

①



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer: **0 104 408**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
20.07.88

⑤

Int. Cl.⁴: **H 05 B 41/232, H 05 B 41/18**

②

Anmeldenummer: **83108157.5**

②

Anmeldetag: **18.08.83**

⑤

Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen ultravioletter Strahlung.

③

Priorität: **03.09.82 DE 3232802**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.04.84 Patentblatt 84/14

⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.07.88 Patentblatt 88/29

⑧

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI NL SE

⑥

Entgegenhaltungen:
CH-A-465 058
DE-A-1 178 941
US-A-1 915 019
US-A-4 010 398

⑦

Patentinhaber: **Walz, Alfred, Prof. Dr.- Ing., Am Kurzarm 7, D-7830 Emmendingen (DE)**

⑦

Erfinder: **Walz, Alfred, Prof. Dr.- Ing., Am Kurzarm 7, D-7830 Emmendingen (DE)**

⑦

Vertreter: **Hafner, Dieter, Dr.rer.nat., Dipl.- Phys., Ostendstrasse 132, D-8500 Nürnberg 30 (DE)**

EP 0 104 408 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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 betrifft eine Vorrichtung bzw. Schaltungsanordnung zum Erzeugen ultravioletter Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen etwa $\lambda = 150$ und 300 Nanometer, wobei im Wellenlängenbereich $\lambda = 185$ nm Ozon und im Wellenlängenbereich $\lambda = 260$ nm keimtötende Strahlung entsteht, aus elektrischer Energie, die in Niederspannungs-Gasentladungsröhren mit je einem Elektrodenpaar in Strahlungsenergie umgewandelt wird, wobei das Wandmaterial dieser Röhren aus an sich bekanntem, für den genannten λ - Bereich gut durchlässigem Material besteht und deren Innenraum mit einer an sich bekannten Gas- und Quecksilberdampf-Mischung gefüllt ist, vorzugsweise zum Reinigen von Wasser.

Zur Reinigung von Abwasser, zur Wasserrückgewinnung im Trinkwasserbereich oder zum Reinigen und Sauberhalten von Badebecken ist es bekannt, das Wasser zu chlorieren. Der Einsatz von Chlor führt jedoch zu gewissen Nachteilen, beispielsweise zu Haut- und Augenreizungen und zu unangenehmen Gerucherscheinungen.

Es ist ferner bekannt, anstelle von Chlor Hypochlorit dem Wasser beizumischen, wobei das Natriumhypochlorit durch Elektrolyse aus Kochsalz hergestellt wird.

Es ist darüber hinaus schon bekannt, die Wasserbehandlung, Entkeimung und dgl. mittels Ozon durchzuführen, wobei die unangenehmen Nebenwirkungen, die bei der Chlorierung auftreten, entfallen. Die Erzeugung von Ozon aus dem Luftsauerstoffanteil erfolgt durch stille Entladungen (Corona-Entladungen) mit Hochspannung (z. B. 15 000 V), wobei die Erzeugung der Hochspannung über Einphasen-Trockentransformatoren erfolgt.

Es ist auch bekannt, Ozon durch Spitzenentladungen herzustellen. Bei den beiden letztgenannten Verfahren ist der Energieaufwand relativ hoch. Dementsprechend sind auch die Investitionen für die elektrische Anlage sehr kostenaufwendig.

Es ist ferner bekannt (US-PS-4 273 660) Wasser durch Einwirkung von ultraviolettem Licht und durch Ozon zu reinigen, wobei in einer Gasentladungslampe UV-Licht erzeugt wird, mit Hilfe des UV-Lichtes O_2 in O_3 umgewandelt, das Ozon dem zu reinigenden Wasser beigelegt und das Wasser-Ozongemisch wiederum an der Gasentladungslampe entlang geführt wird.

Aus DE-A-1 178 941 geht ferner bereits eine Schaltungsanordnung zur Inbetriebnahme einer Gasentladungslampe hervor, die aus einer Wechselstromquelle unter Verwendung einer für die Brennspannung und den Brennstrom bemessenen Speiseschaltungsanordnung in Form einer aus Gleichrichterdioden und Kondensatoren aufgebauten Spannungsvervielfacherschaltung und wenigstens einer Hochspannung liefernden,

leistungsschwächeren Zündschaltung, wobei Speiseschaltung und Zündschaltung zu einer aus mehreren hintereinander geschalteten Spannungsstufen bestehenden Spannungsvervielfacher-Schaltung zusammengefaßt sind und unter Verwendung einer Glättungsdrossel im Gleichspannungsbetrieb betrieben wird.

Diese Schaltungsanordnung ermöglicht bereits eine Optimierung der Betriebskosten, indem der Brennstrom mit größerer Genauigkeit konstant gehalten wird. Ferner ergibt sich daraus eine Erhöhung der Lebensdauer der Komponenten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, daß bei verbessertem Wirkungsgrad die Investitions- und Betriebskosten weitergesenkt werden können und die Lebensdauer der verwendeten Vorrichtung erhöht wird. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Zur Erhöhung der Ozon-Ausbeute bzw. zur Verringerung des Energiebedarfes ist erfindungsgemäß die vorstehend erläuterte Vorrichtung durch eine Gasentladungslampe in einer Behandlungskammer mit Luftzufuhrrohr und Luftabfuhrrohr, mit in einem gasgefüllten UV-durchlässigen Rohr und mit Elektroden gekennzeichnet, die von einer Gleichspannungsvervielfacher-Schaltung aus einem Wechselspannungsnetz mit Einschalter gespeist wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwischen Gleichspannungsvervielfacher-Schaltung und Gasentladungslampe ein Umpolschalter angeordnet ist, der durch eine Erregerspule betätigt wird und wenn in einer Versorgungsleitung der Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung eine Verzögerungsschaltung angeordnet ist, die die Gleichspannungs-Vervielfacher-Schaltung über einen gesteuerten Arbeitskontakt verzögert gegenüber dem Umpolschaltvorgang schaltet.

Der Anteil erzeugten Ozons in der durch die Behandlungskammer geführten Luft kann dadurch gesteuert werden, daß, nach einem weiteren Merkmal der Erfindung, in der Luftzufuhrleitung zur Behandlungskammer ein steuerbarer Kompressor angeordnet ist.

Ein besonders günstiges Startverhalten und eine lange Lebensdauer der Gasentladungslampe ergibt sich dann, wenn nach einem weiteren Merkmal der Erfindung, bei der beschriebenen Vorrichtung bzw. Schaltungsanordnung eine Gasentladungslampe verwendet wird, bei der an sich bekannte Kaltstart-Sinterelektroden (US-PS-3 325 281) als Elektroden eingesetzt sind.

Diese Niederspannungs-UV-Strahlungserzeugung ist bezüglich des spezifischen Energieverbrauches und der Investitionskosten so weit verbessert, daß diese nach dem jetzigen Entwicklungsstand mit dem

Corona-Entladungsverfahren konkurrieren kann. Gasentladungslampen und insbesondere UV-Strahlungslampen werden bisher direkt mit Wechselstrom aus üblichen Versorgungsnetzen (z. B. 220 V, 50 Hz) über Niederspannungstransformatoren und Stabilisierungsdrosseln betrieben. Für ein Quarzrohr von einem Meter Länge und 15 mm Innendurchmesser (Wandstärke ca. 1,00 mm) aus speziellem Quarzmaterial, welches unter der Kennzeichnung "Suprasil" im Handel ist, mit einem Paar Standard-Wendel-Elektroden, beträgt die Brennspannung ca. 90 Volt bei einem Strom von ca. 0,5 Ampere. Zur Zündung der Entladung müssen die Wendelelektroden vorgeheizt werden, z. B. mit Hilfe des bei Leuchtstofflampen üblichen Prinzips eines Glimmstartes. Die UV-Strahlungs-Intensität folgt in erster Näherung dem Sinusgesetz des Stromes und ist damit im zeitlichen Mittel aber die Wechselstromperiode dem arithmetischen Mittelwert I_{ar} einer Stromhalbwellen proportional. Die in nutzlose Wärme im Rohr umgewandelte elektrische Energie ist dem Effektivwert I_{eff} der Strom-Halbwellen proportional. Dabei sind:

$$I_{eff}/I_{4A} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,11.$$

Wird das Entladungsrohr nicht mit sinusförmigem Wechselstrom, sondern mit Gleichstrom durchflossen, so wäre $I_{eff}/I_{ar} = 1$, d.h. es würde sich eine Ersparnis von 11 % bei gleicher Strahlungsausbeute ergeben. In Wirklichkeit ist die Verbesserung durch Gleichstrombetrieb noch wesentlich größer. Die Gasentladung erlischt bei Wechselstrom schon etwa vor dem Nulldurchgang des Stromes und setzt nach diesem Nulldurchgang erst wieder ein, wenn die sinusförmige Netzspannung auf einen gewissen Wiederzündwert angestiegen ist. In dieser Zwischenzeit findet keine Entladung und auch keine Strahlungserzeugung statt.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung werden anhand der Zeichnung näher erläutert, die ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. Schaltungsanordnung darstellt.

Die Zeichnung zeigt schematisch eine Vorrichtung bzw. Schaltungsanordnung zur Erzeugung von Ozon aus Sauerstoff, insbesondere Luftsauerstoff, mittels UV-Strahlung aus einer Gasentladungslampe.

Das Ozon wird aus dem Luftsauerstoff erzeugt, der sich im durch eine Behandlungskammer 15 mit Luftzufuhrrohr 13 und Luftabfuhrrohr 14 durchströmenden Luftstrom befindet.

Die Erzeugung des Ozons erfolgt dabei durch die Einwirkung von UV-Strahlung, die in einer Gasentladungslampe 6 mit Elektroden 7, 8 erzeugt wird und aus der die Gasentladungslampe bildenden UV-durchlässigen Glasröhre 17, beispielsweise aus Quarzglas, austritt.

Der durch die Behandlungskammer 15 geführte Luftstrom kann vergrößert bzw. beschleunigt

werden durch einen in der Luftzufuhrleitung 13 angeordneten Kompressor 16.

Die Gasentladungslampe 6 wird über eine Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung 5 aus einem Wechselstromnetz mit Netzleitungen 1 und 2 gespeist. An einer der Netzleitungen ist ein Netzschalter 3 angebracht.

Durch die Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung 5 wird die Gasentladungslampe 6 mit Gleichstrom betrieben. Die Gleichspannungs-Vervielfacher-Schaltung 5 besteht dabei aus mehreren hintereinander geschalteten Spannungsverdoppelstufen, an sich bekannter Art.

Durch den Gleichstrombetrieb ergibt sich eine Einsparung an Energie bis zu 30 %. Auch erfolgt beim sofortigen Start beim Einschalten der Lampe kein störendes Flackern. Solange die Gasentladungslampe 6 noch nicht gezündet hat, liefert die Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung 5 bei dem Strom Null eine sehr hohe Spannung, welche die Zündung der Gasentladungslampe 6 bewirkt. Nach der Zündung nimmt der Innenwiderstand der Gasentladungslampe 6 wesentlich ab, so daß der Betriebsstrom erheblich ansteigen kann.

Zusätzlich kann in der Spannungsversorgung der Gasentladungslampe 6 ein Umpolschalter 9 angeordnet sein. Durch die Anordnung des Umpolalters 9 wird bei jedem Einschalten der Gasentladungslampe 6 die Polung lastlos umgeschaltet, so daß das Auftreten einer Kataphorese verhindert wird.

Der Umpolschalter 9, der als Stromstoß-Umpolschalter ausgebildet ist, wird von einer Relaispule 4 (über strichliert dargestellte Verbindungen) betätigt. Die Relaispule 4 ist beispielsweise für 220 Volt Wechselspannung ausgelegt. Um die Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung 5 anzuschalten, ist in einer Zuleitung eine Verzögerungsschaltung 10 vorgesehen, die einen Arbeitskontakt 12 schaltet. Dabei kann die Schaltung 10 beispielsweise eine Relaispule und einen dazu parallel geschalteten Kondensator (nicht dargestellt) aufweisen, wodurch eine verzögerte Einschaltung des Arbeitskontaktes 12, gegenüber der Einschaltung durch den Netzschalter 3 und gegenüber der Umpolung durch das Relais 4, bewirkt wird.

Das Relais in der Verzögerungsschaltung 10 zieht innerhalb einer Halbperiode, d.h. innerhalb von etwa 10 msec bei 50 Hz Wechselspannung an. Durch diese Ausbildung wird die Gleichrichter-Vervielfacherschaltung 5 später als nach 10 msec an die Netzspannung gelegt, beispielsweise frühestens nach 50 msec, d.h. 2,5 Wechselspannungsperioden, zweckmäßig jedoch nicht später als 100 msec.

Als Umpolschalter 9 kann ein doppelpoliger, elektromagnetischer Stromstoßwechselschalter dienen.

Die Speisung der Verzögerungsschaltung 10 kann beispielsweise über eine (nicht dargestellte) Gleichrichteranordnung erfolgen, die direkt am Netz 1,2 anliegt.

Beim Einschalten der Netzspannung mit dem Netzschalter 3 werden die Umschaltkontakte des Umschaltgerätes 9 mittels des Relais 4 lastfrei umgeschaltet, sodaß das Gleichrichter-Spannungs-Vervielfacher-Gerät 5 noch nicht arbeitet, denn der Arbeitskontakt 12 ist noch offen. Bevor sich die vom Gleichrichter-Spannungs-Vervielfacher-Gerät 5 erzeugte Gleichspannung aufbaut und die Zündung, der Gasentladungs-Lampe 6 beginnen kann, liegt das Umpolschaltgerät 9 in einer gegenüber der vorhergehenden Betriebsperiode vertauschten Polung vor. Beim Abschalten mit dem Netzschalter 3 wird zwar die Erregerspule 4 des Stromstoß-Umpolungsschalters 9 stromlos, der Kontakt verharrt jedoch in seiner Lage. Beim erneuten Wiederanschalten des Gerätes an das Netz durch Betätigung des Netzschalters 3 wird zunächst der Umpolungsschalter 9 mit der unverzögert erregten Spule 4 den Kontaktapparat umlegen. Dann erfolgt mit einer wählbaren Verzögerung von mindestens 50 msek die Anschaltung der Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung 5 an das Netz über den durch die Verzögerungsschaltung 10 geschlossenen Kontakt 12. Bei jeder Schließung des Netzschalters 3 wird somit eine lastlose Umpolung der Gasentladungslampe 6 bewirkt, bevor sie durch die Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung 5 zum Zünden und Brennen gebracht wird. Damit wird ein Kataphorese-Effekt bei der mit Gleichstrom betriebenen Gasentladungslampe 6 vermieden.

Die zwischen den Elektroden 7, 8 auftretende Gasentladung bewirkt aufgrund der entsprechenden Gasfüllung der Gasentladungslampe 6 das Entstehen einer UV-Strahlung, deren Energie ausreicht, um aus (Luft-)Sauerstoff Ozon zu erzeugen. Die erzeugte UV-Strahlung kann durch die Glasröhre 17 in den Behandlungsraum 15 aus- bzw. eintreten und dort die Umwandlung von O_2 in O_3 bewirken.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugung ultravioletter Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen etwa $\lambda = 150$ und 300 Nanometer, wobei im Wellenlängenbereich $\lambda = 185$ nm Ozon und im Wellenlängenbereich $\lambda = 260$ nm keimtötende Strahlung entsteht, aus elektrischer Energie, die in Niederspannungs-Gasentladungsröhren mit je einem Elektrodenpaar in Strahlungsenergie umgewandelt wird, wobei das Wandmaterial dieser Röhren aus an sich bekanntem, für den genannten λ -Bereich gut durchlässigem Material besteht und deren Innenraum mit einer an sich bekannten Gas- und Quecksilberdampf-Mischung gefüllt ist, vorzugsweise zum Reinigen von Wasser,

gekennzeichnet durch
eine Gasentladungslampe (6) in einer
Behandlungskammer (15) mit Luftzufuhrrohr (13)

und Luftabfuhrrohr (14), mit einem gasgefüllten UV-durchlässigen Rohr (17) und mit Elektroden (7, 8), die von einer Gleichspannungsvervielfacher-Schaltung (5) aus einem Wechselspannungsnetz (1, 2) mit Einschalter (3) gespeist wird.

- 5
10
15
20
25
30
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch,
einen zwischen Gleichspannungsvervielfacher-Schaltung (5) und Gasentladungslampe (6) angeordneten Umpolungsschalter (9), der durch eine Erregerspule (4) betätigt wird und durch eine in einer Versorgungsleitung der Gleichrichter-Vervielfacher-Schaltung (5) angeordnete Verzögerungsschaltung (10), die die Gleichspannungs-Vervielfacher-Schaltung (5) über einen gesteuerten Arbeitskontakt (12) verzögert gegenüber dem Umpolungsvorgang schaltet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch
einen Kompressor (16) in der Luftzufuhrleitung (13) zur Behandlungskammer (15).
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 3, gekennzeichnet durch
langlebige Kaltstart-Sinterelektroden als Elektroden (7, 8) der Gasentladungslampe (6).

Claims

- 35
40
45
50
1. Device for producing ultraviolet radiation in the wave range between approximately $\lambda = 150$ and 300 nanometers, ozone developing in the wave range $\lambda = 185$ nm and germicidal radiation being produced in the wave range $\lambda = 260$ nm, from electrical energy which is converted into radiant energy in low-voltage gas-discharge tubes each having a pair of electrodes, the wall material of these tubes consisting of a material which is known *per se* and has good permeability for the said λ wave range and their interiors being filled with a gas and mercury vapour mixture which is known *per se*, preferably for purifying water, characterised by a gas-discharge lamp (6) in a treatment chamber (15) having an air inlet pipe (13) and air outlet pipe (14), having a gas-filled UV radiation transmitting tube (17) and having electrodes (7, 8), which lamp is fed by a d.c. voltage multiplier circuit (5) from an a.c. voltage network (1, 2) having a circuit closer (3).

- 55
60
65
2. Device according to Claim 1, characterised by a pole-changing switch (9) which is arranged between the d.c. voltage multiplier circuit (5) and gas-discharge lamp (6) and actuated by an exciting coil (4), and by a delay circuit (10) which is arranged in a supply line of the rectifier-multiplier circuit (5) and controls the d.c. voltage multiplier circuit (5) via a controlled operating contact (12) with a delayed action in relation to the pole-changing operation.

3. Device according to Claim 1 or 2, characterised by a compressor (16) in the air inlet pipe (13) leading to the treatment chamber (15).

4. Device according to any one of Claims 1 to 3, characterised by long-life cold-start sintered electrodes serving as electrodes (7, 8) of the gas-discharge lamp (6).

5

Revendications

1. Dispositif pour engendrer un rayonnement ultraviolet dans la gamme de longueur d'onde λ comprise entre 150 et 300 nanomètres environ, de préférence pour la purification de l'eau, de l'ozone étant produit dans la gamme de longueur d'onde autour de $\lambda = 185$ nm et un rayonnement stérilisant dans la gage de longueur d'onde autour de $\lambda = 260$ nm, à partir d'énergie électrique qui est transformée en énergie de rayonnement dans des tubes basse tension à décharge en atmosphère gazeuse comportant chacun une paire d'électrodes, le matériau constituant la paroi de ces tubes étant un matériau connu en soi et bien transparent pour ladite gamme de λ , tubes dont l'intérieur est rempli d'un mélange connu en soi de gaz et de vapeur de mercure, caractérisé par une lampe à décharge (6) placée dans une chambre de traitement (15) comportant un conduit d'alimentation (13) d'air et un conduit d'évacuation (14) d'air, laquelle lampe comporte un tube (17) rempli de gaz et perméable aux UV et des électrodes (7, 8) et est alimentée par un circuit multiplicateur (5) de tension continue à partir d'un réseau de tension alternative (1, 2) à contacteur (3).

10

15

20

25

30

35

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par un inverseur de polarité (9) qui est actionné par une bobine d'excitation (4) et placé entre le circuit multiplicateur (5) de tension continue et la lampe à décharge (6), et par un circuit retardateur (10) qui est placé dans une canalisation d'alimentation du circuit redresseur-multiplicateur (5) et qui commute, avec retard par rapport à l'opération d'inversion de polarité, le circuit multiplicateur (5) de tension continue par l'intermédiaire d'un contact de travail commandé (12).

40

45

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par un compresseur (16) placé dans le conduit d'alimentation (13) d'air de la chambre de traitement (15).

50

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par l'utilisation, comme électrodes (7, 8) de la lampe à décharge (6), d'électrodes frittées à amorçage à froid et longue durée de vie.

55

60

65

5

