



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 660 475 A5

⑤① Int. Cl.4: C 01 B 13/11

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 3107/84

㉔ Anmeldungsdatum: 27.06.1984

㉔ Patent erteilt: 30.04.1987

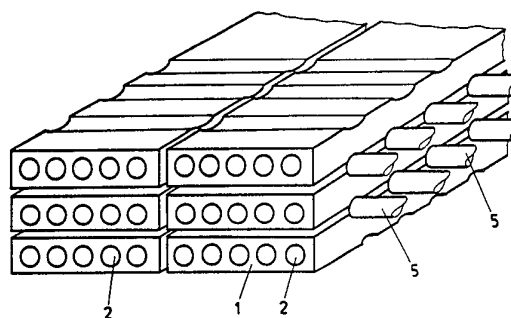
④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.04.1987

㉗ Inhaber:
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,
Baden

㉗ Erfinder:
Gloor, Urs, Baden
Hirth, Michael, Dr., Unterentfelden
Kogelschatz, Ulrich, Dr., Hausen b. Brugg

⑤④ **Hochleistungsoszonisator.**

⑤⑦ Durch modularen Aufbau des Ozoneerzeugers aus Blockmodulen (1) aus Metall, die Durchgangsbohrungen (2) als Aussenelektroden aufweisen und unmittelbar gekühlt werden können, lassen sich die erforderlichen mechanischen Toleranzen einhalten und insbesondere bei Innenkühlung der Hochspannungselektrode (8) und des Dielektrikums (11) hohe Leistungsdichten erzielen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Ozonerzeuger bestehend aus einem oder mehreren gekühlten Röhrenozonisatoren, wobei jeder Röhrenozonisator eine äussere rohrförmige Aussenelektrode, eine konzentrisch innerhalb der Aussenelektrode angeordnete Innenelektrode (8) und ein zwischen beiden Elektroden gelegenes dielektrisches Rohr (6) aufweist, und zwischen Aussenelektrode und Innenelektrode ein Entladungsspalt (9) ausgebildet ist, durch welche Sauerstoff oder ein Sauerstoff enthaltendes Gasgemisch hindurchleitbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenelektrode als Durchgangsbohrung (2) in einem quaderförmigen Block (1) aus Metall ausgebildet ist und dass zur Kühlung der Aussenelektrode die Durchgangsbohrung(en) (2) nicht anscheidende Kühlkanäle (3; 4) im oder am besagten Block (1) vorgesehen sind, durch welche ein Kühlmittel hindurchleitbar ist.

2. Ozonerzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle als parallel oder quer zu den Durchgangsbohrungen (2) verlaufende Kühlbohrungen (3) ausgebildet sind (Fig. 1, 2).

3. Ozonerzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle als Nuten (4) in den Aussenflächen des Blocks (1) ausgebildet sind.

4. Ozonerzeuger nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Blöcke (1) neben- und/oder aufeinander gestapelt und zwischen aufeinanderfolgenden Blöcken Kühlrohre (5) eingelegt sind, welche die genannten Nuten (4) ausfüllen (Fig. 3).

5. Ozonerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Block (1) zwei oder mehrere die Aussenelektroden bildende Durchgangsbohrungen (2) aufweist.

6. Ozonerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehreren Durchgangsbohrungen (2) eine diese überdeckende Abdeckhaube (17) zugeordnet ist, die mit einer Bohrung (21) zur Zu- bzw. Abfuhr des Einsatzgases versehen ist, und Mittel (14, 10, 12) zur Kontaktierung der Innenelektrode (8) vorgesehen sind.

7. Ozonerzeuger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Innern des Rohres aus dielektrischem Material ein Kühlkörper (10; 10*) angeordnet ist, durch welchen eine Kühlflüssigkeit hindurchleitbar ist.

8. Ozonerzeuger nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im wesentlichen der gesamte Innenraum des dielektrischen Rohres (6) vom Kühlkörper ausgefüllt ist, wobei zwischen dem Kühlkörper (10; 10*) und der Innenwandung des dielektrischen Rohres (6) eine Dehnfuge freibleibt.

9. Ozonerzeuger nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass in das Rohr (6) aus dielektrischem Material ein Innenkühlrohr (10) eingesetzt ist, in welches eine Kühlflüssigkeit einleitetbar ist, die vor dem Verlassen des Rohres (5) aus dielektrischem Material an der Innenwandung des besagten Rohres (5) entlanggeführt ist, dass das Innenkühlrohr (10) einen um 1 bis 1,5 mm geringeren Aussendurchmesser als die lichte Weite des Rohres (6) aus dielektrischem Material aufweist, das Innenkühlrohr (10) konzentrisch in diesem Rohr (6) gelagert ist, der verbleibende Ringspalt zwischen dem Innenkühlrohr (10) und der Innenwandung des Rohres (6) aus dielektrischem Material mit einer Giessmasse, vorzugsweise einer Kunstharzmasse (11), ausgefüllt ist, und dass Ankopplungselemente (12) zur galvanischen Verbindung von Innenelektrode (8) und Innenkühlrohr (10) vorgesehen sind.

10. Ozonerzeuger nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl das Rohr (6) aus dielektrischem Material als auch das Innenkühlrohr (10) einseitig geschlossen und letzteres am anderen Ende mit einem Deckel (13) verschlossen ist, durch die Rohrleitungen (14, 15) zur Zu- und

Abfuhr der Kühlflüssigkeit geführt sind, wobei die der Flüssigkeitszufuhr dienende Rohrleitung (14) bis zum verschlossenen Ende des Innenkühlrohres (10) reicht.

11. Ozonerzeuger nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Rohrleitung (14) zur Flüssigkeitszufuhr im Innern des Innenkühlrohres (10) erweitert und zwischen sich und der Innenwandung des Innenkühlrohres (10) einen Ringraum (16) freilässt.

12. Ozonerzeuger nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl das Rohr (6) aus dielektrischem Material als auch das Innenkühlrohr (10) an beiden Enden offen sind und in beide Enden des Innenkühlrohres (10) Rohrleitungen (14, 15) zur Zu- bzw. Abfuhr der Kühlflüssigkeit münden.

13. Ozonerzeuger nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Innern des Innenkühlrohres (10) ein allseitig von dessen Wandung beabstandeter Verdrängungskörper (29) angeordnet ist.

14. Ozonerzeuger nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkörper ein Kühlrohr (10*) umfasst, das in einer metallischen Giessmasse (11*) eingebettet ist.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Ozonerzeuger gemäss dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Leistungsdichte in Röhrenozonisatoren bis auf 25 kW/m² gesteigert werden kann, wenn der Ozonisator doppelseitig gekühlt und der Entladungsspalt sehr eng gemacht wird. Dies bedingt hohe Anforderungen an die mechanischen Toleranzen. So wird in der DE-OS 2 333 311 auf die Bedeutung der Toleranzen in Verbindung mit Doppelkühlung ausdrücklich hingewiesen.

Herkömmliche Ozonisatoren für industrielle Anwendungen weisen einen Aufbau auf, wie er z. B. in der DE-OS 3 220 018, insb. Fig. 9, dargestellt ist. In einem gemeinsamen Kessel sind eine Vielzahl von Ozonisorröhren untergebracht. Jede Ozonisorröhre besteht aus einem äusseren Metallrohr, in welchem ein innen metallisiertes Glasrohr unter Ausbildung eines Ringspaltes konzentrisch angeordnet ist. Die Metallrohre sind an beiden Enden des Kessels in eine Art Rohrboden eingeschweisst. In den durch den Kesselmantel und die beiden Rohrböden begrenzten Raum wird Kühlflüssigkeit eingeleitet und auf diese Weise werden die (auf Erdpotential liegenden) Metallrohre, welche die Aussenelektroden bilden, gekühlt.

Diese Bauweise erfordert neben engtolerierten Glasrohren ebenso engtolerierte Metallrohre um die Spaltweite überall möglichst konstant zu halten. Daneben müssen umfangreiche Vorkehrungen getroffen werden, dass sich die Metallrohre beim Einbau in die Rohrböden nicht verziehen. Eine weitere Unzulänglichkeit dieser Konstruktion ist darin zu sehen, dass verschiedenartige Kesselgrössen für unterschiedliche Produktionsraten bereitgestellt werden müssen, eine Modularisierung sich nur auf die Anzahl der Kessel und deren Grösse beschränkt.

Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen Röhrenozonisator zu schaffen, der einen modularen Aufbau des Ozonerzeugers und gleichzeitig die Einhaltung der mechanischen Toleranzen bezüglich des Entladungspaltes ermöglicht.

Der erfindungsgemässe Aufbau weist insbesondere den Vorteil auf, dass die Aussenelektroden weitgehend verwindungssteif und selbsttragend sind. Ihr Einbau kann ohne

mechanische und thermische Beanspruchungen vollzogen werden. Der Ozonerzeuger kann nun in Modul-Bauweise aufgebaut werden. Je nach Grad der Modularisierung können ein oder mehrere Ozonisatorröhren in einem einzigen Blockmodul zusammengefasst werden, ohne die Kühlung zu beeinträchtigen. Die Blockmodule werden vorzugsweise aus Aluminiumguss hergestellt. Insbesondere die Technik des Stranggiessens von Aluminium ist derart weit fortgeschritten, dass die erforderlichen mechanischen Toleranzen leicht eingehalten werden können. Aluminium bietet darüber hinaus die Vorteile, dass zum einen die Bohrungen (Aussenelektroden), in denen die Entladungen stattfinden, durch Eloxieren gegen Entladungsangriffe geschützt werden können und zum anderen Aluminium ein ausgezeichneter Wärmeleiter ist. Auf diese Weise kann die Entladungsverlustwärme ohne grossen Temperaturgradienten an die Kühlstellen abgeführt werden. Die Kühlung der Module kann auf verschiedene Weise — direkt oder indirekt — erfolgen:

- direkt durch Kühlbohrungen entlang des Entladungsspaltes oder quer dazu
- indirekt durch äussere Kühlrohre zwischen benachbarten Modulen.

An sich kann beim vorgeschlagenen Ozonerzeuger die Innenkühlung nach dem Stand der Technik, z. B. nach der DE-OS 2 537 124 realisiert werden. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn gemäss Anspruch 6 und 7 im wesentlichen der gesamte Innenraum des dielektrischen Rohres von einem Kühlkörper ausgefüllt ist, der zwischen sich und der Innenwandung des dielektrischen Rohres eine sich über die gesamte Länge und Umfang des Kühlkörpers erstreckende Dehnfuge freilässt, wobei der Kühlkörper galvanisch an die Innenelektrode angekoppelt ist.

Prinzipiell können zwei Klassen von Kühlkörpern eingesetzt werden:

- in das dielektrische Rohr wird ein Kühlrohr eingesetzt, dessen Aussendurchmesser nur wenig kleiner ist als der Innendurchmesser des dielektrischen Rohres. Der verbleibende, typisch 1–1,5 mm breite Ringspalt wird mit einer gut wärmeleitenden Giessmasse, vorzugsweise eine Kunstharzmasse, wie sie für den Verguss elektrischer Bauelemente verwendet wird, ausgefüllt.
- das dielektrische Rohr wird mit einer niedrigschmelzenden Metall-Legierung ausgegossen, wobei gleichzeitig Kühlkanäle mitgegossen werden, was z. B. durch vorgängiges Einlegen von Kühlrohren, -wendeln oder -schlangen erfolgen kann.

In beiden Fällen ist es von erfindungswesentlicher Bedeutung, dass sowohl Giessmasse als auch die Einlagen (Kühlrohr etc.) während des Füllens auf Temperaturen gebracht werden, dass sich beim Erkalten der Giessmasse infolge Schrumpfens die genannte Dehnfuge ausbildet.

Die im Anspruch 1 definierte Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes zeichnet sich durch einfachen und wirtschaftlichen Aufbau aus. Das Kühlrohr kann aus jedem geeigneten Material gefertigt werden. Der Wärmeübergang wird durch die vergleichsweise dünne Schicht aus Giessmasse — selbst wenn diese aus Kunstharz besteht — nur wenig beeinträchtigt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sowie die dadurch erzielbaren Vorteile werden nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung ein Blockmodul mit in Längsrichtung verlaufenden Kühlbohrungen,

Fig. 2 ein Blockmodul mit querverlaufenden Kühlbohrungen,

Fig. 3 eine Vielzahl von aufeinandergeschichteten Blockmodulen separaten Kühlrohren zwischen benachbarten Modulen,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Blockmodul nach Fig. 1 mit Zu- und Abfluss des Kühlmittels auf ein und derselben Stirnfläche des Moduls,

Fig. 5 einen anderen Längsschnitt durch den Blockmodul nach Fig. 1 in der Ebene der Kühlmittelbohrungen,

Fig. 6 einen Längsschnitt durch einen Blockmodul nach Fig. 3 mit Zu- und Abfuhr des Kühlmittels auf den gegenüberliegenden Stirnflächen,

Fig. 7 eine Abwandlung des Ozonerzeugers nach Fig. 6, und

Fig. 8 ein Detail einer Abwandlung des Ozonerzeugers nach Fig. 4 mit einem haarnadelförmig gebogenen Kühlkörper.

Fig. 1 zeigt einen quaderförmigen Körper 1, den Blockmodul, aus stranggezogenem Aluminium mit vier in Quaderlängsrichtung verlaufenden ersten Durchgangsbohrungen 2 und parallel dazu verlaufenden fünf zweiten Durchgangsbohrungen 3. Die ersten Bohrungen 2 bilden die äussere Begrenzung des Entladungsspaltes, die zweiten Bohrungen bilden die Kühlmittelbohrungen. Die Wandungen sämtlicher Durchgangsbohrungen sind mit einer Eloxal-Schicht versehen (nicht eingezeichnet). Im Falle der ersten Bohrungen 2 schützt diese Eloxal-Schicht vor dem Entladungsangriff im Falle der zweiten Bohrungen 3 werden deren Innenwandungen gegen den Erosionsangriff des durchströmenden Kühlmittels (in der Regel Wasser) geschützt.

In Fig. 2 verlaufen die ersten Durchgangsbohrungen 2 in Modul längsrichtung; die zweiten Bohrungen 3 quer dazu, ohne jedoch die ersten Bohrungen anzuschneiden.

Die einzelnen Blockmodule lassen sich dicht an dicht aufeinander und/oder nebeneinander stapeln und können durch bekannte Mittel miteinander verspannt werden.

Eine weitere Ausführungsform eines Blockmoduls 1, wie er in Fig. 3 veranschaulicht ist, weist eine Lage nebeneinander liegenden Durchgangsbohrungen 2 auf. Die Breitseiten sind mit Nuten 4 mit annähernd Halbkreisquerschnitt versehen, die quer zu den Bohrungen 2 verlaufen. Zwischen aufeinanderfolgenden Blockmodullagen sind jeweils Aussenkühlrohre 5 eingelegt, durch welche ein Kühlmittel leitbar ist. Die Kühlrohre 5 sichern die gegenseitige Lage der Blockmodule in Modul längsrichtung und infolge der zwischen den Kühlrohren 5 und den Modulen 1 bestehende Reibung auch in Querrichtung.

Allen Ausführungsformen ist gemeinsam, dass beliebig viele Module bausteinartig aufeinandergestapelt werden können.

Fig. 4 zeigt nun, auf welche Weise in Fig. 1 dargestellte Blockmodule 1 in einem Ozonerzeuger angeordnet sind. In der Durchgangsbohrung 2 im Modul 1 ist ein einseitig geschlossenes Glasrohr 6 konzentrisch mittels Distanzhaltern 7 gelagert. Die Innenwandung des Glasrohres 6 ist mit einer Metallschicht 8 versehen. Der Ringraum zwischen der Innenwandung der Bohrung 2 und die Aussenwand des Glasrohres 6 bilden den Entladungsspalt 9; die genannte Innenwandung und die Metallschicht 8 bilden die äussere, auf Erdpotential liegende Elektrode bzw. die innere, auf Hochspannungspotential liegende Elektrode des Ozonerzeugers. In das Innere des Glasrohres und von diesem durch einen Spalt von vorzugsweise 0,5 mm vom Glasrohr allseitig getrennt, ist ein einseitig geschlossenes Innenkühlrohr 10 aus Edelstahl angeordnet, wobei der genannte Spalt mit einer wärmebeständigen und gut wärmeleitenden Kunstharzmasse 11 ausgefüllt ist. Zwischen dieser und der Innenwand des Glasrohres 6 verbleibt lediglich eine (nicht eingezeichnete) Dehnfuge von wenigen 10 µm. Vorzugsweise wird hierfür

eine Epoxid-Giessmasse 11 verwendet, wie sie für den Verguss elektrischer Schaltungen entwickelt wurden und sich durch hohe Temperaturbeständigkeit (bis 400 °C) und durch gute Wärmeleitfähigkeit (ca. 0,9 W/m °C) auszeichnen. Die Metallschicht 8 des Glasrohres ist mit dem Kühlrohr 10 durch in das Kunstharz 11 eingebettete Kontaktfedern 12 aus Berylliumbronze elektrisch verbunden, welche gleichzeitig der Distanzierung zwischen Innenkühlrohr 10 und Glasrohr 6 vor Einbringen der Kunstharzmasse 10 dienen.

Die Ausfüllung des Spaltes mit Kunstharzmasse wird vorzugsweise wie folgt durchgeführt:

Die Innenwandung des Glasrohres wird mit einem in der Kunststofftechnik üblichen Trennmittel, z. B. auf Teflon-Basis, versehen, um das Anhaften der Kunstharzmasse zu verhindern. Bei senkrecht gestelltem Glasrohr wird eine entsprechende Menge Kunstharzmasse in dieses eingefüllt und anschliessend das Kühlrohr eingeschoben. Das Kühlrohr verdrängt die Kunstharzmasse, welche in den Spalt eindringt und diesen zunächst vollständig ausfüllt. Nach dem Erkalten der Kunstharzmasse (und des Kühlrohres) verbleibt eine Dehnfuge zwischen Kunstharzmasse und Innenwandung des Glasrohres infolge wärmebedingter und harztechnologischer Schrumpfung. Unabhängig von den Toleranzen des Glasrohres und des Kühlrohres ist diese Dehnfuge über den gesamten Umfang und einige 10 µm. Der so entstandene Innenkühlkörper kann sich nun bei Erwärmung frei ausdehnen, ohne dass hierdurch Kräfte auf das Glasrohr übertragen werden. Es hat sich gezeigt, dass ein derart ausgefüllter Spalt bei einer Rohrbelastung von 2 kW eine Temperaturdifferenz von nur ca. 5 °C verursacht. Die elektrische Ankopplung des Innenkühlrohres 10 an die Metallschicht 8 (Innenelektrode) über die Kontaktfedern 12 entlastet die Harzschicht derart, dass sie keine Wirkung in dielektrischer Hinsicht ausübt. Auch an Fehlstellen (Lunkern) in der Kunstharzmasse 11 bilden sich keine schädlichen Entladungen aus.

Das Innenkühlrohr 10 ist am linken Ende durch einen Deckel 13 verschlossen, durch den zwei Rohrleitungen 14, 15 geführt sind. Die eine Rohrleitung 14 führt bis dicht an das geschlossene Ende des Innenkühlrohres 10. Die andere Rohrleitung 15 mündet unmittelbar unter dem Deckel 13 im Kühlrohr. Zur Intensivierung der Kühlung im Wandbereich des Innenkühlrohres 10 ist die Rohrleitung 14 im Kühlrohrinnern derart erweitert, dass zwischen dieser und der Wand des Kühlrohres 10 ein nur wenige Millimeter breiter Spalt 16 verbleibt. Der Anschluss einer Wechselspannungsquelle zum Betrieb des Ozonisators erfolgt einerseits an dem Modul 1 (Aussenelektrode), das regelmässig auf Erdpotential liegt, andererseits an einer der beiden Rohrleitungen 14 oder 15, welche über den Deckel 13 bzw. das Innenkühlrohr 10 und die Kontaktfedern 12 in galvanischer Verbindung mit der Metallschicht 8 (Innenelektrode) stehen. Zur Potentialtrennung zwischen Innenkühlrohr 10 bzw. Rohrleitungen 14, 15 sind der (nicht weiter dargestellten) Kühlanlage sind im Zuge beider Rohrleitungen 14, 15 Isolierstrecken geschaltet.

Die vorgeschlagene Innenkühlung vermindert grosse Temperaturspannungen zwischen Dielektrikum und Kühlrohr, da das Glas — im Gegensatz zur einseitigen Kühlung keine hohen Übertemperaturen annimmt. Temperaturspannungen werden durch die Dehnfuge aufgefangen. Allenfalls auftretende Spaltbildungen zwischen Kunstharzmasse und Glasrohr sind — wie umfangreiche Untersuchungen gezeigt haben — unkritisch, da die Spaltweiten sich im Bereich weniger hundertstel Millimeter bewegen, und demnach vernachlässigbar sind.

Beide Stirnflächen des Blockmoduls 1 sind mit einer Abschlusshaube 17 aus Isoliermaterial, z. B. Teflon, gasdicht mittels Schrauben 18, verschlossen. Die Rohrleitungen 14,

15 sind durch die Haube 17 geführt und gegenüber dieser mittels Verschraubungen 19 abgedichtet und befestigt.

Die Zufuhr des Sauerstoffes oder sauerstoffhaltigen Gasgemisches zum Entladungsspalt 9 erfolgt über geeignete Anschlussarmaturen 20, welche in Bohrungen 21 in der Haube 17 eingeschraubt sind. Analog hierzu erfolgt die Abfuhr des mit Ozon angereicherten Gasgemisches an der gegenüberliegenden Stirnseite des Blockmoduls.

Fig. 5 zeigt einen Längsschnitt durch einen Ozonerzeuger nach Fig. 4 in der Ebene der Kühlbohrungen 3 (Fig. 1). An der Stirnfläche des Moduls 1 sind die Kühlbohrungen mit einer Gewindebohrung mit einem Kerndurchmesser grösser als der Innendurchmesser der Kühlbohrungen 3 erweitert. In diese ist ein Rohr 22 mit endseitigem Aussengewinde 23 geschraubt, welches Rohr 22 die Haube 17 durchdringt und in dieser mittels einer Verschraubung 24 gehalten ist. In gleicher Weise sind die anderen über den Blockmodul 1 verteilten Kühlbohrungen mit einem nicht weiter dargestellten äusseren Kühlkreis verbunden.

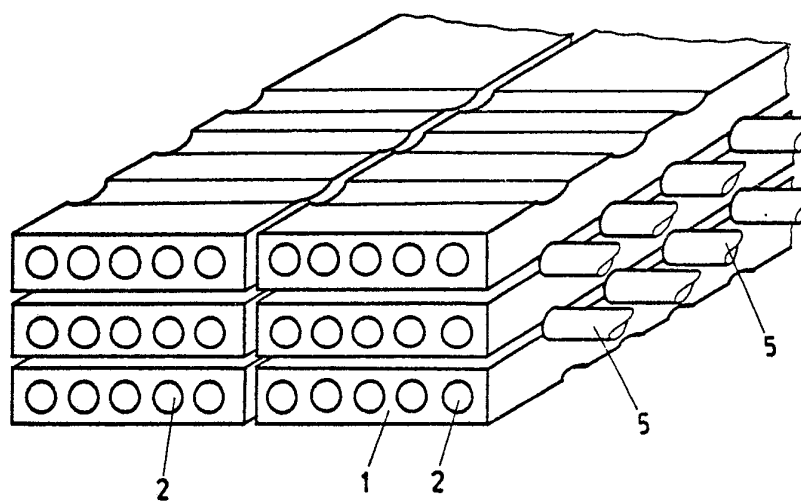
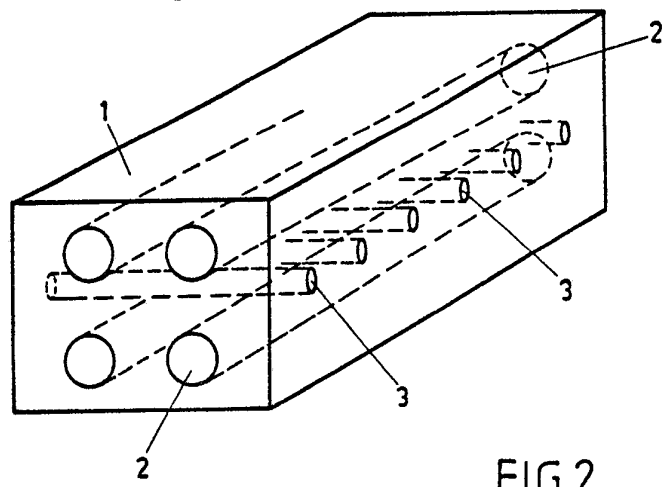
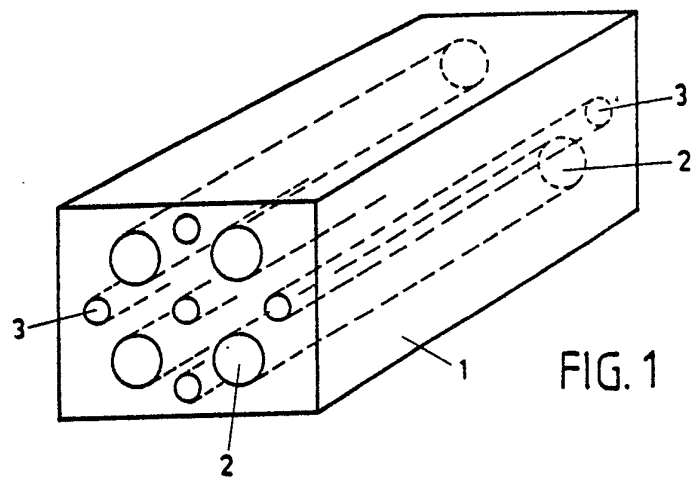
In Fig. 6 ist ein Ozonerzeuger mit Blockmodulen 1 nach Fig. 3 veranschaulicht. Der wesentliche Unterschied zur Ausführungsform nach Fig. 4 besteht — abgesehen von der Ausbildung der Blockmodule 1 — darin, dass die Kühlflüssigkeit auf der einen Stirnfläche zugeführt und auf der anderen Stirnseite abgeführt wird. Das Innenkühlrohr 10 weist an beiden Enden Deckel 25, 26 auf, in welche ein Zuleitungsrohr 27 bzw. ein Ableitungsrohr 28 münden. Im Innern des Innenkühlrohres 10 ist ein Verdrängungskörper 29 von den Kühlrohrwandungen distanziert angeordnet. Das Kühlmittel wird auf diese Weise an den Kühlrohrwandungen in den Ringraum 30 geführt.

In Fig. 6 erkennt man ferner die zwischen aufeinandergestapelten Blockmodulen angeordneten Kühlrohre 5, die mit einem nicht dargestellten Aussenkühlkreis verbunden sind. Ansonsten entspricht der restliche Anbau dem Ozonerzeuger nach Fig. 4.

In den Ausführungsbeispielen nach Fig. 4 und 6 wird die zum Betrieb des Ozonerzeugers notwendige Wechselstromquelle 31 zwischen Blockmodul 1 und Zu- oder Abfuhrleitung 27 bzw. 28 geschaltet. Die Hauben 17 bzw. 17' aus Isoliermaterial bewirken dabei die erforderliche Potentialtrennung.

Fig. 7 veranschaulicht eine Abwandlung der Anordnung nach Fig. 6, wobei gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dort besteht die Abschlusshaube aus einem Isolierstück 17a und einer äusseren Abschlussplatte 17b, welche mit Isolierschrauben 18 am Modul 1 befestigt sind. Diese Konstruktion ergibt einen stabileren Aufbau, erfordert jedoch grösseren Aufwand bei der Potentialtrennung.

In beiden beschriebenen Ausführungsformen kann anstelle der Kunstharzmasse auch eine metallische Giessmasse aus einer niedrigschmelzenden Legierung, z. B. Wood'sches Metall, verwendet werden. Aufgrund der gegenüber einer Kunstharzmasse höheren Wärmeleitfähigkeit, können die Spalte zwischen dem Kühlrohr 9 und der Innenwandung des Glasrohres grösser werden. Bei der Variante gemäss Fig. 4, wo das Kühlmittel am selben Ende des Glasrohres 5 zu- und auch wieder abgeführt wird, kann ein haarnadelförmig gebogenes Kühlrohr 10* in die metallische Giessmasse 11* eingebettet werden, wie es in der Detailzeichnung gemäss Fig. 8 beispielsweise veranschaulicht ist. Auf eine besondere Ankopplung des Kühlrohres 10* an die Innenelektrode 8 kann hier verzichtet werden, da der Kühlkörper (Giessmasse 11* + Kühlrohr 10*) zumindest lokal — im Idealfall linienförmig — auf der Innenelektrode aufliegt und somit mit dieser in galvanischer Verbindung steht.



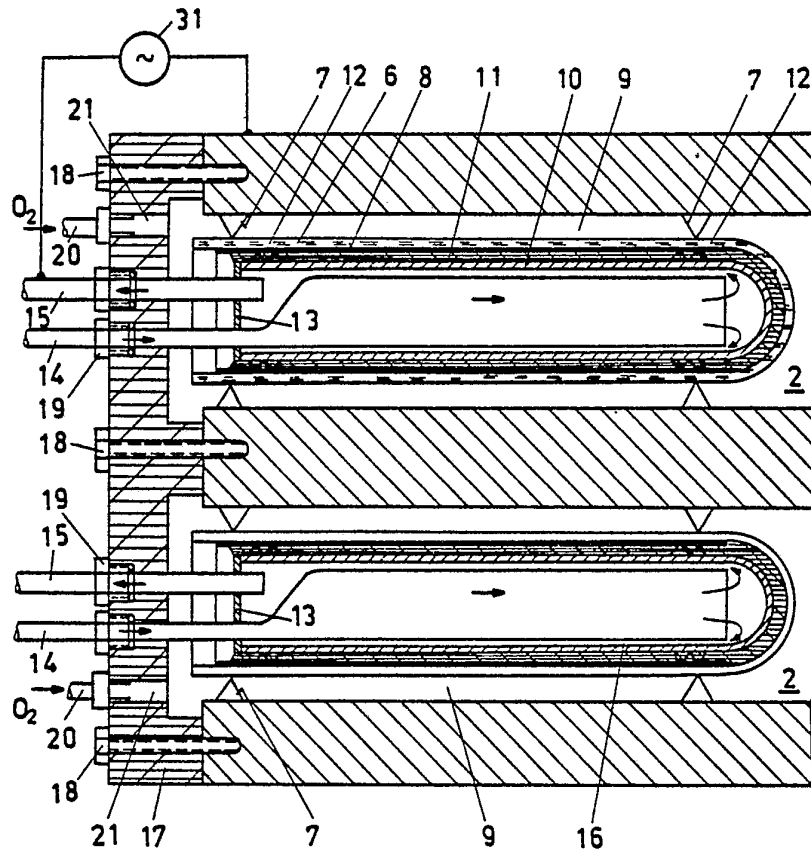


FIG. 4

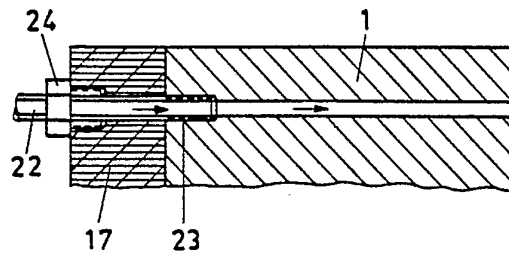


FIG. 5

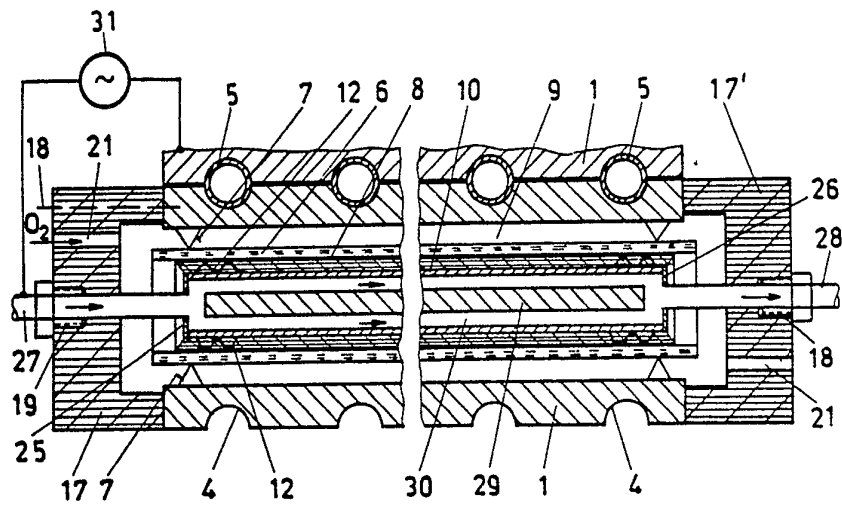


FIG. 6

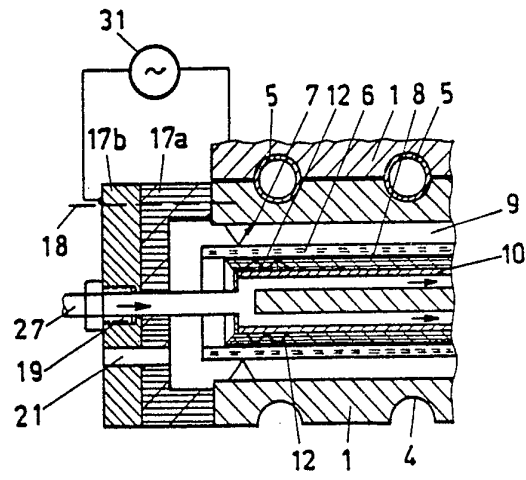


FIG. 7

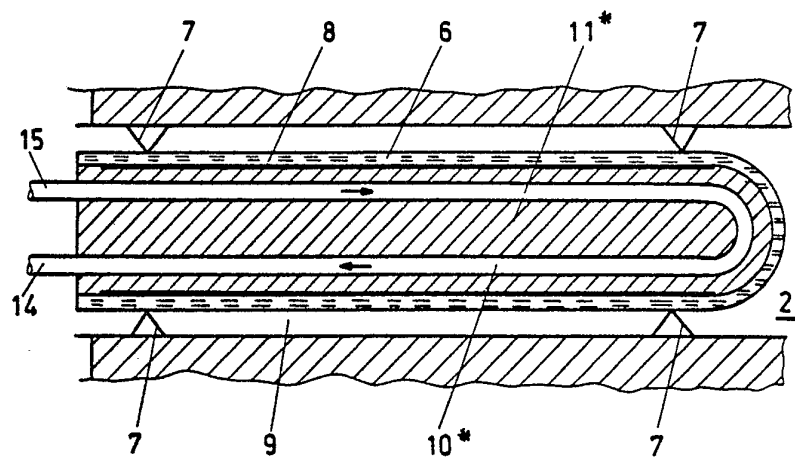


FIG. 8