

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 489 184 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90123090.4**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01J 65/04**

(22) Anmeldetag: **03.12.90**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.06.92 Patentblatt 92/24**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71) Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**  
**Haselstrasse**  
**CH-5401 Baden(CH)**

(72) Erfinder: **Kogelschatz,, Ulrich, Dr.**  
**Obere Parkstrasse 8**  
**CH-5212 Hausen(CH)**  
Erfinder: **Von Arx, Christoph**  
**Untere Hardegg 25**  
**CH-4600 Olten(CH)**

(54) **Hochleistungsstrahler.**

(57) Bei der Kühlung von UVHochleistungsstrahlern ist die Kühlung der auf Hochspannungspotential liegenden Innenelektroden (5) insofern kritisch, als hierfür vollentsalztes Wasser oder Öl verwendet werden muss. Da für die Aussenkühlung ohnehin ein Kühlkörper (9) verwendet werden muss, wird dieser zugleich als Wärmetauscher für die Innenkühlung herangezogen.

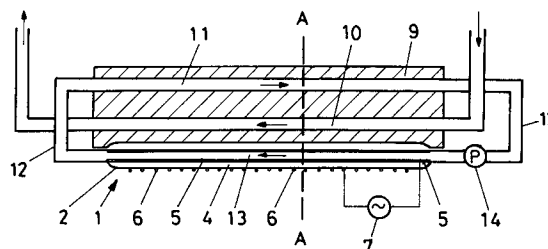


FIG.1

EP 0 489 184 A1

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem Entladungsraum, der mit einem Füllgas gefüllt ist, das unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendet, gebildet durch den Innenraum eines gekühlten Hohlkörpers aus einem für die erzeugte Strahlung durchlässigem Material, mit von den Innenwänden des Hohlkörpers distanzierenden und mit Kühlkanälen versehenen Dielektrikumsrohren, in welche Innenelektroden eingebettet oder eingelegt sind, mit einer Hochspannungsquelle zur Speisung der Entladung.

Die Erfindung nimmt dabei Bezug auf einen Stand der Technik, wie er sich etwa aus der EP-Anmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 0 363 832 ergibt.

## Technologischer Hintergrund und Stand der Technik

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. Sie sind zur Zeit 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 grösstenteils eingesetzt wird. In den nur kurzzeitig (einige Nanosekunden) vorhandenen Stromfilamenten dieser Entladung werden durch Elektronenstoss Edelgasatome angeregt, die zu angeregten Molekülkomplexen (Excimeren) weiterreagieren. Diese Excimere leben nur einige Nanosekunden und geben beim Zerfall ihre Bindungsenergie in Form von Strahlung ab, deren Wellenlängenbereich je nach Zusammensetzung des Füllgases im UVA, UVB, UVC und VUV oder auch im sichtbaren Spektralbe-

reich liegen kann.

In der jüngsten Vergangenheit hat die Nachfrage nach derartigen Hochleistungsstrahlern zugenommen, weil die besonderen Eigenschaften des Strahlers viele neue Anwendungsgebiete in der chemischen und physikalischen Verfahrenstechnik, im grafischen Gewerbe, für Beschichtungen etc. eröffnet haben.

Neben einer optimalen Auslegung des Strahlers hinsichtlich Dielektrikumsmaterial, Spaltweite, Druck, Temperatur und Zusammensetzung des Einsatzgases ist auch die wirksame Kühlung des Strahlers mitentscheidend für seinen wirtschaftlichen Einsatz. Bei den bekannten Strahlern wird regelmässig die auf Erdpotential liegende Aussenelektrode gekühlt. Optional ist auch eine Kühlung der (auf Hochspannungspotential liegenden) Innenelektrode vorgesehen, wobei lediglich ausgeführt wird, dass durch die hohle Innenelektrode ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmittel geleitet wird. Aufgrund der Potentialverhältnisse muss bei Flüssigkeitskühlung ein Kühlmittel verwendet werden, das einen sehr kleinen Leitwert, z.B. vollentsalztes Wasser, oder Öl, aufweist. Zudem muss aus ökonomischen Gründen die Kühlung der Innenelektrode im geschlossenen Kreislauf erfolgen.

## Darstellung der Erfindung

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für UV oder VUV-Licht, zu schaffen, der technisch einfach und wirtschaftlich gekühlt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe bei einem Hochleistungsstrahler der eingangs genannten Gattung ist erfindungsgemäss vorgesehen, dass der Hohlkörper in thermischem Kontakt mit einem Kühlkörper steht, in welchem Kühlkanäle () vorgesehen sind, welche mit den Kühlkanälen der Dielektrikumsrohre in Verbindung stehen und einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf bilden, und dass durch diese Kühlkanäle eine Kühlflüssigkeit mit geringem elektrischen Leitwert hindurchleitbar ist.

Auf diese Weise bildet die ohnehin notwendige Kühleinrichtung für den (äusseren) Hohlkörper den Wärmetauscher für den Kühlmittelkreislauf der Dielektrikumsrohre. Der Hohlkörper kann mit gewöhnlichem Leitungswasser gekühlt werden. Somit erspart man sich entweder grosse Mengen von teurem vollentsalztem oder destilliertem Wasser oder man erspart sich ein zusätzliches Umwälzkühlaggregat für die Dielektrikumsrohre.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

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

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch den einen UV-Hochleistungsstrahler mit einer schematischen Darstellung der beiden Kühlkreisläufe;
- Fig. 2 einen vergrößerte und mehr ins Detail gehende Schnittdarstellung des UV-Hochleistungsstrahlers nach Fig.1 längs deren Linie AA im Schnitt, wobei zusätzlich der Kühlkörper als Träger und Kühler für die elektrische Speisung des Strahlers dient;
- Fig. 3 eine Ausführungsform mit einem anderen Strahlertyp;
- Fig. 4 einen Schnitt durch den Strahler nach Fig.3 längs deren Linie BB;
- Fig.5 einen Längsschnitt durch den einen UV-Hochleistungsstrahler in schematischer Darstellung mit Kühlkreisläufen für den Strahler und die Hochspannungsquelle.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Der Hochleistungsstrahler nach Fig.1 und 2 besteht aus im Beispielsfall vier zylindrischen Einzelstrahlern 1, deren Aufbau an sich bekannt ist. In einem äusseren Quarzrohr 2 ist von diesem beabstandet ein Dielektrikumsrohr 3 angeordnet. Der Ringraum zwischen den beiden Rohren bildet den Entladungsraum 4 des Strahlers. Die Innenwandung des Dielektrikumsrohrs 3 ist mit einer Metallschicht 5 (in Fig.2 übertrieben dick eingezeichnet) versehen, welche die Innenelektrode des Strahlers bildet. Alternativ können anstelle einer Metallschicht 5 auch Metallrohre verwendet werden, die mit einer dielektrischen Schicht, z.B. auf Keramik-Basis, überzogen sind. Die Aussenelektrode des Strahlers besteht aus einem Drahtnetz oder einem Drahtgewebe 6, dass sich über die gesamte Länge und einen grossen Teil des Aussenumfangs des äusseren Quarzrohrs 2 erstreckt. An diese Aussenelektrode und die Innenelektrode ist eine Hochspannungsquelle 7 zur Speisung der Entladung angeschlossen (Fig.1).

Das Innere des Quarzrohrs 1 ist mit einem unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendenden Füllgas gefüllt, z.B. Quecksilber, Edelgas, Edelgas-Metaldampf-Gemisch, Edelgas-Halogen-Gemisch, gegebenenfalls unter Verwendung eines zusätzlichen weiteren Edelgases, vorzugsweise Ar, He, Ne, als Puffergas.

Wie aus dem vergrößertem Schnittbild gemäss Fig.2 hervorgeht, liegen die vier Einzelstrahler 1 in Nuten 8 auf der Breitseite eines Kühlkörpers 9 aus thermisch gutleitendem Material. Diese Nuten 8 sind im Querschnitt der Aussenkontur des

äusseren Quarzrohrs 2 angepasst. Der Kühlkörper 9 ist mit zwei Gruppen von Kühlkanälen 10 und 11 versehen, die in Nutlängsrichtung verlaufen. Die Kühlkanäle 10 der ersten Gruppe führen an einen nicht weiter dargestellten äusseren Kühlkreis. Sie werden im einfachsten Fall von gewöhnlichem Leitungswasser in Pfeilrichtung durchströmt. Die Kühlkanäle 11 der anderen Gruppe sind über Verbindungsleitungen 12 und geeignete Anschlussarmaturen (nicht dargestellt) mit dem Innenraum 13 der Dielektrikumsrohre 3 verbunden. Eine Pumpe 14 sorgt für die Zirkulation einer Kühlflüssigkeit mit geringer elektrischer Leitfähigkeit, z.B. demineralisiertes Wasser oder Öl, in dem soeben beschriebenen Kühlkreis. Der Kühlkörper 9 wirkt auf diese Weise als Wärmetauscher zwischen Primärkühlsystem (Kühlkanäle 10) und Sekundärkühlsystem (Kühlkanäle 11, Verbindungsleitungen 12, Innenraum 13 der Dielektrikumsrohre 3, Pumpe 14). Durch die praktisch elektrisch nichtleitende Kühlflüssigkeit im Sekundärkühlsystem ist die Potentialtrennung gewährleistet.

Die Hochspannungsquelle 7 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 MHz, abhängig von der Elektrodengeometrie, Druck im Entladungsraum und Zusammensetzung des Füllgases. Bei den hier in Frage kommenden UV-Hochleistungsstrahlern liegen die Frequenzen der Speisespannung regelmässig erheblich über der technischen Wechselspannung; sie können einige hundert Kilohertz erreichen. Eine hierfür geeignete Hochspannungsquelle 7 ist in der Regel nach dem Prinzip eines Schaltnetzteils aufgebaut und enthält dementsprechend elektrische und elektronische Komponenten, die gekühlt werden müssen und demgemäss auf Kühlprofilen montiert sind. Gemäss einer Weiterbildung der Erfindung ist nun vorgesehen, den für die Kühlung des Strahlers ohnehin notwendigen Kühlkörper 9 auch zur Kühlung der Bauelemente der Hochspannungsquelle 7 heranzuziehen. Dies ist in Fig.2 dadurch veranschaulicht, dass das oder die Kühlprofile 15 der Hochspannungsquelle 7 unmittelbar auf der Unterseite des Kühlkörpers 9 des Strahlers befestigt sind. Auf diese Weise kann das Gebläse in der Hochspannungsquelle 7 entfallen. Durch die räumliche Nähe von Quelle und Verbraucher ist der Aufwand für die elektromagnetische Abschirmung geringer. Der Aufbau der gesamten Bestrahlungseinrichtung lässt sich extrem modular gestalten.

Neben den im vorstehenden beschriebenen Einzelstrahlern mit zylindrischem Querschnitt lassen sich selbstverständlich auch Flächenstrahler,

z.B. nach des EP-A-0 254 111, mit einem Primär- und einem Sekundärkühlkreislauf versehen. Auch UV-Hochleistungsstrahler mit völlig anderer Geometrie lassen sich mit dem erfindungsgemässen Kühlkonzept ausstatten. Dies wird nachstehend anhand Fig.3 näher erläutert.

Bei diesem UV-Hochleistungsstrahler sind in einem Quarzrohr 21 mit Rechteckquerschnitt mit den Breitseiten 22, 23 und den Schmalseiten 24, 25 fünf Dielektrikumsrohre 26 mit hohlen Innenelektroden 27 angeordnet. Die Dielektrikumsrohre 26 sind voneinander und auch von den Wänden des Quarzrohrs 21 beabstandet. Die Dielektrikumsrohre 26 sind beispielsweise Quarzröhrchen, die Innenelektroden 27 sind Metallröhrchen. Statt dessen kann auch ein von dielektrischem Material umhülltes Metallrohr verwendet werden.

Die beiden Schmalseiten 24,25 und eine der Breitseiten 23 des Quarzrohrs 21 sind aussen je mit einer Aluminiumschicht 28 versehen. Die drei Beschichtungen können müssen aber nicht elektrisch voneinander isoliert sein. Die Aluminiumschicht 28 ist vorzugsweise aufgedampft, flammgespritzt, plasmagespritzt oder gesputtert und dient als Reflektor. Die Aluminiumschichten 28 auf den Schmalseiten 24, 25 des Quarzrohrs 21 können darüber hinaus als zusätzliche Aussenelektroden für eine Anspeisung mit einer Hochspannungsquelle 7 mit erdsymmetrischem Ausgang dienen.

Wie aus Fig.4 zu erkennen ist, ist das Quarzrohr 21 an seinen beiden Stirnseiten durch Platten 30, 31 aus Isoliermaterial verschlossen. Diese Platten sind beispielsweise auf die Stirnseiten aufgeklebt oder im Falle von Quarz oder Glasplatten mit den besagten Stirnwänden verschmolzen. Die Platten 30, 31 sind mit Durchbrüchen 32 versehen, in welche die Dielektrikumsrohre 26 eingeschoben und darin befestigt und versiegelt sind. Ueber einen Füllstutzen 34 kann der Innenraum des Quarzrohrs 1 evakuiert und dann mit einem Füllgas gefüllt werden.

Wie aus Fig.4 ersichtlich ist, erfolgt die elektrische Anspeisung des Strahlers aus einer Wechselstromquelle 7 derart, dass abwechselnd benachbarte Innenelektroden (Metallröhrchen 27) an die Wechselstromquelle 7 angeschlossen sind. Bei Anliegen einer Spannung bildet sich eine Vielzahl von Entladungskanälen 19 zwischen benachbarten Dielektrikumsrohren 26 aus, welche das UV-Licht abstrahlen, das dann durch die transparente Breitseite 22 des Quarzrohrs 21 nach aussen dringt. Die vorgeschlagene Anspeisung erlaubt die Verwendung einer Hochspannungsquelle 7 mit erdsymmetrischem Ausgang. Der Kühlkörper 9a kann dann auf Erdpotential gelegt werden.

Zur Aussenkühlung des Strahlers ist das Quarzrohr 21 in einen Kühlkörper 9a mit U-förmigem Querschnitt eingelegt. Seitliche Litzenbänder

18 dienen dem elektrischen Kontakt zwischen der Aluminiumschicht 28 und den Schenkeln des Kühlkörpers 9a. Eine optionale wärmeleitende Paste 29 zwischen der unteren Breitseite 23 des Quarzrohrs 21 dient zur Verbesserung des Wärmeübergangs. Im Bodenabschnitt des Kühlkörpers 9a ist eine Vielzahl von in Kühlkörperlängsrichtung verlaufenden Kühlkanälen 10, 11 vorgesehen. Die eine mit 10 bezeichnete Gruppe dient analog der Ausführungsform nach Fig.1 und 2 als Primärkühlkreislauf und wird beispielsweise von gewöhnlichem Leitungswasser durchströmt. Die andere mit 11 bezeichnete Gruppe ist über geeignete Verbindungsleitungen 12a und (nicht dargestellten) Anschlussarmaturen mit allen hydraulisch seriell oder parallelgeschalteten Metallröhrchen 27 verbunden. Die Pumpe 14 sorgt für den Zirkulation einer Kühlflüssigkeit mit sehr kleinem elektrischen Leitwert in diesem Sekundärkühlkreislauf. Der Kühlkörper 9a dient dabei als Wärmetauscher zwischen beiden Kühlmittelkreisläufen.

Bei den im vorstehenden beschriebenen Ausführungsbeispielen waren jeweils zwei Gruppen Kühlkanäle 10,11 im Kühlkörper des Strahlers vorgesehen. Es liegt selbstverständlich im Rahmen der Erfindung, den Primärkühlkreis auch auf andere Weise auszubilden. So kann beispielsweise der Kühlkörper teilweise in ein Kühlmittel eintauchen oder mit grossflächigen Kühlrippen versehen auch mit Luft zwangsgekühlt werden. Bei derartigen Alternativen bedarf es keiner Aenderung des Sekundärkühlkreislaufes für den Strahler.

Eine weitere Alternative ist in Fig.5 schematisch dargestellt. Dort dient der Kühlkörper 9 sowohl als Wärmetauscher für die Innenkühlung des Strahlers als auch als Wärmetauscher für einen weiteren Kühlkreislauf zur Kühlung der Hochspannungsquelle 7. Zu diesem Zweck sind im Kühlkörper 9 zusätzliche Kanäle 11a vorgesehen, welche über Verbindungsleitungen 12b und eine weitere Pumpe 14a mit Kühlkanälen 33 in der Hochspannungsquelle 7 verbunden sind.

## Patentansprüche

1. Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolette Licht, mit einem Entladungsraum (4), der mit einem Füllgas gefüllt ist, das unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendet, gebildet durch den Innenraum eines gekühlten Hohlkörpers (2;21) aus einem für die erzeugte Strahlung durchlässigem Material, mit von den Innenwänden des Hohlkörpers distanzierten, mit Kühlkanälen (13) versehenen Dielektrikumsrohren (3;26), in welche Innenelektroden (5;27) eingebettet oder eingelegt sind, mit einer Hochspannungsquelle (7) zur Speisung der Entladung, dadurch gekennzeichnet, dass der

Hohlkörper (2;21) in thermischem Kontakt mit einem Kühlkörper (9;9a) steht, in welchem Kühlkanäle (11) vorgesehen sind, welche mit den Kühlkanälen (13) der Dielektrikumsrohre (3;26) in Verbindung stehen und einen geschlossen Kühlmittelkreislauf bilden, und dass durch diese Kühlkanäle eine Kühlflüssigkeit mit geringem elektrischen Leitwert hindurchleitbar ist.

5

10

2. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der elektrischen oder elektronischen Komponenten der Hochspannungsquelle (7) auf dem Kühlkörper (9;9a) angeordnet sind und mit letzterem in thermisch gut leitender Verbindung stehen.

15

3. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungsquelle (7) mit einer eigenen Kühleinrichtung (30) versehen ist, welche an Kühlkanäle (11a) im Kühlkörper (9) angeschlossen ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

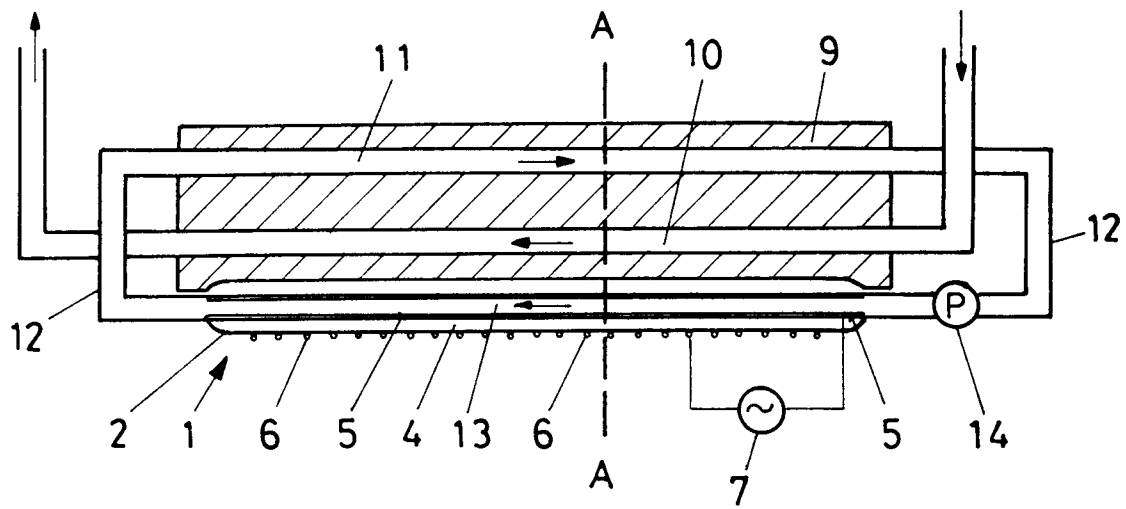


FIG. 1

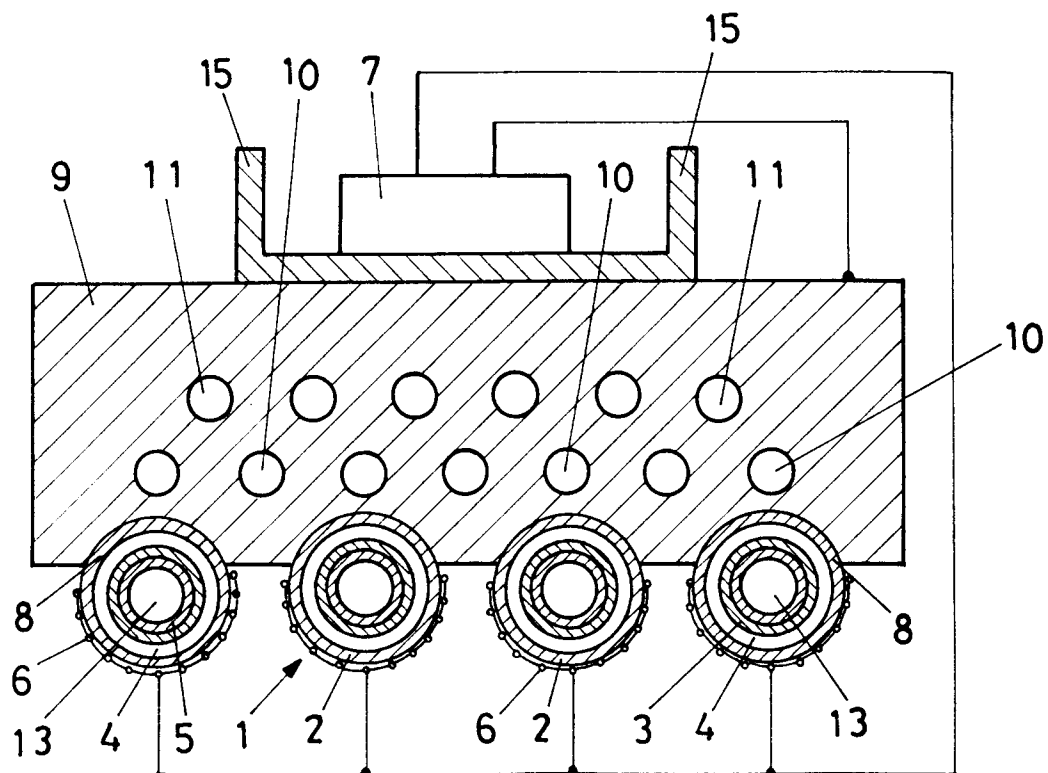


FIG. 2

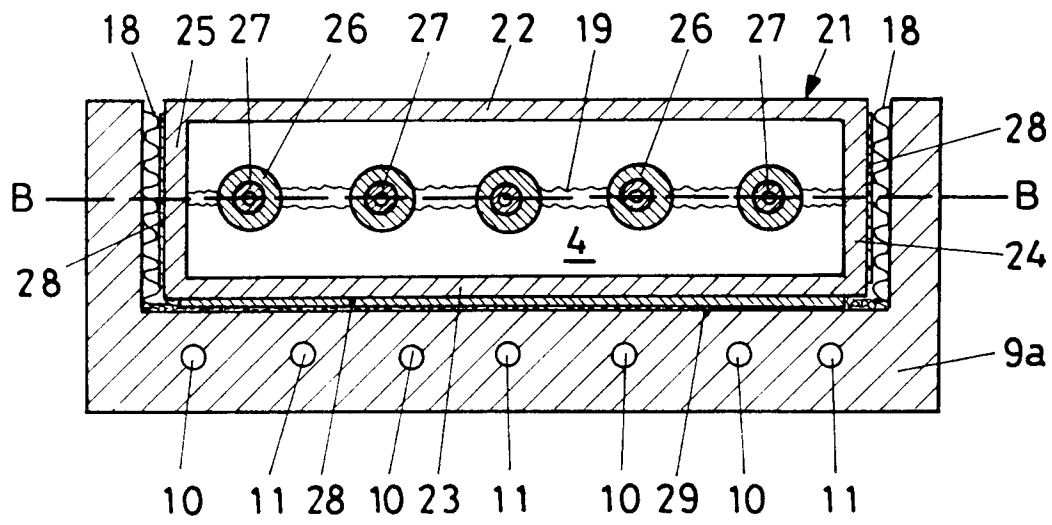


FIG. 3

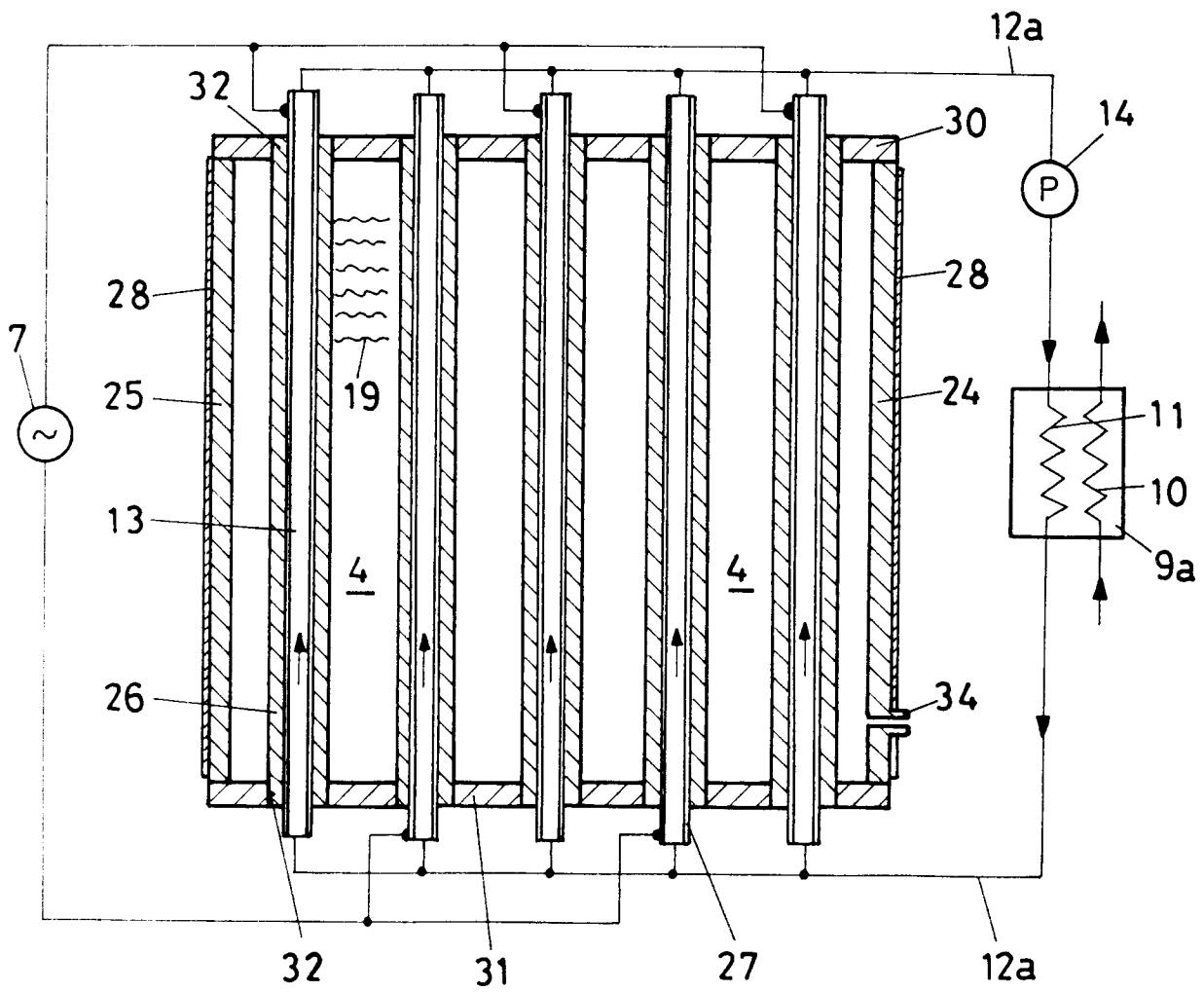


FIG. 4

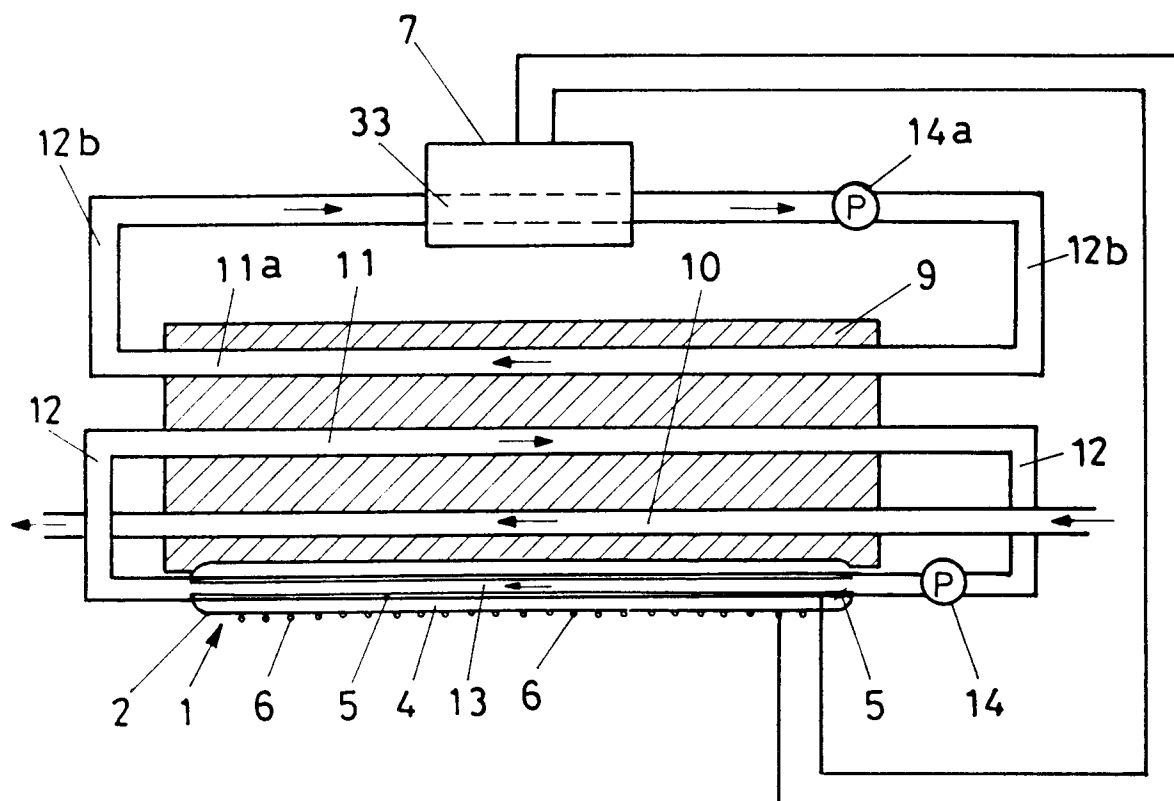


FIG.5





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 12 3090

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	EP-A-0 385 205 (ASEA BROWN BOVERI) * Seite 2, Zeilen 4-9; Seite 3, Zeilen 15-25; Seite 5, Zeilen 39-45; Figuren 5,6 *	1	H 01 J 65/04
---	---	---	---
Y,D	EP-A-0 254 111 (BBC BRON BOVERI) * Seite 2, Zeilen 4-10; Seite 5, Zeilen 15-21,37-48; Figuren 2,3,5 *	1	
---	---	---	---
A	EP-A-0 324 953 (ASEA BROWN BOVERI) * Seite 2, Zeilen 4-9; Seite 5, Zeilen 11-22; Figuren 5,6 *	1	
----	----	----	----
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 09-07-1991	Prüfer GREISER N.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			