



⑫ PATENTSCHRIFT A5

11

629 459

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



21 Gesuchsnummer: 15927/76

73 Inhaber:
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha, Tokyo (JP)

② Anmeldungsdatum: 17.12.1976

⑩ Priorität(en): 19.12.1975 JP 50-152521
16.01.1976 JP 51-3828
19.01.1976 JP 51-4735

72 Erfinder:
Norikazu Tabata, Amagasaki-shi (JP)
Takanori Ueno, Amagasaki-shi (JP)
Keisuke Namba, Amagasaki-shi (JP)

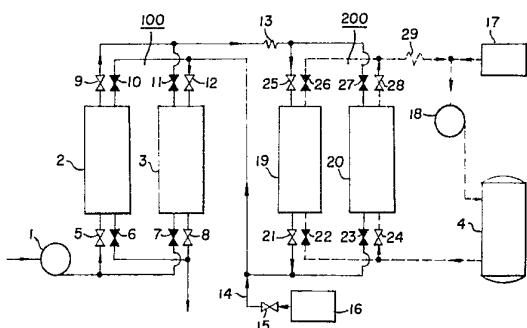
24 Patent erteilt: 30.04.1982

④ Patentschrift
veröffentlicht: 30.04.1982

74 Vertreter:
Bovard & Cie., Bern

54 Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von ozonhaltiger Luft.

57) Beim Verfahren zur Gewinnung von ozonhaltiger Luft, wird trockene Luft, die durch Hindurchleiten von feuchter Luft durch ein mindestens teilweise aus synthetischem Zeolith mit einem Porendurchmesser von weniger als 0,4 nm bestehendes, durch ozonhaltige Luft getrocknetes Feuchtigkeitsadsorptionsmittel regeneriert worden ist, in einem Ozonisator in ozonhaltige Luft umgewandelt. Zur Beschleunigung der Erzielung einer minimalen Ozonersetzungsraten beim Regenerierungsbetrieb wird geeigneterweise bei Anwesenheit von Stickstoffoxiden im Feuchtigkeitsadsorptionsmittel regeneriert. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht aus einem Ozonisator (4) mit zumindest einer Feuchtigkeitsadsorbereinheit (2, 3) mit Umschaltelelementen (5 - 12) für einen abwechselnden Lufttrocknungs- bzw. Regenerierungsbetrieb durch Hindurchleiten von feuchter Luft bzw. trockener, ozonhaltiger Luft. Es sind geeigneterweise Einrichtungen (14 - 16) für eine Einspeisung von Stickstoffoxiden, insbesondere NO_2 , in die Feuchtigkeitsadsorbereinheit (2, 3) vorgesehen, wobei das Feuchtigkeitsadsorptionsmittel in der Feuchtigkeitsadsorbereinheit (2, 3) mindestens teilweise aus synthetischem Zeolith besteht, dessen Feinporendurchmesser eine Adsorption von Wasser zulässt, jedoch für eine Adsorption von Ozon zu klein ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Gewinnung von ozonhaltiger Luft, bei dem trockene Luft in einem Ozonisator in ozonhaltige Luft umgewandelt wird, wobei die Luft durch Hindurchleiten durch ein Feuchtigkeitsadsorptionsmittel getrocknet wird, das seinerseits durch ozonhaltige Luft getrocknet wurde, dadurch gekennzeichnet, dass das eingesetzte Feuchtigkeitsadsorptionsmittel mindestens teilweise aus synthetischem Zeolith mit einem Porendurchmesser von weniger als 0,4 nm besteht.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Patentanspruch 1 zur Erzeugung von Ozon mit einem Ozonisator, zumindest einer Feuchtigkeitsadsorbereinheit und Umschaltmitteln am Ein- und Auslass derselben für einen abwechselnden Lufttrockungs- bzw. Regenerierungsbetrieb des Adsorbers durch abwechselndes Hindurchleiten von feuchter Luft bzw. trockener, ozonhaltiger Luft, gekennzeichnet durch eine zumindest teilweise Füllung der Adsorbereinheit (2 bzw. 3) mit synthetischem Zeolith, mit einem Feinporendurchmesser unter 0,4 nm, dessen Feinporendurchmesser eine Adsorption von Wasser zulässt, jedoch für eine Adsorption von Ozon zu klein ist.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zu trocknende Luft zunächst durch Kieselsäuregel und anschliessend durch synthetischen Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 0,4 mm geleitet wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass für die Anwesenheit von Stickstoffoxiden, insbesondere von Stickstoffdioxid (NO_2), im auf Regenerierungsbetrieb geschalteten Feuchtigkeitsadsorptionsmittel gesorgt wird.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Adsorbereinheit(en) (2 bzw. 3) auf der Luftzuführseite mit Kieselsäuregel und auf der Ozonisatorseite mit synthetischem Zeolith gefüllt ist bzw. sind.

6. Vorrichtung nach Patentanspruch 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kieselsäuregel bzw. der synthetische Zeolith in getrennten Kammern (2a, 3a bzw. 2b, 3b) vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 2, 5 oder 6, gekennzeichnet durch eine paarweise Anordnung der Feuchtigkeitsadsorber (2, 3), die alternierend auf Lufttrocknungs- bzw. Regenerierungsbetrieb geschaltet sind.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch 2, gekennzeichnet durch Einrichtungen (14 bis 16) für eine Einspeisung von Stickstoffoxiden, insbesondere von NO_2 , in die Adsorbereinheit(en) (2 bzw. 3).

9. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 2 oder 8, gekennzeichnet durch einen Sauerstoffkreislauf mit Sauerstoffzufuhr (17, 18), Ozonisator (4) und Ozontrenntürmen (19, 20), durch die abwechselnd von den Adsorbereinheiten herkommende getrocknete Luft bzw. vom Ozonisator kommender ozon-beladener Sauerstoff geleitet wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Im weiteren bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Ozongenerator der herkömmlichen Art ist in Fig. 1 dargestellt. Diese zeigt ein Kolben- bzw. Kompressionsgebläse (1) für die Einspeisung geeignet komprimierter Luft (nachfolgend einfach als «Gebläse» bezeichnet), Feuchtigkeitsadsorptionstürme 2 und 3 (nachfolgend einfach als «Adsorbertürme» bezeichnet), die mit einem feuchtigkeitsadsorbierenden Mittel wie Silicagel gefüllt sind und einen Ozonisator 4, in dem Ozon durch stille elektrische Entladung in

der durch den Adsorberturm 2 oder 3 getrockneten Luft erzeugt wird. 5 bis 12 sind Magnetventile am Ein- und Ausgang der Türme, und 13 ist ein Strömungswiderstand, mit dem der Druck der vom Ozonisator 4 erzeugten trockenen, ozonhaltigen Luft auf einen vorbestimmten Wert herabgesetzt wird.

Der Feuchtigkeitsaustauscher 100 wird durch die Kombination der Elemente 1 bis 3 und 5 bis 13 gebildet.

Diese herkömmliche Vorrichtung zur Erzeugung von Ozon arbeitet wie folgt (wobei zunächst die Arbeitsweise des Adsorberturms 2 zur Trocknung der vom Gebläse 1 gelieferten feuchten Luft und die Regenerierung des Adsorberturms 3 durch Trocknung des Feuchtigkeitsadsorptionsmittels durch die vom Ozonisator 4 erzeugt bzw. herkommende trockene ozonhaltige Luft erläutert wird):

Bei geöffneten Magnetventilen 5, 8, 9 und 12 und geschlossenen Magnetventilen 6, 7, 10 und 11 gelangt die vom Gebläse 1 zugeführte feuchte Luft durch das Ventil 5 in den Adsorberturm 2 und wird dort durch die Silicagelfüllung 20 des Turms getrocknet. Die trockene Luft gelangt durch das Magnetventil 9 zum Ozonisator 4, wo ein Teil des Sauerstoffs der trockenen Luft durch stille Entladung in Ozon umgewandelt wird.

Die resultierende trockene, ozonhaltige Luft wird zur 25 Verminderung des Drucks auf einen vorbestimmten Wert durch den Strömungswiderstand 13 geschickt und über das Magnetventil 12 in den Adsorberturm 3 geleitet, wo sie unter Regenerierung des Feuchtigkeitsadsorbers in feuchte, ozonhaltige Luft umgewandelt wird. Die feuchte, ozonhaltige Luft wird über das Magnetventil 8 an den Ozonverbraucher abgegeben.

Wenn die Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit des Adsorberturms 2 nachlässt, werden die Magnetventile 5, 8, 9 und 12 geschlossen, während die Magnetventile 6, 7, 10 und 11 35 geöffnet werden. Auf diese Weise wird der Adsorberturm 2 vom Lufttrockenbetrieb auf den Regenerierungsbetrieb umgeschaltet, während der Adsorberturm 3 vom Regenerierungsbetrieb auf den Lufttrocknungsbetrieb umgeschaltet wird. Diese Arbeitsweise der Adsorbertürme 2 und 3 wird alternierend wiederholt unter Erzielung der Funktion eines Feuchtigkeitsaustauschers 100.

Fig. 2 zeigt ein Kurvenbild für den Betrieb des Ozon- erzeugers gemäß Fig. 1, und zwar ist die Ozonkonzentration in der trockenen, ozonhaltigen Luft am Ausgang des 45 Ozonisators 4 (C_1) bzw. die Ozonkonzentration in der feuchten, ozonhaltigen Luft, die vom Adsorberturm 2 oder 3 bei Regenerierungsbetrieb abgegeben wird (C_2) in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen.

Wie aus dem Kurvenbild hervorgeht, wird Ozon der trockenen, ozonhaltigen Luft an der Oberfläche des Feuchtigkeitsadsorptionsmittels während der Adsorberregenerierung zersetzt bzw. verbraucht, so dass die Ozonkonzentration C_2 relativ niedriger ist als die Ozonkonzentration C_1 zum Zeitpunkt nach Füllung des Adsorbers.

Bei Verwendung von Silicagel als Adsorber im Normalzustand bzw. bei stetigem Betrieb wird die Ozonersetzung durch das Adsorptionsmittel bei der Regenerierung desselben durch die trockene, ozonhaltige Luft jedoch durch die sauren Gruppen an der Silicageloberfläche gehemmt, so dass 60 die Ozonkonzentration C_1 der trockenen, ozonhaltigen Luft im wesentlichen die gleiche ist, wie die Ozonkonzentration C_2 der feuchten, ozonhaltigen Luft.

Wenn allerdings die Adsorbertürme 2 bzw. 3 umgeschaltet werden, so gelangt trockene, ozonhaltige Luft in das zu- 65 vor als Trockenmittel für die feuchte Luft benutzte Silicagel, wodurch ein Teil des Ozons (üblicherweise 0,001 bis 0,003 Gew.-%) am Silicagel adsorbiert wird. Demgemäß nimmt die Ozonkonzentration C_2 der feuchten, ozonhaltigen Luft

(hinter dem Adsorber) plötzlich ab, bis die Ozonsättigung des Adsorbers erreicht ist.

Die Zeitspanne von der Abnahme der Ozonkonzentration bis zur Rückkehr zum Normalzustand wird als Ozonkonzentrations-Absenkungsperiode bezeichnet.

Auf der anderen Seite nimmt die Ozonkonzentration C_1 der trockenen, ozonhaltigen Luft nach dem Umschaltvorgang zu, da am Silicagel adsorbiert Ozon desorbiert wird und von der zum Ozonisator 4 gelagenden trockenen Luft mitgenommen wird, wenn der mit Ozon beladene Silicagel nach Umschaltung auf Trockenbetrieb zum Trocknen der Luft benutzt wird.

Die auf den Umschaltvorgang folgende Ozonkonzentrations-Absenkungsperiode ist proportional zur Adsorbermenge erhöht bzw. von längerer Dauer.

Auf der anderen Seite hängt der Wirkungsgrad der Ozonherstellung im Ozonisator 4 stark von dem Grad der Trocknung der eingespeisten trockenen Luft ab. Wenn beispielsweise trockene Luft mit einem Taupunkt von -60°C statt eines Taupunktes von -50°C zum Ozonisator 4 geschickt wird, nimmt der Wirkungsgrad der Ozonherstellung um etwa 10% zu.

Um nun den Wirkungsgrad der Ozonherstellung durch Absenkung des Taupunktes der trockenen Luft bei Verwendung von Silicagel als Adsorptionsmittel möglichst zu erhöhen, sollte die Silicagelmenge recht gross sein, da das Adsorptionsvermögen von Silicagel für Feuchtigkeit bei niedrigem Feuchtigkeitsgehalt recht gering ist. Demgemäß ist die Ozonkonzentrations-Absenkungsperiode verlängert und die Anwendung der ozonhaltigen Luft beschränkt und es wird eine Kontrollvorrichtung für die Ozonkonzentration benötigt, was insgesamt nachteilig ist.

Aktiviertes Aluminiumoxid und synthetischer Zeolith (mit einem Porendurchmesser von mehr als 4 Å), die für die Herabsetzung des Taupunktes von Luft verwendet wurden, können als Feuchtigkeitsadsorber im vorliegenden Falle nicht benutzt werden, da sie Ozon zersetzen.

Ziel der Erfindung ist nun ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von ozonhaltiger Luft, bei denen die vorstehend erläuterten Schwierigkeiten bestmöglich vermieden werden.

Dies wird erfundungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1 und 2 erzielt.

Der synthetische Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å adsorbiert grosse Moleküle, wie das Ozonmolekül, nicht, sondern lediglich kleine Moleküle, wie Wassermoleküle, deren Durchmesser geringer ist als der Porendurchmesser des Adsorptionsmittels. Demgemäß wird Ozon nicht zersetzt und die Ozonkonzentration der durch den Feuchtigkeitsaustauscher geleiteten ozonhaltigen Luft nicht vermindert.

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf die angefügten Zeichnungen; es zeigen:

Fig. 1 ein Schema für eine herkömmliche Vorrichtung zur Ozonherstellung;

Fig. 2 und 3 Kurvenbilder für die Ozonkonzentration in der Vorrichtung zur Ozonherstellung gemäß Fig. 1;

Fig. 4 ein Kurvenbild für die Feuchtigkeitsadsorption durch synthetischen Zeolith bzw. Silicagel in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt (der Luft);

Fig. 5 und 6 je ein Schema für eine Vorrichtung zur Ozonherstellung gemäß der Erfindung; und

Fig. 7 ein Schema für eine erfundungsgemäße Vorrichtung zur Ozonherstellung vom Typ mit Sauerstoffrückführung.

Aufbau und Arbeitsweise der erfundungsgemäßen Vorrichtung zur Ozonherstellung ähneln im wesentlichen der herkömmlichen Ozonherstellungsvorrichtung, jedoch ist synthe-

tischer Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å in den Feuchtigkeitsaustauschern 2 bzw. 3 anstelle von Silicagel vorgesehen.

Es kann angenommen werden, dass der synthetische Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å in Anbetracht seiner Kristallstruktur kaum Ozon adsorbiert, während die Ozonzersetzung an Silicagel durch die sauren Gruppen an der Oberfläche des Silicagels gehemmt wird.

Der synthetische Zeolith hat im dreidimensionalen Netzwerk Hohlräume und die Adsorption findet im wesentlichen in diesen Hohlräumen statt. Wenn also der Porendurchmesser am Einlass der Hohlräume kleiner als 4 Å gewählt wird, können grosse Moleküle, wie das Ozonmolekül, praktisch nicht adsorbiert werden, sondern es werden nur kleine Moleküle, wie Wassermoleküle, adsorbiert und der am synthetischen Zeolith nicht adsorbierte Ozon wird nicht wesentlich zersetzt.

Fig. 4 zeigt das Adsorptionsvermögen von synthetischem Zeolith bzw. Silicagel für Feuchtigkeit. Wie man sieht, ist 20 das Feuchtigkeitsadsorptionsvermögen des synthetischen Zeoliths (gestrichelte Kurve) bei geringer Luftfeuchtigkeit erheblich höher als dasjenige von Silicagel (ausgezogene Kurve). Trockene Luft mit niedrigem Taupunkt kann daher mit einer relativ geringen Menge synthetischen Zeoliths erzielt 25 werden.

Die erfundungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung von Ozon ist nicht auf den oben genannten Ozonisator 4 beschränkt, sondern umfasst einen Ozongenerator vom Sauerstoffrückführungstyp, der neben dem Ozonisator 4 einen 30 Ozontrennturm bzw. eine Ozontrennungseinheit aufweist.

Wie oben angegeben ist, wird gemäß der Erfindung synthetischer Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å als Feuchtigkeitsadsorber benutzt, wodurch der Taupunkt der trockenen Luft unter Anwendung einer geringen Menge 35 Feuchtigkeitsadsorber herabgesetzt werden kann, so dass der Wirkungsgrad der Ozonherstellung verbessert ist und die Ozonkonzentrations-Absenkungsperiode verkürzt werden kann und die Vorrichtung mit hohem Nutzeffekt arbeiten 40 und verkleinert werden kann, was als bemerkenswerter Vor teil zu werten ist.

Fig. 5 zeigt ein Schema für die andere Ausführungsart der erfundungsgemäßen Vorrichtung zur Ozonherstellung. Das Gebläse 1, der Ozonisator 4, die Magnetventile 5 bis 12 und der Strömungswiderstand 13 sind die gleichen wie bei der 45 herkömmlichen Vorrichtung gemäß Fig. 1. Ihre Erläuterung braucht daher nicht wiederholt zu werden.

Jeder der Adsorbertürme 2 bzw. 3 ist auf der Gebläsesseite mit Silicagel gefüllt, während auf der Ozonisatorseite synthetischer Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å 50 vorgesehen ist.

Die Betriebsweise des Ozongenerators mit der gleichen Struktur wie die herkömmliche Vorrichtung gemäß Fig. 1, entspricht den weiter oben angegebenen Erläuterungen zu Fig. 1.

Es ist anzunehmen, dass der synthetische Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å als Feuchtigkeitsadsorber Ozon in Anbetracht seiner Kristallstruktur schwerlich adsorbiert und dass kaum eine Ozonzersetzung verursacht wird, während die Zersetzung von Ozon an der Oberfläche des Silicagels, wie oben erwähnt wurde, durch die sauren 55 Gruppen gehemmt wird.

Die Adsorptionsfähigkeit für Feuchtigkeit bei geringer (Luft)Feuchtigkeit ist bemerkenswert höher als beim Silicagel, wie aus Fig. 4 hervorgeht. Demgemäß kann trockene Luft mit niedrigem Taupunkt unter Anwendung geringer 60 Mengen Feuchtigkeitsadsorber erzielt werden.

Auf der anderen Seite ist die Adsorptionsfähigkeit von Silicagel für Feuchtigkeit bei hoher (Luft)Feuchtigkeit höher

als beim synthetischen Zeolith. Demgemäß kann eine höhere Feuchtigkeitsadsorption durch die Kombination von Silicagel und synthetischem Zeolith, verglichen mit der gleichen Menge synthetischen Zeoliths allein, erzielt werden. Außerdem kann die Lebensdauer des Adsorbers als Feuchtigkeitsadsorber verlängert werden.

Bei der erläuterten Ausführungsart werden zwei Adsorbertürme 2 bzw. 3 umschichtig für die Lufttrocknung bzw. die Adsorberregeneration verwendet. Es ist möglich, lediglich einen Adsorberturm 2 oder 3 vorzusehen, so dass alternativ die Lufttrockenoperation und die Adsorberregeneration durch Umschaltung der Durchgänge durch gewisse Schaltmittel wiederholt werden.

Bei der Ausführungsart wird ein Turm vom Einbehältertyp als Adsorberturm 2 oder 3 angewandt.

Bei der weiteren Ausführungsart der Erfindung, wie sie in Fig. 6 dargestellt ist, haben die Adsorbertürme 2 bzw. 3 einen Aufbau vom Zweizellentyp mit den gesonderten Zellen 2a, 2b und 3a, 3b, wobei das Silicagel in die Zellen 2a und 3a und der synthetische Zeolith in die Zellen 2b und 3b gefüllt wird.

Diese Ausführungsart hat den Vorteil, dass ein Austausch der Feuchtigkeitsadsorber gesondert erfolgen kann.

Wie vorstehend dargelegt wurde, werden bei der Ausführungsart der Erfindung Silicagel und synthetischer Zeolith als Feuchtigkeitsadsorber in den Adsorberturm gefüllt, der die Funktion des Feuchtigkeitsaustauschers des Ozongenerators hat, wobei das Silicagel für die Adsorption der zu Beginn vorhandenen Feuchtigkeit dient, während der synthetische Zeolith für die Endadsorption der Feuchtigkeit bzw. Feuchtigkeitsreste benutzt wird. Der Wirkungsgrad der Ozonerzeugung ist demgemäß verbessert und die Ozonkonzentrations-Absenkungsperiode beim Umschaltvorgang kann unter Erzielung bemerkenswerter Ergebnisse im praktischen Betrieb verkürzt werden.

Nachfolgend wird die andere Ausführungsart erläutert: Die Ozonersetzungsrate an der Oberfläche des Adsorbers liegt im Falle von Silicagel oder synthetischem Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å im allgemeinen im Bereich von etwa 10 bis 20 Gew.-% und sie beträgt etwa 50 Gew.-% im Falle von Aluminiumoxid, während mit synthetischem Zeolith mit einem Porendurchmesser über 4 Å ein Bereich von etwa 80 bis 100 Gew.-% gefunden wird.

Die Ozonersetzung durch den Adsorber nimmt abhängig vom Betrieb des Ozonisators 4 allmählich ab unter Erreichung einer Konstanten.

Die Ozonersetzungsrate im Normalzustand ist proportional zur Feuchtigkeitsadsorbermenge. Unter den speziellen Bedingungen liegt das Verhältnis von im Normalzustand zerstettem Ozon zum Feuchtigkeitsadsorber im Bereich von 0,1 bis 0,5 Gew.-% im Falle von Silicagel oder synthetischem Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å und im Bereich von 15 bis 70 Gew.-% im Falle von Aluminiumoxid oder synthetischem Zeolith mit einem Porendurchmesser über 4 Å.

Die Ozonersetzungsrate im Normalzustand ist also im Falle von Silicagel oder synthetischem Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å bemerkenswert niedrig, allerdings nimmt die Erreichung des Normalzustandes eine relativ lange Zeitdauer ein. Während dieser Zeitdauer liegt der Nutzeffekt des Generatorbetriebes nachteilig niedrig.

Diese Nachteile der herkömmlichen Vorrichtungen werden durch die Erfindung beseitigt, und zwar wurde die graduelle Inhibition der Ozonersetzung durch den Feuchtigkeitsadsorber durch geringe Mengen an Stickstoffoxiden, die durch Ozon im naszierenden Zustand erzeugt werden, näher untersucht. Auf diese Weise kann die Ozonersetzungsrate im Normalzustand innerhalb relativ kurzer Zeit in Be-

trieb nach Füllung mit neuem Adsorber (bzw. Umschaltung auf regeneriertes Material) erreicht werden.

Aufbau und Betrieb der Anlage entsprechen der herkömmlichen Vorrichtung gemäß Fig. 1 und werden daher 5 nicht nochmals erläutert.

Erfindungsgemäß wird jedoch der Feuchtigkeitsadsorber, wie das Silicagel oder der synthetische Zeolith mit einem Porendurchmesser unter 4 Å, in den Adsorbertürmen 2 bzw. 3 bei einer solchen Anlage mit Stickstoffoxiden oder einer 10 Stickstoffoxide und Ozon enthaltenden Gasmischung behandelt, wodurch die Zentren für die Ozonersetzung an der Oberfläche des Feuchtigkeitsadsorbers durch die Stickstoffoxide «vergiftet» bzw. besetzt werden und so die Ozonersetzung inhibiert wird, wodurch die minimale Ozonersetzungsrate im Normalzustand innerhalb einer kurzen Zeitdauer erreicht werden kann.

Bei dieser Ausführungsart des Ozongenerators bzw. der Vorrichtung zur Erzeugung von Ozon kann der Verlust an Stickstoffoxiden bei der Lufttrockenoperation durch die 20 Zufuhr von Stickstoffoxiden abgedeckt werden, die im Ozonisator 4 erzeugt werden. Demgemäß ist es nicht notwendig, Stickstoffoxide während des Betriebes einzuspeisen.

Bei der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsart des Ozongenerators vom Typ mit Sauerstoffrückführung entsprechen 25 das Gebläse 1 und die Feuchtigkeitsaustauschereinheit 100 mit den Adsorbertürmen 2 und 3 sowie den Magnetventilen 5 bis 12 und dem Strömungswiderstand 13 und der Ozonisator 4 der herkömmlichen Vorrichtung gemäß Fig. 1 und werden daher nicht nochmals erläutert. Zusätzlich sind jedoch 30 ein Einlass 14 für die Einspeisung von Stickstoffoxiden, ein Speiseventil 15, ein Vorratsbehälter 16 für Stickstoffoxide, eine Einrichtung 17 für die Zulieferung von Sauerstoff, ein Gebläse 18 für die Druckeinspeisung des von der Einrichtung 17 zugelieferten Sauerstoffs sowie Ozontrenntürme 19 und 20 mit Ventilen 21 bis 28 und ein Strömungswiderstand 29 vorgesehen. Die Ozontrenntürme 19 und 20 dienen zur Abtrennung von Ozon aus der vom Ozonisator 4 erzeugten ozonhaltigen Luft durch Adsorption und in die Trenntürme ist Silicagel als Feuchtigkeitsadsorber bzw. Adsorber gefüllt.

Der Ozongenerator 200 vom Sauerstoffrückführungstyp bzw. mit Sauerstoffkreislauf wird durch die Teile 1 bis 29 gebildet; die Anlage arbeitet wie folgt (siehe Fig. 7):

Der Betrieb der Feuchtigkeitsaustauschereinheit 100 entspricht der herkömmlichen Vorrichtung gemäß Fig. 1 und braucht daher nicht mehr beschrieben zu werden. Für die nachfolgende Erläuterung wird vorausgesetzt, dass der Adsorberturm 2 auf Lufttrockenbetrieb, der Adsorberturm 3 auf Adsorberregenerationsbetrieb, der Ozontrennturm 19 auf 45 Ozodesorptions- und der Ozontrennturm 20 auf Ozonadsorptionsbetrieb eingestellt sind. In diesem Falle sind die Magnetventile 21, 24, 25 und 28 geöffnet und die Magnetventile 22, 23, 26 und 27 geschlossen. Von der Einrichtung 17 zugelieferter Sauerstoff wird vom Gebläse 18 verdichtet 50 und in den Ozonisator 4 geschickt. Beim Durchgang durch den Ozonisator 4 wird ein Teil des Sauerstoffs durch stille Entladung in Ozon umgewandelt. Der ozonhaltige Sauerstoff wird über das Ventil 24 in den Ozontrennturm 20 geleitet, wo Ozon adsorbiert und abgetrennt wird, während nur 55 Sauerstoff über das Ventil 28 zum Gebläse 18 zurückgeführt wird. Eine der Sauerstoffabnahme durch Umwandlung in Ozon entsprechende Menge wird von der Einrichtung 17 nachgeliefert und der beschriebene Betrieb wiederholt.

Auf der anderen Seite werden in der Feuchtigkeitsaustauschereinheit 100 die Trockenoperation und die Adsorberregenerierung alternierend in den Adsorbertürmen 2 bzw. 3 wiederholt, wobei die trockene Luft kontinuierlich über den Strömungswiderstand 13 und das Magnetventil 25 in den

Ozontrennturm 19 eingespeist wird. Der im Turm 19 adsorbierte Ozon wird unter Bildung von trockener ozonhaltiger Luft desorbiert, die dann zum Adsorberturm 2 bzw. 3 mit Regenerierungsbetrieb zurückgeführt wird.

Wenn nun im Ozontrennturm 20 genügend Ozon adsorbiert ist oder im Ozontrennturm 19 genügend Ozon desorbiert wurde, werden die Magnetventile 21, 24, 25 und 28 geschlossen und die Magnetventile 22, 23, 26 und 27 geöffnet, wodurch ein Wechsel im Betrieb der Trenntürme auftritt, und zwar wird der Trennturm 19 auf Ozonadsorptionsbetrieb geschaltet, während der Trennturm 20 auf Desorptionsbetrieb umgeschaltet wird. Diese Arbeitsweise der Ozontrenntürme 19 und 20 wird umschichtig wiederholt unter Erzielung der gewünschten Funktion im Ozongenerator 200 vom Sauerstoffrückführungstyp.

Während der Anfangsperiode des Betriebes der Feuchtigkeitsaustauschereinheit 100 oder wenn sich Ozon in der trockenen, ozonhaltigen Luft, die vom Ozontrennturm 19 oder 20 abgegeben wird, im Adsorberturm 2 bzw. 3 bei Adsorberregenerierungsbetrieb zu zersetzen beginnt, wird das Einlassventil 15 zur Einspeisung von Stickstoffoxiden des Vorratsbehälters 16 über den Einlass 14 in die trockene, ozonhaltige Luft geöffnet. Die Stickstoffoxide werden an der Oberfläche des Feuchtigkeitsadsorbers im Adsorberturm 2 bzw. 3 adsorbiert unter Regenerierung der Funktion der

Inhibierung der Ozonersetzung und der Normalbetrieb wird somit fortgesetzt. In dem Falle werden die Stickstoffoxide nicht in die Ozontrenntürme 19 bzw. 20 eingespeist.

Wenn eine Zufuhr von Stickstoffoxiden durch den Ozonator 4 (wie bei einem Ozongenerator 200 vom Sauerstoffrückführungstyp) unmöglich ist, können bessere Ergebnisse erzielt werden, wenn man Mittel für die Zulieferung von Stickstoffoxiden vorsieht.

Bei den (beschriebenen) Ausführungsarten der Erfindung 10 werden zwei Adsorbertürme verwendet. Es ist so möglich, die Erfindung in dem Falle anzuwenden, dass die Lufttrockenoperation und die Adsorberregenerierung alternierend in einem Adsorberturm mit entsprechenden Umschaltventilen durchgeführt werden. Zu den Stickstoffoxiden gehören NO, 15 NO₂ und N₂O₃ usw. Die Verwendung von NO₂ wird in Anbetracht der leichten Adsorption am Feuchtigkeitsadsorber für bevorzugt gehalten.

Wie vorstehend dargelegt wurde, kann die Ozonersetzung durch den Feuchtigkeitsadsorber bei der Ausführungsart 20 inhibiert und die minimale Ozonersetzungsrates im Normalzustand innerhalb einer kurzen Zeitdauer durch Adsorption von Stickstoffoxiden am Feuchtigkeitsadsorber erreicht werden, der in die Feuchtigkeitsaustauschereinheit des Ozongenerators gefüllt ist. Die praktischen Vorteile sind demge- 25 mäss bemerkenswert.

FIG. 1

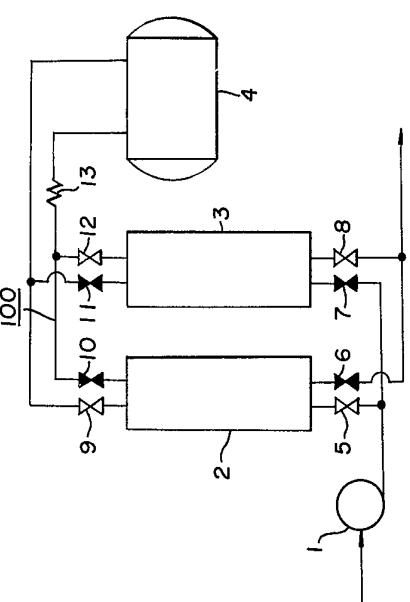


FIG. 2

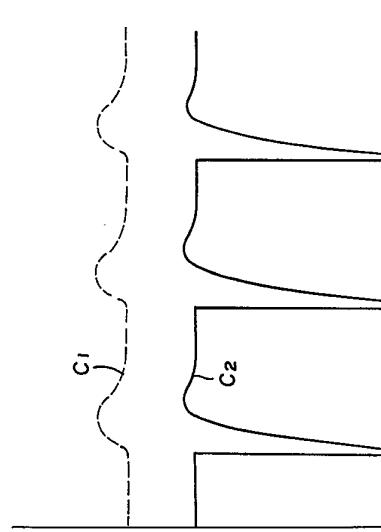


FIG. 5

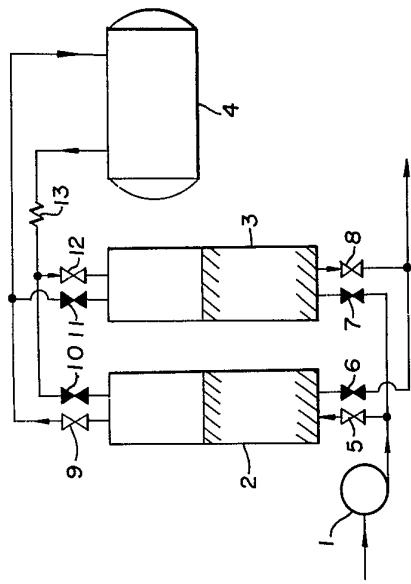


FIG. 6

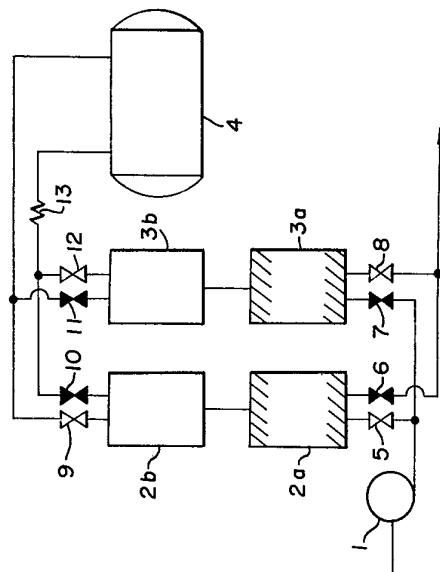


FIG. 3

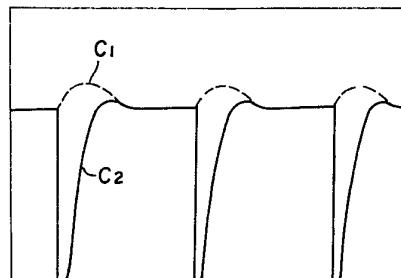


FIG. 4

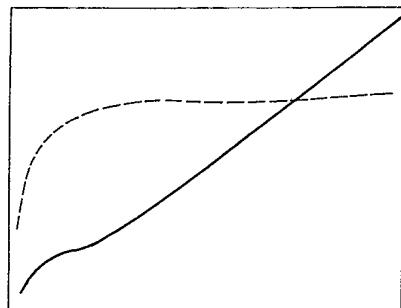


FIG. 7

