stellen sich wie folgt dar:

Einfache und kostengünstige Realisierung des abgeschlossenen Entladungsvolumens möglich. Gleichartige Grundelemente (Rohre) für alle Geometrien, grosse Flächen durch entsprechende Anzahl Röhrchen leicht realisierbar.

50 Gute Stabilität des Entladungsvolumens bei Verwendung von relativ robusten Röhren mit kleinem Durchmesser.

Aufgrund der i.a. grossen Anzahl von jeweils in sich abgeschlossenen Röhren ist der Ausfall einzelner Elemente (z.B. wegen Verschmutzung des Gases oder der Quarzoberfläche, Lecks) weniger kritisch.

Die gesamte Anordnung kann ein breites Wellenlängenspektrum abdecken, indem man Rohre mit
55 unterschiedlichen Gasfüllungen verwendet. Man muss für die einzelnen Rohre nur die (Quarz-) Qualität nehmen, die für die Transmission der erzeugten Strahlung gerade notwendig bzw. optimal ist. Dies kann je nach gewünschtem Wellenlängenspektrum zu beträchtlichen Einsparungen an Materialkosten führen.

Das Licht wird an einer Stelle aus den Röhren ausgekoppelt, die kaum von der Entladung beaufschlagt ist. Es sind keine transparenten Elektroden notwendig.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt; darin zeigt

- Fig.1 Ein erstes Ausführungsbeispiel eines Hochleistungsstrahlers mit einer Vielzahl nebeneinander-
 5 liegender kreisrunder Dielektriksröhre im Querschnitt;
 Fig.2 eine vereinfachte Draufsicht auf den Strahler nach Fig.1, zur Verdeutlichung der elektrischen
 Anspeisung;
 Fig. 3 eine Ausführungsform eines Flachstrahlers mit auf eine Kante gestellten Dielektrikumsrohren
 mit Rechteckprofil und gekühlten Elektroden;
 10 Fig.4 eine Ausführungsform eines Flachstrahlers analog Fig.3 jedoch mit auf eine Flachseite gestell-
 ten Dielektrikumsrohren mit Rechteckprofil und Drahtelektroden.

In Fig. 1 sind Rohre 1 aus dielektrischem Material, insbesondere Glas oder Quarz, etwa zur Hälfte je in
 eine Giessmasse 2 aus Isoliermaterial, z.B. Silikonkautschuk, eingebettet. Jedes Rohr 1 ist mit je zwei in
 Rohrlängsrichtung verlaufenden, in Umfangsrichtung voneinander distanzierenden, streifenförmigen Metallisie-
 15 rungen 3 bzw. 4 als Elektrode versehen. Diese bestehen z.B. aus aufgedämpftem Aluminium und wirken
 gleichzeitig als Reflektoren. Die Metallisierungen 3, 4 liegen vollständig innerhalb der Giessmasse 2. Die
 elektrische Kontaktierung erfolgt seitlich an der Aussenseite der Rohre 1, z.B. durch mit eingegossene
 Kontaktelemente 5 (Fig. 2) welche die Rohre 1 in Rohrlängsrichtung überragen, wobei sich die Kontaktele-
 mente 5 jeder Elektrode 3, 4 jeweils am entgegengesetzten Rohrende befinden.

Jedes aus einem Rohr 1 mit Elektroden 3, 4 sowie Kontaktelementen und Giessmasse bestehendes
 20 Modul 6 ist dicht an dicht gepackt auf einer Trägerplatte 7 angeordnet. Die Trägerplatte kann direkt durch
 ein durch Kühlbohrungen 8 hindurchleitbares Kühlmittel direkt oder indirekt gekühlt werden. Eine andere
 Kühlmöglichkeit besteht im Miteingiessen von Kühlrohren 19, welche die Metallisierungen berühren. Wie
 aus der schematischen Draufsicht der Fig. 2 hervorgeht, erfolgt die Anspeisung der Einzelstrahler aus einer
 25 Wechselstromquelle 9, deren Pole abwechselnd an die unmittelbar nebeneinanderliegenden miteinanderver-
 bundenen Kontaktelemente 5 an beiden Rohrenden angeschlossen sind.

Die Rohre 1 sind an beiden Enden verschlossen. Das Innere der Rohre, der Entladungsraum 10, ist mit
 einem unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Gas/Gasgemisch gefüllt. Die Wechselstrom-
 quelle 9 entspricht grundsätzlich jenen, wie sie zur Anspeisung von Ozoneerzeugern verwendet werden.
 30 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 und Zusammensetzung des Füllgases.

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

Je nach gewünschter spektraler Zusammensetzung der Strahlung kann dabei eine Sub-
 stanz/Substanzgemisch gemäss nachfolgender Tabelle Verwendung finden:

Füllgas	Strahlung
Helium	60 - 100 nm
Neon	80 - 90 nm
Argon	107 - 165 nm
Argon + Fluor	180 - 200 nm
45 Argon + Chlor	165 - 190 nm
Argon + Krypton + Chlor	165 - 190, 200 - 240 nm
Xenon	160 - 190 nm
Stickstoff	337 - 415 nm
Krypton	124, 140 - 160 nm
50 Krypton + Fluor	240 - 255 nm
Krypton + Chlor	200 - 240 nm
Quecksilber	185, 254, 320-370, 390-420 nm
Selen	196, 204, 206 nm
Deuterium	150 - 250 nm
55 Xenon + Fluor	340 - 360 nm, 400 - 550 nm
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, J₂, Br₂, Cl₂ oder eine Verbindung die in der Entladung ein oder mehrere Atome F, J, Br oder Cl abspaltet;
- ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) oder Hg mit O₂ oder einer Verbindung, die in der Entladung ein oder mehrere O-Atome abspaltet;
- 5 - 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 und deren Eigenschaften, Druck und/oder Temperatur im Entladungsraum optimal eingestellt werden.

Bei Anliegen einer Wechselspannung zwischen den Elektroden 3 und 4 bildet sich eine Vielzahl von Entladungskanälen 11 (Teilentladungen) im Entladungsraum 10 aus. Diese treten mit den Atomen/Molekülen des Füllgases in Wechselwirkung, was schlussendlich zur UV oder VUV-Strahlung führt.

Anstelle von dielektrischen Rohren 1 mit kreisrundem Querschnitt können auch Glas- oder Quarzrohre mit anderen Geometrien, z.B. Rohre mit Rechteckprofil verwendet werden. Fig. 3 veranschaulicht eine Variante mit auf eine Kante gestellter, in Giessmasse 2 bis zur benachbarten Kante eingebetteter Rohre 12 mit quadratischem Querschnitt.

Abweichend zur Ausführungsform nach Fig. 1 sind hier die Elektroden 13, 14 nicht als streifenförmige Metallisierungen, sondern als Blechstreifen ausgebildet, welche mit in die Giessmasse 2 eingegossen sind. Diese Massnahme lässt sich selbstverständlich auch bei der Anordnung nach Fig. 1 treffen. Zusätzlich sind an den den Rohren 12 abgewandten Seiten der Blechstreifen 13, 14 Kühlrohre 15, 16 befestigt, durch welche ein Kühlmittel geführt werden kann. Verwendet man eine nichtleitende Kühlflüssigkeit, so können aus Metall bestehende Rohre 15, 16 die Funktion der Elektroden 13, 14 mitübernehmen, eigene Blechstreifen 13, 14 sind dann entbehrlich. Auf diese Weise kann - muss aber nicht - die Kühlung der Strahlermodule über die Trägerplatte 7 entfallen, auf welcher die Module 6 dicht aneinandergereiht befestigt sind.

Eine weitere, auch zusätzlich anzuwendende Kühlmöglichkeit besteht darin, in der Giessmasse in Rohrlängsrichtung verlaufende Kühlkanäle, z.B. durch Miteingießen von Rohren 15a, vorzusehen.

In Fig. 4 sind dielektrische Rohre 17 aus Glas oder Quarz mit Rechteckprofil hochkant in die Giessmasse 2 eingebettet. In dieser Variante ist eine weitere Möglichkeit der Ausbildung der Elektroden veranschaulicht, nämlich in die Giessmasse 2 miteingegossene dicht nebeneinanderliegende, in Rohrlängsrichtung verlaufende Drähte 18. Analog Fig.3 können anstelle von Drähten dünnen Metallrohre 19 verwendet werden, durch welche eine nichtleitende Kühlflüssigkeit geleitet werden kann, wie es im rechten Modul der Fig.4 veranschaulicht ist.

Bei den Ausführungsformen nach Fig. 3 und 4 erfolgt die elektrische Verbindung der Module 6 untereinander sowie deren Verbindung mit der Wechselstromquelle 9 analog Fig. 2.

Es versteht sich von selbst, dass neben dielektrischen Rohren mit rundem oder rechteckigem Querschnitt auch solche mit anderen Querschnittformen, z.B. hexagonal, verwendet werden können. Auch kann die Trägerplatte 7 in einer Richtung gekrümmt, z.B. Kreisbogenform, aufweisen, oder die Module sind an der Innen oder Aussenfläche eines Rohres angeordnet.

Um UV- oder VUV-Licht zu erzeugen, das ein breites Wellenlängenspektrum abdeckt, können die Rohre der einzelnen Module 6 mit unterschiedlichen Gasfüllungen/Gasdruck gefüllt sein.

Patentansprüche

1. Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem Entladungsraum (10), der mit unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Füllgas gefüllt ist, dessen Wandungen durch ein dielektrisches strahlungsdurchlässiges Rohr (1; 12; 17) gebildet ist, das auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit ersten und zweiten Elektroden (3,4; 13,14; 18) versehen ist, und mit einer Wechselstromquelle (9) zur Speisung der Entladung, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden als in Rohrlängsrichtung verlaufende, räumlich voneinander in Rohrumfangsrichtung distanzierte Metallstreifen (13, 14), Metalldrähte (18) oder Metallbeschichtungen (3, 4) ausgebildet sind, wobei die eine Elektrode mit dem einen Pol, die andere Elektrode mit dem anderen Pol der Wechselstromquelle (9) verbunden sind.
2. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das dielektrische Rohr (1; 12; 17) teilweise in eine elektrisch isolierende Giessmasse (2) eingebettet ist.
3. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei streifen- (13,14) oder drahtförmigen Elektroden (18) diese in das Giessmaterial (2) eingelegt oder in dieses miteingegossen sind.

4. Hochleistungsstrahler nach Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Giessmasse (2) Kühlkanäle (15,15a) eingebettet sind.
- 5 5. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass den Elektroden (3,4;13,14;18) Kühlvorrichtungen (15, 16; 19) zugeordnet sind, die in unmittelbarem thermischen Kontakt zu den Elektroden stehen.
6. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei streifenförmigen Elektroden (13,14) die Kühlvorrichtung als mit der Elektrode verbundene Kühlröhre (15,16) ausgebildet sind.
- 10 7. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1,2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden als Kühlkanäle (15,16;19) ausgebildet sind.
- 15 8. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mehreren Strahlern (6) eine gemeinsame Grundplatte (7) zugeordnet ist, die entweder unmittelbar oder mittelbar kühlbar ist.

Claims

- 20 1. A high-power radiation device, in particular for ultraviolet light, with a discharge chamber(10) which is filled with a filling gas emitting radiation under discharge conditions, the walls of which are formed by a dielectric tube (1; 12; 17) permeable to radiation, which is provided on its surface facing away from the discharge chamber with first and second electrodes (3,4; 13,14; 18), and with an alternating current source (9) to supply the discharge, characterised in that the electrodes are constructed as metal strips
25 (13,14), metal wires (18) or metal coatings (3,4) running in the longitudinal direction of the tube and spaced apart from each other in the circumferential direction of the tube, in which one electrode is connected with one pole, and the other electrode is connected with the other pole of the alternating current source (9).
- 30 2. A high-power radiation device according to Claim 1, characterised in that the dielectric tube (1; 12; 17) is partially embedded into an electrically insulating casting material (2).
3. A high-power radiation device according to Claim 2, characterised in that in the case of electrodes in strip form (13,14) or in wire form (18), these are placed into the casting material (2) or are cast into it.
- 35 4. A high-power radiation device according to Claims 2 or 3, characterised in that cooling channels (15,15a) are embedded in the casting material (2).
- 40 5. A high-power radiation device according to Claims 1 to 3, characterised in that cooling devices (15,16;19) are associated with the electrodes (3,4;13,14;18), which are in direct thermal contact with the electrodes.
- 45 6. A high-power radiation device according to Claim 4, characterised in that in the case of electrodes in strip form (13,14) the cooling device is constructed as cooling pipes (15,16) connected with the electrode.
7. A high-power radiation device according to Claim 1,2 or 4, characterised in that the electrodes are constructed as cooling channels (15,16;19).
- 50 8. A high-power radiation device according to one of Claims 1 to 7, characterised in that a common base plate (7), which is able to be cooled either directly or indirectly, is associated with several radiation devices (6).

Revendications

- 55 1. Projecteur à haute puissance, en particulier pour la lumière ultraviolette, comportant une chambre de décharge (10) qui est remplie de gaz de remplissage émettant du rayonnement dans des conditions de décharge, dont les parois sont formées par un tube diélectrique perméable au rayonnement (1; 12; 17),

ledit tube étant pourvu de premières et de secondes électrodes (3, 4; 13, 14; 18) sur sa surface opposée à sa chambre de décharge, et comportant une source de courant alternatif (9) pour alimenter la décharge, caractérisé en ce que les électrodes sont formées de bandes métalliques (13, 14), de fils métalliques (18) ou d'enduits métalliques (3, 4) s'étendant dans la direction longitudinale du tube, à distance l'une de l'autre en direction circonférentielle du tube, l'une des électrodes étant reliée à l'un des pôles de la source de courant alternatif (9) et l'autre électrode à l'autre pôle.

2. Projecteur à haute puissance selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube diélectrique (1; 12; 17) est partiellement enrobé par une masse coulée (2) électriquement isolante.

3. Projecteur à haute puissance selon la revendication 2, caractérisé en ce que lorsque les électrodes sont en forme de bandes (13, 14) ou de fils (18), celles-ci sont insérées dans la masse coulée (2) ou bien sont coulées avec celle-ci.

4. Projecteur à haute puissance selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que des canaux de refroidissement (15, 15a) sont encastrés dans la masse coulée (2).

5. Projecteur à haute puissance selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'aux électrodes (3, 4; 13, 14; 18) sont associés des dispositifs de refroidissement (15, 16; 19) qui sont en contact thermique direct avec les électrodes.

6. Projecteur à haute puissance selon la revendication 4 caractérisé en ce que pour les électrodes en forme de bandes (13, 14), le dispositif de refroidissement est réalisé sous la forme de tube de refroidissement (15, 16) relié à l'électrode.

7. Projecteur à haute puissance selon la revendication 1, 2 ou 4, caractérisé en ce que les électrodes sont réalisées sous forme de canaux de refroidissement (15, 16; 19).

8. Projecteur à haute puissance selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'à plusieurs projecteurs (6) est associée une plaque de base (7) commune qui peut être refroidie directement ou indirectement.

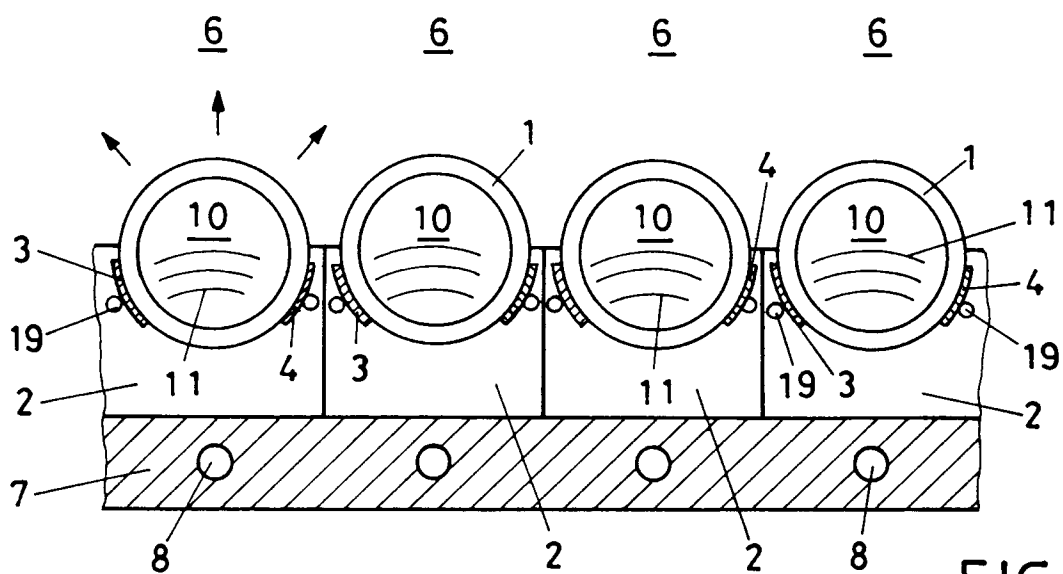


FIG.1

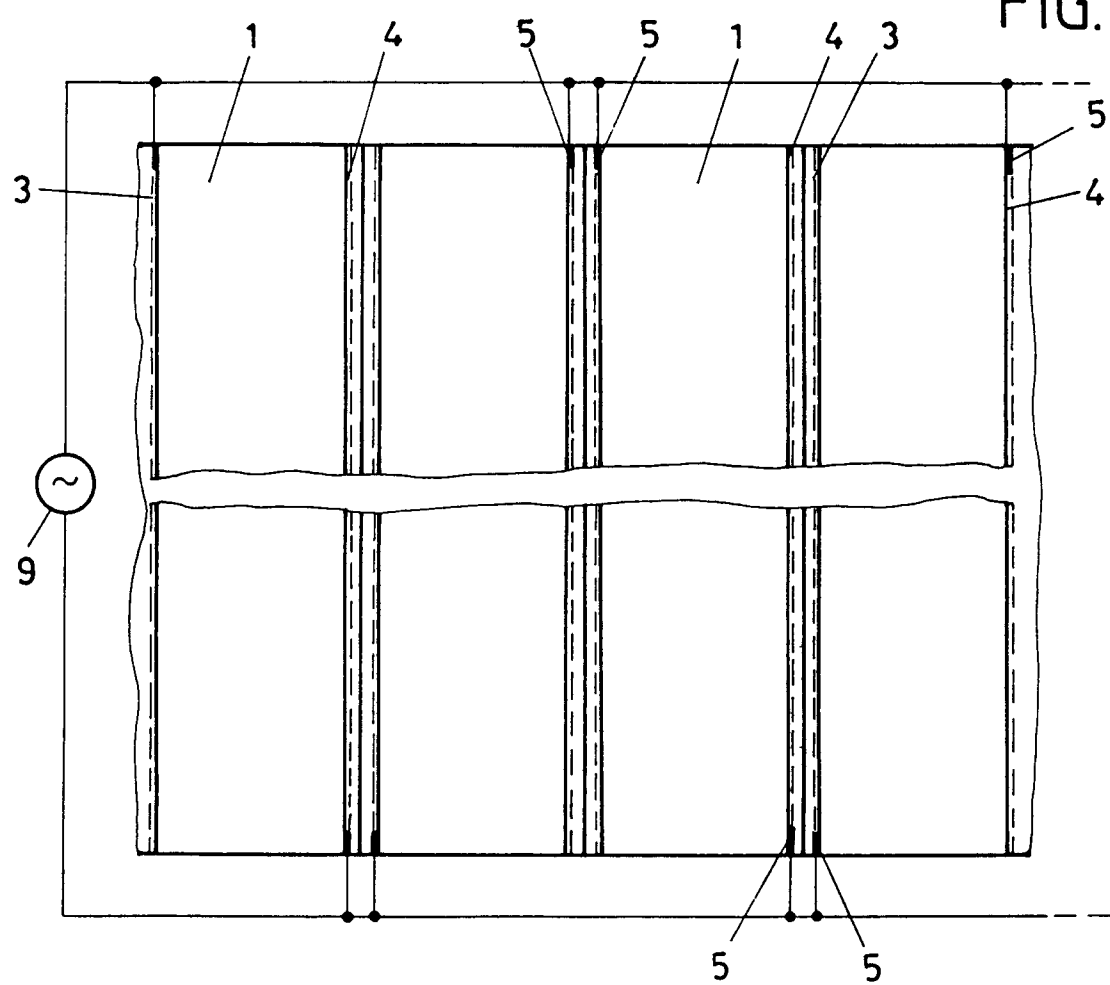


FIG. 2

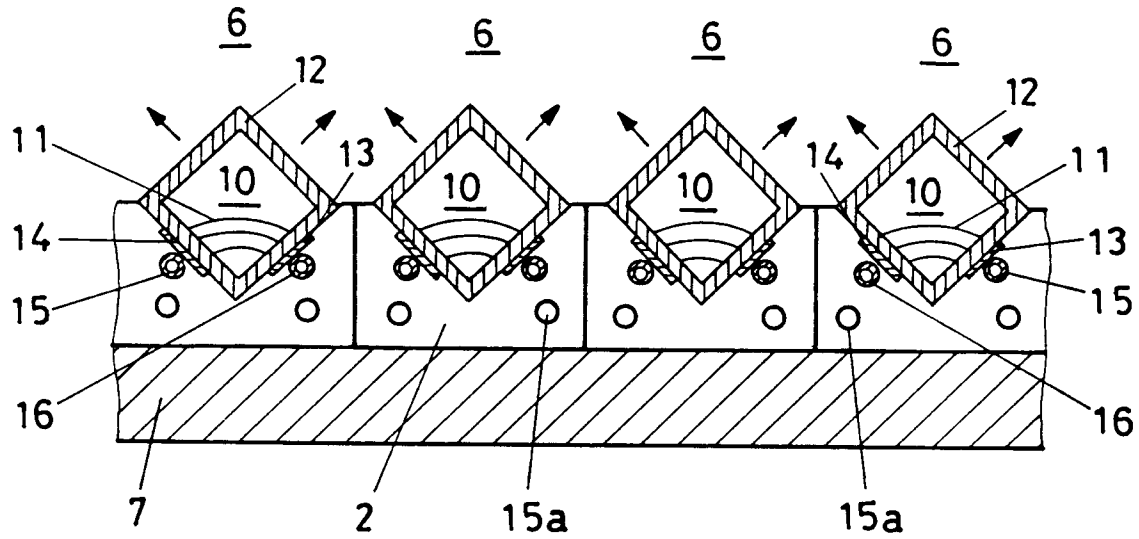


FIG. 3

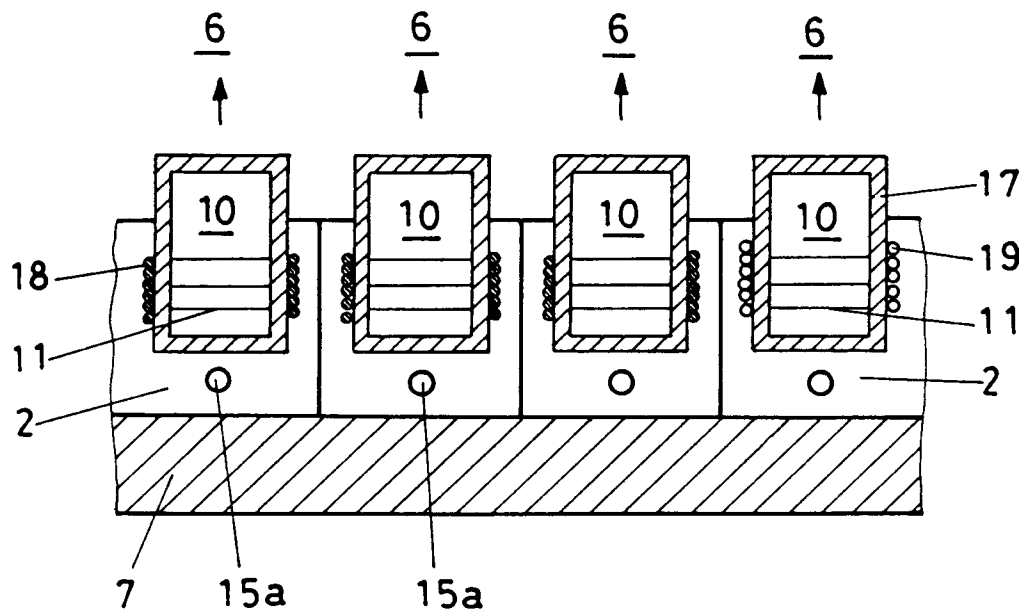


FIG. 4