



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: C 02 F

1/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

PATENT SCHRIFT A5

11

646 403

21 Gesuchsnummer: 2256/80

22 Anmeldungsdatum: 21.03.1980

30 Priorität(en): 22.03.1979 JP 54-34051
11.08.1979 JP 54-102576

24 Patent erteilt: 30.11.1984

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.11.1984

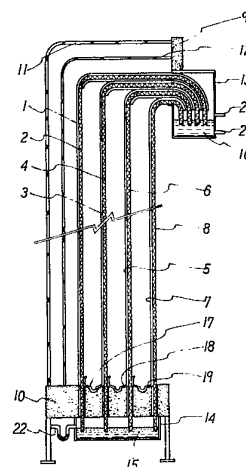
73 Inhaber:
Oriental Metal Mfg. Co., Ltd.,
Amagasaki-shi/Hyogo-ken (JP)

72 Erfinder:
Tsumura, Kenji, Nishinomiya-shi/Hyogo-ken
(JP)
Yamashita, Masayuki, Mishima-gun/Osaka-fu
(JP)

74 Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

54 Verfahren und Vorrichtung zum Destillieren von Wasser.

57 Ein plattenförmiges Wärmeaufnahmeelement (1) und eine Anzahl plattenförmiger Kühlelemente (3, 5, 7) sind innerhalb einer transparenten Abdeckung (11, 12) durch wärmeisolierende Rahmenelemente (9, 10) in paralleler Anordnung gehalten. Das Wärmeaufnahmeelement (1) und die Kühlelemente tragen auf ihrer Rückseite einen porösen, das Behandlungswasser führenden Belag (2, 4, 6, 8), dessen Enden je in einen unten- bzw. obenliegenden wasserhaltenden Tank (13, 14) münden. Durch Beheizung der Oberfläche des Wärmeaufnahmeelementes (1) erzeugter Dampf wird an der Kondensationsoberfläche des benachbarten Kühlelementes (3) kondensiert, während die latente Kondensationswärme von diesem Kühlelement aufgenommen wird. Diese Kondensationswärme verdampft nun ihrerseits das Wasser im wasserführenden Belag (4) des ersten Kühlelementes (3). Der dabei erzeugte Dampf kondensiert nun seinerseits an der Kondensationsoberfläche des folgenden Kühlelementes (5), wobei die anfallende Kondensationswärme wiederum das Wasser in seiner zugeordneten wasserführenden Beschichtung (6) verdampft. Der Vorgang wiederholt sich entsprechend der Anzahl Kühlelemente. Das anfallende Kondensat wird in Sammelkanälen (17, 18, 19) am unteren Ende der Kondensationsflächen der Kühlelemente (3, 5, 7) abgezogen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Destillieren von Wasser, dadurch gekennzeichnet, dass die eine Seite eines als erste Heizplatte (1) funktionierenden Plattenelementes durch Wärmebeaufschlagung erwärmt wird, dass zu destillierendes Wasser an die andere Seite dieser Heizplatte herangeführt und dort verdampft wird, dass der resultierende Wasserdampf an der Oberfläche des der ersten Heizplatte (1) in parallelem Abstand benachbarten und einerseits als Kühlplatte und andererseits als Heizplatte wirksamen weiteren Plattenelementes (3) eines Paketes von gegenseitig distanziierten Plattenelementen (3, 5, 7) kondensiert wird, Wiederholen des Vorgangs des Verdampfens und Kondensierens von zu destillierendem Wasser an den aufeinanderfolgenden weiteren Plattenelementen, wobei die Verdampfung jeweils durch die latente Kondensationswärme des am jeweiligen Plattenelement kondensierten Wassers erfolgt, und Sammeln des kondensierten Wassers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das als erste Heizplatte (1) wirkende Plattenelement und die sowohl als Kühl- wie auch als Heizplatten wirksamen weiteren Plattenelemente (3, 5, 7) auf ihrer Rückseite mit einem porösen, wasserabsorbierenden Belagsmaterial (2, 4, 6, 8) zum Heranführen von zu destillierendem Wasser versehen sind, dass die erste Heizplatte (1) durch Sonneneinstrahlung erwärmt wird, und dass das poröse wasserabsorbierende Belagsmaterial (8) des äussersten weiteren Plattenelementes (7) durch Umgebungsluft gekühlt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zu behandelndes Wasser in jedem von mehreren, in Stufen gestapelten, schalenähnlichen Behältern vorhanden ist und von einem jeweils oberen Behälter zu dem angrenzenden unteren Behälter überströmt, dass die Unterseite des Bodens des untersten Behälters erwärmt wird, dass der von einem jeweils unteren Behälter erzeugte Wasserdampf an der Unterseite des Bodens des jeweils angrenzenden oberen Behälters kondensiert wird und dass das in dem jeweils angrenzenden oberen Behälter enthaltene Wasser durch die latente Kondensationswärme verdampft wird, so dass die dem im untersten Behälter erteilte Wärmeenergie zu dem im oberen Behälter enthaltenen Wasser überführt wird, und zwar in einer zum Durchlauf des zu behandelnden Wassers entgegengesetzten Richtung, wodurch die Temperatur des zu behandelnden Wassers in jedem Behälter etwa gleichhoch gehalten wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Gehäuse, durch ein Wärmeaufnahme-Plattenelement (1) zur Aufnahme von Wärme an einer Seite und zum Verdampfen von zu behandelndem Wasser auf der andern Seite, eine Mehrzahl von Kühlplattenelementen (3, 5, 7) zum Kondensieren des Wasserdampfes und zum Verdampfen bzw. Verdunsten von zu behandelndem Wasser durch die jeweils latente Kondensationswärme in einem Raum zwischen einem porösen wasserabsorbierenden Belagsmaterial (2, 4, 6, 8) und einem Kühlplattenelement, wobei die Kühlplattenelemente (3, 5, 7) parallel zueinander und zum Wärmeaufnahme-Plattenelement (1) angeordnet sind, und das wasserabsorbierende Belagsmaterial (2, 4, 6, 8) zum Heranführen des zu behandelnden Wassers an der anderen Seite des Wärmeaufnahme-Plattenelementes (1) und an der Seite eines jeden der Kühlplattenelemente (3, 5, 7), welche der Kondensationsoberfläche des bezüglichen Kühlplattenelementes (3, 5, 7) abgewandt angeordnet ist, ferner gekennzeichnet durch eine Wasserzufuhreinrichtung (13, 16, 20) zum Zuführen des zu behandelnden Wassers zu dem Belagsmaterial (2, 4, 6, 8), und durch eine Wassersammeleinrichtung (17, 18, 19) zum Sammeln des kondensierten Wassers.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch wärmeisolierende obere sowie untere Wandungen (9, 10) und durch ein Paar von wärmeisolierenden Seitenwandungen, durch eine transparente Abdeckung (11, 12), deren obere und untere Enden an den wärmeisolierenden oberen sowie unteren Wandungen befestigt sind, wobei das Wärmeaufnahme-Plattenelement (1) und die Kühlplattenelemente (3, 5, 7) innerhalb der transparenten Abdeckung und parallel zur transparenten Abdeckung (11, 12) und wobei die oberen sowie unteren Enden der genannten Plattenelemente (1, 3, 5, 7) von den wärmeisolierenden oberen und unteren Wandungen (9, 10) abgestützt sind, ferner die oberen Enden des wasserführenden Belagsmaterials mit den Wasserzufuhreinrichtungen und die unteren Enden mit den Wasserablassrichtungen verbunden sind und das Belagsmaterial (8), das am äussersten Kühlplattenelement (7) befestigt ist, der Atmosphäre zugewandt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeaufnahme-Plattenelement (1) eine dunkle Beschichtung aufweist, die die Sonnenwärmestrahlen an der Oberfläche selektiv absorbiert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeaufnahme-Plattenelement durch ein transparentes Plattenmaterial gebildet ist, welches Sonnenlicht durchlassen kann, und dass auf der Rückseite des transparenten Plattenelementes (1) ein schwarzes Belagsmaterial angebracht ist, welches die Sonnenwärmestrahlen absorbieren kann.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlplattenelemente (3, 5, 7) eine reflektierende Spiegeloberfläche haben, die die Strahlungswärme reflektieren kann.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, gekennzeichnet durch einen Verteilspeicher (30) aus einem porösen, wasserabsorbierenden Material zum Verteilen des zu behandelnden Wassers, wobei die oberen Enden des wasserabsorbierenden porösen Belagsmaterials mit dem Verteilspeicher (30) verbunden sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen mehrstufigen Körper mit einer Mehrzahl von aufgestapelten schalenähnlichen Behältern (a) mit U-förmigen Dichtungen (S) zwischen jeweils zwei angrenzenden Behältern (a) zum Bilden von Schlitzöffnungen (G), die zum Ableiten des kondensierten Wassers dienen, an einer Seite der von den gestapelten Behältern (a) gebildeten Wandungen (10), wobei die Behälter (a) durch ihre Böden geführte und hieran befestigte Überströmleitungen (P) haben, durch eine Wasserzufuhreinrichtung (51), die das zu behandelnde Wasser zum obersten Behälter (a) des Behälterstapels führt, durch ein Heizmittel (55) zum Aufheizen der Unterseite des Bodens des untersten Behälters (a) des Stapels, durch eine unter der Schlitzöffnung (G) des untersten Behälters (a) angeordnete, kondensiertes Wasser sammelnde Rinne (53) und durch ein Gehäuse zum Abdecken der Seitenwandungen des mehrstufigen Körpers, wobei die Seitenwandung, an der die Schlitzöffnungen (G) ausgebildet sind, so geformt ist, dass sie einen Zwischenraum für die kondensiertes Wasser sammelnde Rinne (53) bildet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Unterseite der Böden der schalenähnlichen Behälter (a) wasserabsorbierende Beläge (F) angeklebt sind, die sich durch die Schlitzöffnungen (G) zu der kondensiertes Wasser sammelnden Rinne (53) erstrecken.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite des Bodens des schalenähnlichen Behälters (a) horizontal verläuft.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite des Bodens des

schalenähnlichen Behälters (a) eine gewellte Oberfläche ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10, 11 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass die unterseitige Oberfläche des Bodens des schalenähnlichen Behälters (a) geneigt ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, gekennzeichnet durch einen Wärmeaustauscher (60) zum Vorerwärmen eines zu behandelnden Wassers mittels des von dem untersten Behälter (a) überströmenden Wassers und des erzeugten destillierten Wassers.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizmittel ein Sonnenlichtkollektor (70) ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der oberste Behälter (a) des Behälterstapels mit einem transparenten Plattenmaterial abgedeckt ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Destillieren von Wasser, wie von Seewasser, und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung.

Es wird verschiedene Destillationsverfahren bekannt, die zum Reinigen von unreinem Wasser oder zum Entsalzen von Seewasser anwendbar sind. Hierfür verwendbar sind z.B. Mehrfach-Verdampfer, Mehrstufen-Stossverdampfer und Sonnendestillationsvorrichtungen.

Ein mehrstufiger Stossverdampfer in einer Destillationsvorrichtung ist kompliziert sowie gross, und der Wärmewirkungsgrad ist nicht besonders gut. Der Verdampfer hat auch den Nachteil, dass der Druck reduziert oder ein Vakuum hergestellt werden muss, dass viel mechanische Energie erforderlich ist, um zu behandelndes Wasser aufwärts und abwärts zu fördern oder das Wasser durch beispielsweise spiralförmige Leitungen zu fördern; ausserdem sind die Wartungskosten gross.

Die bisher benutzten Solardestillationsvorrichtungen können grob in einen sogenannten Bassintyp, bei dem ein Wärmekollektor und ein Verdampfer in einer Einheit zusammengebaut sind, und einen sogenannten getrennten Typ unterteilt werden, bei dem ein Wärmekollektor und der Verdampfer separat aufgestellt sind. Die Solardestillationsvorrichtung vom Bassintyp hat allgemein einen schlechteren Wärmewirkungsgrad, aber der Aufbau ist einfach. Andererseits hat die Solardestillationsvorrichtung gemäss dem getrennten Typ einen guten Wärmewirkungsgrad, doch sind der Aufbau kompliziert und die Betriebskosten gross.

Allgemein weist eine Solardestillationsvorrichtung vom Bassintyp einen Behälter, der mit Abwasser oder Seewasser unter Atmosphärendruck gefüllt wird, und eine transparente Abdeckung längs der das genannte Wasser abwärts strömt. Der Behälter ist mit einem Material, wie Butyl-Gummi, ausgekleidet, welches wasserbeständig ist und Sonnenstrahlung gut absorbiert. Ein Wärmeisolationmaterial wird ebenfalls zum Vermindern des Wärmeverlustes benutzt. Es werden eine Glasplatte und ein wetterbeständiger, klarer Kunststofffilm als transparente Abdeckung angewendet, die mit einer leichten Neigung installiert wird. Das Sonnenlicht fällt durch die transparente Abdeckung auf das zu behandelnde Wasser, wie Seewasser, um dessen Temperatur zu erhöhen. Wenn die Temperatur des Seewassers um etwa 10° bis 15°C über der Umgebungstemperatur liegt, wird der Verdunstungsvorgang heftig, und der Wasserdampf beginnt in der Vorrichtung mit Luft zu zirkulieren. Der Wasserdampf kondensiert an der innenseitigen Oberfläche der Abdeckung, und die Wassertropfen rinnen längs der geneigten Abdeckung zu den Seitenwandungen eines Auffangbeckens und werden über eine Leitung in einem Frischwassertank gesammelt. In einer sol-

chen Solardestillationsvorrichtung vom Bassintyp beträgt der Wärmewirkungsgrad im Sommer, wenn die höchste Leistungsfähigkeit erreicht wird, weniger als 45 %, während er über das ganze Jahr im Mittel 30 % beträgt. Um die Destillations-Leistungsfähigkeit zu verbessern, wurden verschiedene Destillationsverfahren und -vorrichtungen vom Bassintyp vorgeschlagen. Hierzu gehören die Verwendung eines Bekkens, dessen Boden gewellt ist, um die Verdampfungsfläche zu vergrössern, und die Verwendung von Wasser oder Sole-Kühlmitteln zum Kühlen der Abdeckung anstelle von Luft, wobei jedoch diese Mittel den Wirkungsgrad nicht besonders steigern können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines Verfahrens sowie einer sehr einfach aufgebauten Vorrichtung zum Destillieren von Wasser mit einem grossen Wärmewirkungsgrad. Die Vorrichtung soll weiterhin mehrstufig sein.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der in den Kennzeichen der Ansprüche 1 bzw. 4 aufgeführten Merkmale vorgeschlagen. Weitere Merkmale ergeben sich aus den jeweils zugeordneten abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Hinweis auf die Zeichnungen beispielsweise erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in einem schematischen Längsschnitt eine Solardestillationsvorrichtung gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 die Vorrichtung aus Fig. 1 in einer teilweise geschnittenen perspektivischen Ansicht,

Fig. 3 in einem schematischen Längsschnitt eine Solardestillationsvorrichtung gemäss einer Abwandlung der vorliegenden Erfindung,

Fig. 4 die Vorrichtung aus Fig. 3 in einer teilweise aufgeschnittenen perspektivischen Ansicht,

Fig. 5 in einer teilweise aufgeschnittenen perspektivischen Ansicht eine Solardestillationsvorrichtung gemäss einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 6 in einem horizontalen Schnitt eine zylindrische Solardestillationsvorrichtung gemäss einer Abwandlung der vorliegenden Erfindung,

Fig. 7 in einem schematischen Längsschnitt eine Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 8 in einer teilweise aufgeschnittenen perspektivischen Ansicht eine Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp im demontierten Zustand und

Fig. 9 in einem Längsschnitt eine Solardestillationsvorrichtung vom Konvektionstyp gemäss einer Modifikation der vorliegenden Erfindung.

Die vorliegende Erfindung ist zum Reinigen von unreinem Wasser, wie von industriellem Abwasser, häuslichem Abwasser, Grundwasser oder Flusswasser, und zum Entsalzen von Seewasser einsetzbar. Gemäss der vorliegenden Erfindung wird Wärme durch Thermodiffusion oder -konvektion überführt. Das erfindungsgemässe Verfahren wird durch Anwenden einer Mehrfacheffekt-Destillationsvorrichtung von einem Thermodiffusionstyp oder einem Konvektionstyp praktiziert. Es können verschiedene Wärmequellen benutzt werden, wie Sonnenlicht, elektrische Wärme, Brennstoff, Dampf, Abwärme und heisses Wasser.

Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Solardestillationsverfahren sowie eine entsprechende Vorrichtung vom Thermodiffusionstyp. Ein Teil eines Gehäuses der Vorrichtung besteht aus einer transparenten Abdeckung, durch die das Sonnenlicht gelangt und auf ein wärmeaufnehmendes Plattenelement fällt; um dieses zu erwärmen. Ein sowohl als Kühlplatte als auch als weitere Heizplatte wirksames Plattenelement hat auf der einen Seite eine

reflektierende Oberfläche, auf der Wasserdampf kondensiert. Ein poröser, wasserabsorbierender Belag dient als Wasserzuleitmittel und ist in bezug auf die Wärmefläche bzw. die Kondensationsfläche rückseitig des Wärmefläche-Plattenelementes angeordnet. Die transparente Abdeckung, das erste wärmeflächene Plattenelement und eine Mehrzahl sowohl als Kühlplatte als auch als weitere Heizplatte wirksames Plattenelement sind in dieser Reihenfolge und in gegenseitig paralleler Abstandsbeziehung so angeordnet, dass der poröse, wasserleitende Belag zu der Kondensationsfläche des nächstfolgenden Plattenelementes weist. Das zu behandelnde Wasser wird vom porösen Belag absorbiert. Das durch den an der Rückseite des Plattenelementes befestigte poröse Belag absorbierte Wasser wird durch das Plattenelement aufgewärmt und zum Verdampfen oder Verdunsten gebracht. Das verdampfte oder verdunstete Wasser kondensiert an der Kondensationsfläche des zur Rückseite des ersten Plattenelementes weisenden Plattenelementes und erwärmt diese gleichzeitig. Das Wasser, welches in dem an diesem Plattenelement befestigten porösen Belag vorhanden ist, wird durch die latente Kondensationswärme im ersten Kondensationsraum erwärmt und verdunstet, um dann auf der Kondensationsfläche des folgenden Plattenelementes zu kondensieren, welches dem porösen Belag des vorhergehenden Plattenelementes zugewandt ist. In derselben Weise werden das Verdampfen bzw. Verdunsten von Wasser und das Kondensieren des sich ergebenden Wasserdampfes zwischen den entsprechenden, einander gegenüberliegenden porösen Belägen und Plattenelementen wiederholt. Der am letzten Plattenelement angebrachte poröse Belag befindet sich ausserhalb des Gehäuses und wird durch die Umgebungsluft gekühlt.

Durch Anwendung eines Wärmefläche-Plattenelementes mit einer grossen Wärmeabsorptionsfähigkeit und reflektierenden Kühlplattenelementen mit einer grossen Reflexionsfähigkeit kann ein an den porösen Belägen auftretender Wärmeverlust weitgehend vermieden werden. Das zu behandelnde Wasser kann daher mit einem guten Wirkungsgrad verdampft bzw. verdunstet werden, da die vom porösen Belag ausgehende Strahlungswärme von jeweils höherer Temperatur durch die reflektierenden Plattenelemente reflektiert wird. Da eine Temperaturüberhöhung der reflektierenden Plattenelemente infolge Reflexion der Strahlungswärme (die reflektierenden Kühlplattenelemente erhalten nur die latente Kondensationswärme des Wasserdampfes) vermieden werden kann, besteht stets eine Temperaturdifferenz zwischen den einander zugewandten porösen Belägen und den kühlenden Plattenelementen. Im Ergebnis wird auf die nebelartigen Wasserdampfpartikel, die ein spezifisches Gewicht von 1 haben und schwerer als Luft sind, eine Antriebskraft vom porösen Belag auf das reflektierende Plattenelement hin ausgeübt, und zwar durch den Trennvorgang des Wärmediffusionseffektes. Die Dampfpartikel werden schnell gegen das kühlere Plattenelement geleitet und an dessen reflektierenden Oberfläche kondensiert.

Der vorsehend benutzte Ausdruck «Trennvorgang des Wärmediffusionseffektes» beinhaltet ein Diffusionsphänomen, bei dem eine leichtere Komponente in einem gemischten Fluid aus zwei Komponenten zu der Seite höherer Temperatur und die schwerere Komponente zu der Seite niedrigerer Temperatur hingezogen werden.

In einem Mischgas aus zwei Komponenten wird das Wärmediffusionsverhältnis k_T durch folgende Gleichung dargestellt:

$$k_T = -dC_1/d(\log T) = dC_2/d(\log T)$$

Hierbei sind C_1 ein Molenbruch einer schwereren Komponente, C_2 ein Molenbruch einer leichteren Komponente und T die absolute Temperatur. Die Wärmediffusion wurde zum

Trennen von Isotopen benutzt. Gemäss der vorliegenden Erfindung sind eine Fläche höherer Temperatur (das heisst der poröse wasserabsorbierende Belag) und eine Fläche niedrigerer Temperatur (das heisst die reflektierende Oberfläche des Kühlplattenelementes) einander gegenüberliegend angeordnet. Dazwischen befinden sich schwerere, feinverteilte Wasserpartikel und leichtere Luftmoleküle. Während der Wasserdampf sowie die Luft höherer Temperatur und der Wasserdampf sowie die Luft niedrigerer Temperatur infolge Konvektion aufwärts und abwärts zirkulieren, werden gleichzeitig durch den Trennvorgang des Wärmediffusionseffektes die flüssigen Wasserpartikel zu dem reflektierenden Kühlplattenelement gezogen und schnell an der reflektierenden Oberfläche kondensiert.

Da das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung durch das Mehrfacheffekt-System bzw. das Mehrfachsystem durchgeführt wird, kann Solarwärme in wirksamer Weise angewendet werden. Natürlich kann das Verfahren auch mit einem einfachen System durchgeführt werden, das heisst durch Anwenden einer Kombination eines wärmeflächene Plattenelementes und eines einzigen reflektierenden Kühlplattenelementes. Wenn kein Wärmeverlust vorliegt, kann eine ungefähr gleich grosse Menge an destilliertem Wasser in jeder Stufe durch eine gewisse Menge an Solarenergie erzeugt werden. Im praktischen Betrieb ist jedoch eine vorgegebene Produktionsgeschwindigkeit üblich. Deshalb ist es erwünscht, eine Temperaturdifferenz zwischen der Seite höherer Temperatur (das heisst dem porösen wasserabsorbierenden Belag) und der Seite niedrigerer Temperatur (das heisst der reflektierenden Oberfläche des Kühlplattenelementes) von etwa 5°C bis etwa 15°C aufrechtzuerhalten. Wenn beispielsweise die Temperatur des ersten wärmeflächene Plattenelementes 90°C und die Temperatur des äussersten Kühlplattenelementes 30°C beträgt, ist es angezeigt, das Verfahren mit einem System mit drei bis zwölf Stufen durchzuführen.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt einer vertikalen Solardestillationsvorrichtung gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Hierbei werden zwei transparente Abdeckungen zum Halten der Wärme und drei reflektierende Kühlplattenelemente angewendet. Fig. 2 ist eine teilweise geschnittene perspektivische Ansicht der Vorrichtung aus Fig. 1. Die Bezugszeichen 11 und 12 beziehen sich auf transparente Abdeckungen, die zum Zurückhalten der Wärme dienen und durch die das Sonnenlicht auf ein Wärmefläche-Plattenelement 1 fällt. Beide Enden der Abdeckungen 11 und 12 sind an Wärmeisolationsrahmen 9 und 10 befestigt. Die transparente Abdeckung befindet sich ausserhalb des Wärmefläche-Plattenelementes 1 und in einem passenden Abstand davon, um einen Wärmeverlust gegenüber dem durch das Sonnenlicht erwärmten Plattenelement 1 zu vermeiden. Geeignete Materialien für die transparente Abdeckung sind transparente Glasplatten oder ein Tafel-, Platten- oder Filmgebilde aus transparentem Kunststoff. Die Bezugszeichen 13 und 14 beziehen sich auf einen oberen und einen unteren Tank vom Überströmtyp, die entsprechend an den Wärmeisolationsrahmen 9 und 10 befestigt sind. Poröse wasserabsorbierende Beläge 2, 4, 6 und 8 befinden sich auf den Rückseiten des Wärmefläche-Plattenelementes 1 und den reflektierenden Kühlplattenelementen 3, 5 sowie 7. Die letzteren befinden sich in Wärmedurchtrittsrichtung aussen-innen hinter dem Wärmefläche-Plattenelement 1 und sind sowohl bezüglich des ersten Plattenelementes 1 als auch unter sich parallel zueinander angeordnet. Die oberen Enden der Kühlplattenelemente sind mit den porösen Belägen schichtenweise angeordnet und in eine Öffnung des oberen Tanks 13 eingesetzt, so dass die Enden der porösen Beläge in das zu behandelnde Wasser 16

im Tank 13 eingetaucht sind. Das untere Ende des Wärmeaufnahme-Plattenelementes 1 ist am Rahmen 10 befestigt. Die unteren Enden der Kühlplattenelemente 3, 5 und 7 sind U-förmig gebogen und am Rahmen 10 befestigt, um Rinnen 17, 18 und 19 zum Sammeln des kondensierten Wassers zu bilden. Es ist vorteilhaft, die Breite der Rinne gleich dem Abstand zwischen dem porösen Belag und dem Kühlplattenelement zu wählen. Die Enden der porösen Beläge 2, 4, 6 und 8 erstrecken sich durch den Wärmeisolationsrahmen 10 hindurch in den ausserhalb desselben befestigten unteren Tank 14, damit das nicht verdampfte bzw. verdunstete Wasser 15 in den Tank 14 abfliessen kann.

Das Wärmeaufnahme-Plattenelement 1 hat eine Oberfläche, die Sonnenstrahlungswärme absorbieren kann. Es empfängt das Sonnenlicht und wandelt es in Wärmeenergie um, um Wasser zu verdampfen, das sich im porösen Belag auf seiner Rückseite befindet. Beispielsweise kann als Wärmeaufnahme-Plattenelement 1 eine dünne korrosionsbeständige Metallplatte (mit einer Dicke von etwa 0,05 bis etwa 1 mm) benutzt werden, wobei diese Platte eine schwarze oder dunkle Beschichtung aufweist, die die Sonnenwärmestrahlen in dem Wellenlängenbereich von etwa 0,3 bis etwa 2,5 μ selektiv absorbieren kann. Eine solche Wärmeaufnahmebeschichtung wird durch Aufbringen eines Materials gebildet, das ein Kunstharz, wie ein Alkydharz, ein Urethanharz, ein Epoxyharz, ein fluorhaltiges Harz oder ein Acrylharz, und ein Füllmittel enthält, wie Russ (carbon black), Kaliumchromat oder Strontiumchromat. Auch eine transparente Kunststoffplatte oder ein Filmgebilde als Wärmeaufnahme-Plattenelement 1 ist verwendbar. In diesem Fall wird ein schwarzer, poröser, wasserabsorbierender Belag an der Rückseite der Kunststoffplatte oder des Filmes angeklebt. Das Sonnenlicht kann dann das Kunststoffplattengebilde durchqueren und direkt auf den porösen, wasserabsorbierenden Belag auf treffen.

Obwohl die durch das Wärmeaufnahme-Plattenelement 1 absorbierte Sonnenwärme im wesentlichen zum Verdampfen von Wasser verbraucht wird, können Wärmeverluste infolge von Luftkonvektion, Wärmestrahlung und Wärmeleitung durch Materialien der Vorrichtung auftreten. Diese Wärmeverluste führen zu Temperaturerhöhungen von Teilen niedrigerer Temperatur und beeinträchtigen dort die Kondensation von Wasserdampf, wodurch die Menge destillierten Wassers vermindert wird. Der Wärmeverlust infolge von Strahlung ist relativ gross. Um diesen Wärmeverlust klein zu halten, werden die Kühlplattenelemente mit einer reflektierenden Oberfläche versehen. Diese reflektierende Oberfläche reflektiert 90 bis 95% der Strahlungswärme, so dass die Ausbeute an destilliertem Wasser bedeutend vergrössert werden kann.

Ein reflektierendes Kühlplattenelement erfüllt die folgenden drei Funktionen. Es muss dafür sorgen, dass der an einem Teil höherer Temperatur erzeugte Wasserdampf an der reflektierenden Oberfläche kondensiert und dass das Kondensat als destilliertes Wasser abwärts fliesst. Das Kühlplattenelement muss die Strahlungswärme teils höherer Temperatur reflektieren, um dessen Abkühlen zu vermeiden bzw. einen Wärmestrahlungsverlust zu verhindern, und schliesslich muss das Kühlplattenelement die durch die Kondensation von Wasserdampf freigesetzte latente Wärme aufnehmen und schnell dem porösen, wasserabsorbierenden Belag zuleiten, der an seiner Rückseite angeklebt ist, um das dort absorbierte Wasser zu erwärmen und zu verdampfen. Geeignete Materialien für das reflektierende Kühlplattenglied sind Metallplatten mit einer guten Korrosionsbeständigkeit und einer guten Wärmeleitfähigkeit, wie Edelstahl und Aluminium sowie transparente Kunststoffblätter oder -filme mit einer unter Vakuum metallisierten bzw. aufgedampften Ober-

fläche beispielsweise aus Aluminium oder Silber. Die Dicke der Metallplatte liegt gewöhnlich im Bereich zwischen etwa 0,05 bis etwa 1 mm, und es ist erwünscht, dass die Metallplatte entsprechend einer Spiegeloberfläche bearbeitet ist.

Auch ist es wünschenswert, dass die bedampfte Oberfläche eines Kunststoffblatts oder -films mit einer transparenten Kunststoffschicht geschützt ist, um Wasserbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit zu sichern. Eine gewellte reflektierende Kühlplatte kann zum Vergrössern einer Wärmeabsorptionsfläche, Verdampfungsfläche, Kühlfläche und Festigkeit angewendet werden.

Als poröser, wasserabsorbierender Belag, der an der Rückseite des Wärmeaufnahme-Plattenelementes bzw. an der Rückseite des reflektierenden Kühlplattenelementes anzukleben ist, können Stoffe benutzt werden, die das zu ehandelnde Wasser durch Kapillarwirkung aufsaugen, beispielsweise hydrophile bzw. wasserbindende Filze, Kunstoffschäume mit durchgehenden Poren, Stoffe bzw. Tuche und Papiere. Filz, Schaum oder Tuch, hergestellt aus Polyvinyl-Formal, hat eine gute Wasseraufnahmefähigkeit und eignet sich für die beschriebene Vorrichtung. Auch ist es wünschenswert, dass der poröse, wasserabsorbierende Belag langfristig einsetzbar ist, ohne durch das zu behandelnde Wasser, wie Seewasser oder Abwasser, qualitätsmässig verändert zu werden, und eine gute Wärmeleitfähigkeit hat. Es werden auch Papiere, Tuche und Matten, hergestellt aus Kohlenstoffaser, Glasfaser, einer Antikorrosion-Metallfaser, wie Edelstahl, Asbestfaser oder einer Mischung dieser Fasern wie auch der oben erwähnten Materialien, benutzt.

Die Abstände zwischen dem Wärmeaufnahme-Plattenelement und dem nächsten Kühlplattenelement sowie zwischen zwei benachbarten Kühlplattenelementen liegen gewöhnlich zwischen 2 bis 50 mm, und hierdurch kann ein guter Wärmediffusionseffekt erzielt werden. Auch werden die Abstände zwischen den Abdeckungen, sofern zwei Abdeckungen benutzt werden, und zwischen der Abdeckung sowie dem Wärmeaufnahme-Plattenelement gewöhnlich von 10 bis 30 mm gewählt.

Das zu behandelnde Wasser 16 wird über eine Zufuhrleitung 20 zu dem oberen Tank 13 geleitet, während es über eine Überströmleitung 21 abströmt. Es wird kontinuierlich durch die porösen, wasserabsorbierenden Beläge 2, 4, 6 und 8 absorbiert, die an den rückwärtigen Seiten des Wärmeaufnahme-Plattenelementes 1 und den reflektierenden Kühlplattenelementen 3, 5 und 7 angeklebt sind. Direkte und streuende Sonnenstrahlen sowie reflektiertes Sonnenlicht vom Boden oder der Seeoberfläche gelangen durch die transparenten Abdeckungen 11 sowie 12 und fallen auf das Wärmeaufnahme-Plattenelement 1, wodurch Sonnenwärme absorbiert wird. Das auf die dunkle Oberfläche auftreffende Sonnenlicht führt zu einer Erwärmung und zu einem Verdampfen des Wassers in dem porösen Belag 2 auf der Rückseite des Wärmeaufnahme-Plattenelementes 1. Der Raum zwischen dem porösen Belag 2 und dem angrenzenden, gegenüberliegenden Kühlplattenelement 3 ist mit Wasserdampf im gesättigten Zustand gefüllt. Da die Temperatur des Kühlplattenelementes 3 niedriger als diejenige des an dem Wärmeaufnahme-Plattenelement 1 angeklebten porösen Belag 2 ist, wird ein Teil des gesättigten Wasserdampfes unter den Taupunkt abgekühlt, so dass sehr feine nebelähnliche Wasserpunkte entstehen, die dann durch den Wärmediffusionsvorgang zu der reflektierenden Oberfläche des Kühlplattenelementes 3 gezogen werden und an der reflektierenden Oberfläche kondensieren. Die Taupfropfen laufen dann hinunter und werden in der Rinne 17 als destilliertes Wasser gesammelt. Gleichzeitig reflektiert die Oberfläche des Kühlplattenelementes die Strahlungswärme von dem zu der reflektieren-

den Oberfläche weisenden porösen Belag, um einen Wärmeverlust durch Strahlung zu vermeiden.

Das Kühlplattenelement 3 erhält die im Zwischenraum latente Kondensationswärme, wodurch das Wasser erwärmt sowie verdampft bzw. verdunstet wird, das sich in dem auf der Rückseite des Plattenelementes 3 angeklebten porösen Belag 4 befindet. Der Wasserdampf kondensiert an der Oberfläche des Plattenelementes 5, und die Wassertröpfchen werden in der Rinne 18 gesammelt. Das Verdampfen des Wassers durch die latente Wärme im Zwischenraum und das Kondensieren des Wasserdampfes wiederholt sich in jeder Stufe, wobei jede Stufe durch zwei reflektierende Kühlplattenelemente begrenzt ist. Das Kühlplattenelement der letzten Stufe wird immer auf der niedrigsten Temperatur gehalten. Das bedeutet gemäss den Figuren 1 und 2, dass das vom porösen Belag 8 auf der Rückseite des Kühlplattenelementes 7 absorbierte Rohwasser an die Umgebungsluft verdunstet, wobei das Kühlplattenelement 7 ausreichend gekühlt wird. Dieses führt auch dazu, dass die Kühlplattenelemente 3, 5 und 7 untereinander eine angenähert gleich grosse Temperaturdifferenz aufweisen und sich somit in einem gewissen Gleichgewichtszustand befinden.

Obwohl die Anzahl der Stufen durch Anwenden einer grossen Zahl von Kühlplattenelementen vergrössert werden kann, gibt es ein gewisses Maximum an Kühlplattenelementen, da die Ausbeute an destilliertem Wasser abfällt, wenn die Temperaturdifferenz zwischen benachbarten Kühlplattenelementen zu klein wird.

Wenn das zu behandelnde Wasser Seewasser ist, erfolgt eine Salzkonzentration in den porösen Belägen. Das Salz wandert jedoch auf natürlichem Wege in das im oberen und im unteren Tank 13, 14 vorhandene Seewasser, wobei sich die Salzkonzentration von selbst abbaut und ein Gleichgewichtszustand eintritt.

Die Wasserzufuhr in die porösen Beläge kann von beiden, also dem oberen und dem unteren Tank 13, 14 durch Kapillarwirkung erfolgen. Wenn die Höhe der Vorrichtung gross ist und eine ausreichende Zufuhr von behandelndem Wasser, beispielsweise Seewasser, von dem unteren Tank problematisch wird, fliesst nur Wasser vom oberen Tank 13 zu. Das Rohwasser fliesst dann direkt dem unteren Tank 14 zu. Da in diesem Fall das zum Tank 14 geleitete Wasser relativ heiss ist, kann es zum Vergrössern des Wärmewirkungsgrades weiterverwendet werden, indem es von einer Überströmleitung 22 in einen Wärmeaustauscher (nicht dargestellt) geleitet wird. Ein durch den Wärmeaustauscher erhitztes Speisewasser wird über die Zufuhrleitung 20 zu dem oberen Tank 13 geführt. Auch ist es möglich, das Speisewasser mittels einer Heizvorrichtung vorzuwärmen, wie z.B. mit einem Solarheizer oder durch Verwendung von Abwärme. Wenn das vorerwärmte Wasser zu der Vorrichtung geleitet wird, erhöht sich die Ausbeute an destilliertem Wasser. Damit ist es möglich, die Menge an destilliertem Wasser allenfalls durch Erhöhen der Anzahl Stufen zu vergrössern. Die vom Wärmeaufnahme-Plattenelement absorbierte Sonnenwärme führt zum Verdampfen von Wasser, und während der Wasserdampf zum Erzeugen von destilliertem Wasser an der reflektierenden Oberfläche kondensiert, wird auf der Rückseite des Kühlplattenelementes befindliches Wasser verdampft, um an der reflektierenden Oberfläche des nächsten Plattenelementes eine etwa gleiche Menge an destilliertem Wasser zu erzeugen wie an dem vorhergehenden Kühlplattenelement. An jedem nachfolgenden Plattenelement wird in derselben Weise etwa die gleichen Mengen an destilliertem Wasser wie am vorhergehenden erzeugt.

Die Figuren 3 und 4 zeigen eine Solardestillationsvorrichtung mit geneigten Plattenelementen. Die transparenten Abdeckungen 11 und 12, das Wärmeaufnahme-Plattenele-

ment 1 und die Kühlplattenelemente 3, 5 und 7 sind in dieser Reihenfolge parallel zueinander angeordnet, und beide Enden der Abdeckungen 11, 12 sowie des Wärmeaufnahme-Plattenelementes 1 sind an den seitlichen Wärmeisolationswandungen bzw. -rahmen 9 und 10 befestigt. Die oberen Enden der porösen, wasserabsorbierenden und an den Rückseiten der Plattenelemente 1, 3, 5 sowie 7 anhaftenden bzw. klebenden Beläge 2, 4, 6 und 8 sind mit einem wasserabsorbierenden Verteilspeicher 30 verbunden, der dazu dient, das zu behandelnde Wasser zu verteilen. Die unteren Enden der Beläge 2, 4, 6, 8 sind mit einem zweiten porösen, wasserabsorbierenden Speicher 40 verbunden, der zur Aufnahme des nicht verarbeiteten Wassers dient und innerhalb der seitlichen Wandung 10 angeordnet ist. Das zu behandelnde Wasser 16 wird von einer Zufuhrleitung 20 über eine Leitung 20a zum Verteilspeicher 30 geleitet und beim Durchlaufen der Beläge 2, 4, 6 sowie 8 verdampft bzw. verdunstet. Der Wasserdampf kondensiert an der reflektierenden Oberfläche der Kühlplattenelemente 3, 5, 7. Das kondensierte Wasser läuft längs den reflektierenden Oberflächen in die Rinnen 17, 18 und 19 ab, und wird über Leitungen 23a, 23b sowie 23c (Fig. 4) von den Rinnen 17, 18 sowie 19 durch eine Leitung 23 abgeleitet. Zugeführtes überschüssiges Rohwasser gelangt in den mit den unteren Enden der porösen Beläge 2, 4, 6 und 8 verbundenen zweiten Speicher 40 und wird über eine Leitung 22a zu einer Leitung 22 geleitet.

In Fig. 5 bezeichnen gleiche Bezugszeichen wie in den Fig. 1 und 2 gleiche Teile. Eine Leitung 23 dient zum Abführen von destilliertem Wasser. Zwei vertikale Solardestillationsvorrichtungen, wie sie in den Fig. 1 und 2 dargestellt sind, sind parallel zueinander installiert, wobei die Rückseite der einen Vorrichtung und die Rückseite der anderen Vorrichtung einander gegenüberliegen. Ein Reflektor kann zum Vergrössern der Ausbeute an destilliertem Wasser angewendet werden, wenn das an der schattigen Seite angeordnete Wärmeaufnahme-Plattenelement gestreuten und nicht direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt ist.

Fig. 6 zeigt in einem horizontalen Schnitt eine zylindrische Solardestillationsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung, wobei die Vorrichtung einen runden Querschnitt aufweist. Die transparenten Abdeckungen 11 und 12, das Wärmeaufnahme-Plattenelement 1 und die reflektierenden Kühlplattenelemente 3, 5 sowie 7 sind konzentrisch angeordnet. Das innerste Plattenelement ist mit einem Wärmeisolationsglied bzw. -rahmen 10 verbunden. Die porösen, wasserabsorbierenden Beläge 2, 4, 6 und 8 sind an der radial inneren Seite des Wärmeaufnahme-Plattenelementes 1 und des jeweiligen Kühlplattenelementes 3, 5 sowie 7 angeklebt. Das zu behandelnde Wasser wird über eine Zufuhr- bzw. Speiseleitung zu einem oberen Tank geleitet. Rinnen 17, 18 und 19 sind an den unteren Enden der Kühlplattenelemente 3, 5 sowie 7 angeordnet. Das kondensierte Wasser wird über die mit den Rinnen 17, 18 und 19 verbundenen Leitungen 23a, 23b und 23c gesammelt und von der hiermit verbundenen Leitung 23 abgenommen. 22 bezeichnet eine Überströmleitung, die mit dem unteren Tank (nicht dargestellt) verbunden ist. Die Vorrichtung dieser Art ist kompakt und kann leicht aufgestellt werden. Sie hat auch den Vorteil, dass eine kleine Aufstellfläche genügt und dass der Wirkungsgrad gut ist. Direkte und streuende Sonnenstrahlen fallen aus allen Richtungen auf das Wärmeaufnahme-Plattenelement und bewirken das Verdampfen bzw. Verdunsten des Rohwassers, während der zylindrische zentrale Raum (dem der poröse Belag 8 zugewandt ist) mittels Kühlluft oder Kühlwasser gekühlt wird, so dass destilliertes Wasser mit gutem Wirkungsgrad hergestellt werden kann.

Die Solar- bzw. Sonnendestillationsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung eignet sich zum Entsalzen von See-

wasser oder zum Erzeugen von Trinkwasser oder von landwirtschaftlichem Wasser aus einem industriellen Abwasser, einem häuslichen Abwasser oder einem Grund- oder Flusswasser, das Salze oder Verunreinigungen enthält.

Die Solardestillationsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung kann im Zusammenhang mit einer gleichen Sonnenenergiemenge destilliertes Wasser in einer zehnfach grösseren Menge herstellen, als es für eine herkömmliche Solardestillationsvorrichtung vom Bassintyp zutrifft, und der Wärmewirkungsgrad ist sehr gross. Die Ausbeute an destilliertem Wasser kann weiter vergrössert werden, und zwar durch zwangsweises Blasen von Aussenluft an den porösen, wasserabsorbierenden Belag, der an der Rückseite des letzten Kühlplattenelementes angeklebt und der Umgebungsluft ausgesetzt ist. Beim Entsalzen von Seewasser kann der Wirkungsgrad weiter vergrössert werden, wenn von dem Seegrund abgesaugtes kaltes Seewasser als Kühlwasser benutzt wird.

Zusätzlich zu der Sonnenwärme ist es möglich, Abwärme als Wärmequelle zu benutzen. Z.B. kann Erdwärme oder der Wärmeinhalt von Luft relativ niedriger Temperatur von einer Fabrik an das Wärmeaufnahme-Plattenelement herangebracht werden.

Eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine in den Fig. 7 bis 9 dargestellte Mehrfachstufen-Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp. Bei einer derartigen Vorrichtung ist eine Mehrzahl von flachen schalenartigen Behältern, beispielsweise bis zu über zehn Behälter, schichtenweise angeordnet, um einen mehrstufigen Aufbau zu bilden. Während das zu behandelnde Wasser in den Behältern gehalten wird, wirken die Unterseiten der Behälterböden als Kühlplattenelement, auf dem der Wasserdampf kondensiert. Das von einem Wasserzufuhrmittel zu dem jeweils oberen Behälter geleitete Wasser strömt zu dem nächsten darunter befindlichen Behälter um schliesslich den untersten Behälter zu erreichen, wobei das Überströmen durch an den Behältern befestigte Überströmleitungen erfolgt. Das Wasser im untersten Behälter wird erhitzt, beispielsweise nahe bis zur Siedetemperatur, und zwar durch ein Heizmittel, wie einen an der Unterseite des untersten Behälters angebrachten Heizer, oder durch Sonnenlicht, das reflektiert oder gesammelt wird, um den Boden des untersten Behälters zu erwärmen, der als das Wärmeaufnahme-Plattenelement fungiert. Der in dem untersten Behälter erzeugte Wasserdampf wird an der unteren Oberfläche des hieran angrenzenden oberen Behälters kondensiert, während die latente Kondensationswärme an den Boden des angrenzenden oberen Behälters abgegeben wird. Diese latente Wärme führt zu einem Erwärmen und Verdampfen des Wassers in dem angrenzenden oberen Behälter, um hierdurch Wasserdampf entsprechend dem Dampfdruck bei der Temperatur des erwärmten bzw. erhitzten Wassers zu erzeugen. Dieser Wasserdampf wird dann an der Unterseite des angrenzenden oberen Behälters kondensiert, während die latente Kondensationswärme an den Boden des angrenzenden oberen Behälters abgegeben wird. Solche Verdampfungs- und Kondensationsvorgänge werden in jeder Stufe wiederholt, die von einem unteren Behälter und einem oberen Behälter begrenzt ist. Die dem untersten Behälter erteilte Wärme wird jeweils von einem unteren Behälter zu einem oberen Behälter durch Konvektion in der Aufwärtsrichtung übertragen, das heisst in einer zum Strom des zu behandelnden Wassers entgegengesetzten Richtung. Die Temperatur des Wassers ist in jeder Stufe im wesentlichen gleich. Wenn kein Wärmeverlust auftreten würde, wäre es theoretisch möglich, durch eine gewisse begrenzte Wärmeenergie unbegrenzt destilliertes Wasser zu erzeugen. Beim praktischen Betrieb ist jedoch ein gewisser Wasserumsatz erforderlich. Deshalb ist es notwendig, Temperaturdifferenzen zwischen Teilen höherer Tempe-

ratur (das heisst dem zu behandelnden Wasser in einem unteren Behälter) und einem Teil niedrigerer Temperatur (das heisst dem zu behandelnden Wasser in dem nächst oberen Behälter) aufrechtzuerhalten, und zwar eine Temperaturdifferenz von gewöhnlich etwa 4 bis 10°C. Wenn beispielsweise die Temperatur des Wasser in dem untersten Behälter 95°C und die Temperatur des Wassers im obersten Behälter 55°C beträgt, ist es zweckmässig, das Verfahren durch ein System mit 5 bis 10 Stufen durchzuführen.

Das kondensierte Wasser an der Unterseite des Bodens eines jeden Behälters wird als destilliertes Wasser abgenommen. Der obere Behälter kann mit einer Kühlplatte abgedeckt sein, die durch Luftkühlung gekühlt wird, so dass der von dem oberen Behälter ausgehende Wasserdampf an der unteren Oberfläche der Kühlplatte als destilliertes Wasser kondensiert wird, welches dann abgenommen wird. Natürlich kann der mit Wasser gefüllte obere Behälter zum Kühlen des Wasserdampfes angewendet werden, der von dem angrenzenden unteren Behälter erzeugt wird. U-förmige Packungen bzw. Dichtungen befinden sich zwischen zwei entsprechend angrenzenden Behältern, um Schlitzöffnungen zum Abnehmen des kondensierten Wassers zu bilden, welches dann in einer Destillat-Rinne gesammelt wird. Obwohl die Unterseite des Bodens des schalenähnlichen Behälters horizontal sein kann, ist sie vorzugsweise unter einem Winkel von 2° bis 10°, insbesondere von 3° bis 5°, in bezug auf eine horizontale Ebene geneigt, da das kondensierte Wasser längs der Unterseite leicht ausfliessen kann. Dieses kann mittels der Packungen bzw. Dichtungen zwischen den Behältern, durch Aufstellung bzw. Formung des Behälterbodens in der geneigten Ebene oder durch schräges Anordnen der Vorrichtung erreicht werden.

Unabhängig davon, ob die Unterseite des Behältersbodens horizontal oder geneigt ist, können poröse, wasserabsorbierende Beläge an allen Behältern angeklebt werden, und zwar an der Unterseite eines jeden Behälterbodens, wodurch das kondensierte Wasser absorbiert wird, ohne in den angrenzenden unteren Behälter zu tropfen. Auch ist es wünschenswert, dass sich die porösen Beläge durch die Schlitzöffnungen zur Aussenseite des Verdampfungssystems erstrecken, vorzugsweise zu der sammelnden Destillat-Rinne, die unter der Schlitzöffnung des untersten Behälters angeordnet ist. Das von den porösen Belägen absorbierte kondensierte Wasser strömt durch Kapillarwirkung aus dem Verdampfungssystem und dann durch Kapillarwirkung und Siphonwirkung nach unten zu der Rinne. Da das von dem porösen Belag an der Unterseite des Bodens des oberen Behälters absorbierte Wasser eine Wasserschicht bildet, stellt diese einen guten Wärmeleiter dar, und der Wasserdampf kondensiert sehr leicht an der Oberfläche des porösen Belages, während die latente Kondensationswärme an den nächsten oberen Behälter abgegeben wird, um Wasser zu erwärmen und zu verdampfen. Beispiele für den porösen wasserabsorbierenden Belag sind Tuche oder Filze aus einem hydrophilen bzw. wasserbindenden Fasermaterial, wie aus Polyvinyl-Formal-Faser, Polyamid-Faser oder Zellulosefaser, ein Tuch oder ungewebter Stoff aus Glasfaser, Kohlenstofffaser oder Asbestfaser, und ein hydrophiles Blattmaterial aus einem Kunstharzschäum, wie Urethanschaum in Verbindung mit Graphit. Ein aus einer hydrophilen Faser hergestelltes Tuch oder ein entsprechender Filz sind bevorzugt. Die Dicke des porösen Belagmaterials beträgt 0,1 bis 10 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, und zwar entsprechend der Grösse der Kondensationsoberfläche und der Menge des kondensierten Wassers. Der poröse Belag kann an der Unterseite des Behälterbodens angeklebt werden, und zwar mittels eines wasserbeständigen und wärmebeständigen Klebers, wie eines Acryl-Klebmittels oder eines Epoxy-Klebmittels. Der Klebstoff wird im Hinblick

auf die Wärmeleitfähigkeit zweckmässig auf der Unterseite in regelmässigen Intervallen bzw. Stellen oder in den Eckenbereichen aufgebracht. Wenn ein Behälter mit einem gewellten Boden angewendet wird, wird der Klebstoff zweckmässigerweise auf die konkaven Bereiche der gewellten Unterseite aufgebracht.

Der schalenähnliche Behälter hat gewöhnlich eine Länge von 300 bis 1000 mm und eine Breite von 500 bis 2000 mm. Die Behälterhöhe liegt vorzugsweise im Bereich von 10 bis 100 mm, und hierdurch wird die Konzentration eines zu behandelnden Wassers konstant gehalten. Auch die Temperaturdifferenz zwischen einem unteren Behälter und dem angrenzenden oberen Behälter wird so klein wie möglich gemacht, und die Wärmeübertragung sowie die Destillatproduktion werden so vergrössert, dass die Anzahl der Stufen und der Wärmewirkungsgrad vergrössert werden können. Die geeigneten Materialien für den schalenartigen Behälter sind ein beschichtetes Metall, wie Aluminium, Kupfer, Eisen oder Stahl, und ein nicht korrodierendes Metall, wie Edelstahl oder Titan. Diese beiden letztgenannten Stoffe und eine Legierung hiervon sind bevorzugt. Die Tiefe des in dem Behälter gehaltenen Wassers beträgt gewöhnlich 10 bis 50 mm, und dementsprechend ist eine Überströmleitung so an dem Behälter befestigt, dass die Wassertiefe in den obigen Bereich fällt.

Die Schlitzöffnung zum Herausführen des kondensierten Wassers wird durch Einbringen einer U-förmigen Dichtung zwischen benachbarte Behälter gebildet. Die Breite der Schlitzöffnung beträgt in der Längsrichtung 1 bis 10 mm, vorzugsweise 2 bis 3 mm. Bei einer bestimmten Anwendung des Belages kann die longitudinale Weite der Schlitzöffnung durch Ändern der Dicke der Packung eingestellt werden, wobei die Dicke des porösen Belages berücksichtigt wird.

Die Zufuhrmenge des zu behandelnden Wassers wird so eingestellt, dass das Wasser aus der am untersten Behälter befestigten Überströmleitung in einer Menge von 1 bis 3 Litern pro Stunde und Quadratmeter abfließt. Die Zufuhrmenge entspricht zweckmässig etwa der zwei- bis dreifachen Menge des gesammelten destillierten Wassers, und bei einer in einem solchen Verhältnis erfolgenden Wasserzufuhr wird Destillat mit einem guten Wärmewirkungsgrad erzeugt, ohne dass ein Ablagern von Kruste bzw. Kesselstein auftritt.

Es sei angenommen, dass die dem Rohwasser im untersten Behälter zugeführte Wärmemenge Q Kalorien beträgt und dass kein Wärmeverlust auftritt. In diesem Fall wird die gesamte Wärmemenge Q zum Verdampfen von Wasser verbraucht. Es sei angenommen, dass die latente Kondensationswärme des Wasserdampfes L Kalorien/kg beträgt, wobei die Menge an pro Stufe erzeugtem destilliertem Wasser Q/L kg beträgt. Wenn die Anzahl der Stufen der Vorrichtung n beträgt, entspricht die Gesamtmenge des produzierten destillierten Wassers $Q/L \times n$ kg. In der Praxis wird jedoch ein Teil der Wärme durch das kondensierte Wasser sowie das überströmende Rohwasser vom untersten Behälter abgeführt. Ein Teil der Wärme geht auch durch Wärmeleitung über die Bestandteile der Vorrichtung verloren. Um den Wärmeverlust zu vermindern und in wirkungsvoller Weise destilliertes Wasser zu erzeugen, wird deshalb der mehrstufige Aufbau vorzugsweise mit einem Wärmeisolationmaterial überzogen. Auch ist es wünschenswert, die Wärme des kondensierten Wassers und des abgelassenen Wassers mittels eines Wärmeaustauschers wiederzugewinnen, um das zu behandelnde Wasser zu erwärmen.

In Fig. 7 ist eine erfindungsgemässe Mehrstufen-Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp dargestellt. Bei dieser Vorrichtung sind poröse, wasserabsorbierende Beläge an den Unterseiten der Böden der schalenartigen Behälter angeklebt. Diese Beläge erstrecken sich durch Schlitzöffnungen

zu einer Destillat-Sammelrinne. Die Bezugszeichen $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 \dots a_{n-2}, a_{n-1}$ und a_n bezeichnen schalenartige Behälter zum Aufnehmen eines zu behandelnden Wassers. Diese Behälter sind horizontal gestapelt, wobei U-förmige Dichtungen $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 \dots S_{n-2}$ und S_{n-1} zwischen den Behältern angeordnet sind, um Schlitzöffnungen $G_0, G_1, G_2, G_3, G_4, G_5 \dots G_{n-2}$ und G_{n-1} zu bilden. Poröse wasserabsorbierende Beläge $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 \dots F_{n-2}$ und F_{n-1} sind mit einem Klebstoff an den Unterseiten der Behälterböden angeklebt und erstrecken sich durch die Schlitzöffnungen zu einer kondensierten Wasser sammelnden Rinne 53, die unterhalb der Schlitzöffnung G_{n-1} des untersten Behälters a_n angeordnet ist. Die Beläge tauchen in das in der Rinne 53 gesammelte destillierte Wasser 52 ein. Drei seitliche Wandungen, die von den Seitenwänden des Behälters und den Dichtungen gebildet werden, sind bis auf die Seite, wo die Schlitzöffnungen angeordnet sind, mit einem Wärmeisolationmaterial 10 beschichtet bzw. bedeckt, und die Schlitzöffnungsseite ist mit dem Wärmeisolationmaterial 10 so abgedeckt, dass ein Zwischenraum verbleibt, so dass die porösen wasserabsorbierenden Beläge zu der an der Unterseite des Zwischenraums angeordneten Rinne 53 herabhängen.

Das zu behandelnde Wasser wird ständig von einer Wasserzufuhrleitung 51 in einer vorgeschriebenen Menge zu dem oberen Behälter a_1 geleitet. Das in den Behälter a_1 gefüllte Wasser b_1 fließt durch eine Überströmleitung P_1 in den Behälter a_2 . In derselben Weise strömt Wasser $b_2, b_3, b_4, b_5 \dots b_{n-2}$ und b_{n-1} in den Behältern $a_2, a_3, a_4, a_5 \dots a_{n-2}$ und a_{n-1} durch Überströmleitungen $P_2, P_3, P_4, P_5 \dots P_{n-2}$ und P_{n-1} zu entsprechend nächsten, niedriger angeordneten Behältern. Das Wasser b_n im untersten Behälter a_n wird über eine Überströmleitung P_n abgelassen. Die Überströmleitungen sind an den Behälterböden befestigt und ragen bis zu einer erwünschten Höhe durch dieselben. Die Überströmleitungen von zwei benachbarten Behältern befinden sich an den einander gegenüberliegenden seitlichen Endbereichen. Das im untersten Behälter a_n gehaltene Wasser b_n wird auf etwa 100°C erhitzt, und zwar durch eine Heizvorrichtung 55, die am Boden des Behälters a_n in Kontakt mit der Unterseite des Bodens steht. Die Heizvorrichtung 55 kann elektrisch, mit Brennstoff, Dampf, Abwärme oder heissem Wasser betrieben werden. Der sich ergebende Wasserdampf kondensiert an dem porösen Belag F_{n-1} , der an der Unterseite des Bodens des nächsten oberen Behälters a_{n-1} angeklebt ist. Gleichzeitig wird die latente Kondensationswärme freigegeben, so dass das Wasser b_{n-1} im Behälter a_{n-1} erwärmt wird. Das an dem porösen Belag F_{n-1} kondensierte Wasser wird hiervon absorbiert. Es bewegt sich zur Aussenseite des Verdampfungssystems und läuft durch Kapillar- und Siphonwirkung zu der kondensierten Wasser sammelnden Rinne 53 nach unten. Das destillierte Wasser 52 in der Rinne 53 wird durch eine Leitung 54 abgenommen. Das durch die latente Kondensationswärme erwärmte Wasser b_{n-1} im Behälter a_{n-1} erzeugt den Wasserdampf, der an dem porösen Belag F_{n-2} kondensiert, welches an der Unterseite des Bodens des nächsten oberen Behälters a_{n-2} angeklebt ist. Dabei wird das Wasser b_{n-2} im Behälter a_{n-2} durch die latente Kondensationswärme erwärmt. In derselben Weise erfolgt jeweils ein Wärmeaustausch zwischen dem Wasserdampf, der von dem zu behandelnden Wasser in einem unteren Behälter erzeugt wurde, und dem zu behandelnden Wasser in dem angrenzenden oberen Behälter, um destilliertes Wasser zu erzeugen. Der von dem Wasser b_1 im oberen Behälter a_1 erzeugte Wasserdampf kondensiert an dem porösen wasserabsorbierenden Belag F_0 , der an einer Kühlplatte 56 angeklebt ist, welche sich unter Zwischenlegung einer Dichtung S_0 auf dem oberen Behälter a_1 befindet. Die zu dieser Zeit freigegebene latente Wärme strahlt an die Umgebung ab. Die an den porösen

sen Belägen F_{n-1} , F_{n-2} ... F_5 , F_4 , F_3 , F_2 , F_1 und F_0 kondensierten Wasserbestandteile werden durch die porösen Beläge absorbiert und durch Kapillar- und Siphonwirkung zu der Rinne 53 nach unten geführt. Das gesammelte destillierte Wasser 52 wird über die Leitung 54 abgenommen und in einem Tank (nicht dargestellt) gespeichert.

Fig. 8 ist eine teilweise aufgeschnittene perspektivische Ansicht einer Mehrstufen-Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp, wobei die Vorrichtung in einem Demontage-Zustand dargestellt ist. Sechs flache schalenartige Behälter a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 und a_5 sind horizontal gestapelt, und zwar unter Zwischenlegung von U-förmigen Dichtungen S_0 , S_1 , S_2 , S_3 und S_4 , um auf diese Weise einen Vorrichtungskörper zu bilden. Poröse wasserabsorbierende Beläge F_0 , F_1 , F_2 , F_3 und F_4 sind mit einem Klebstoff an den entsprechenden Unterseiten der Böden der Behälter angeklebt. Schlitzöffnungen G_0 , G_1 , G_2 , G_3 und G_4 sind an einer Seite des Körpers durch Zwischenlegung der U-förmigen Dichtungen gebildet. Durch diese Schlitzöffnungen erstrecken sich die porösen Beläge, die zu einer kondensierten Wasser sammelnden Rinne 53 unterhalb der Schlitzöffnung G_4 des niedrigsten Behälters a_5 herabhängen. Das in der Rinne 53 gesammelte destillierte Wasser wird über eine Leitung 54 abgenommen. Die Bezugszeichen P_0 , P_1 und P_5 betreffen Überströmleitungen, die an den Böden der Behälter a_0 , a_1 und a_5 durch Löcher an den Böden führend befestigt sind. Die vier Seiten des Vorrichtungskörpers sind mit einem Wärmeisolationmaterial 10 abgedeckt.

Fig. 9 ist ein Längsschnitt einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Mehrstufen-Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp. Hierbei wird Sonnenlicht als Wärmequelle angewendet, und die Vorrichtung ist mit einem Sonnenlichtkollektor 70 als Heizvorrichtung unter dem untersten schalenartigen Behälter sowie mit einer geneigten transparenten Glasplatte als Abdeckung, als Verdampfer vom Bassintyp arbeitend, über dem oberen schalenartigen Behälter versehen. Der Sonnenlichtkollektor 70 ist aus Aluminium-Spiegelplatten 71 hergestellt, die ein gutes Reflexionsvermögen haben und eine reflektierende innere Wandungs Oberfläche bilden. Der Boden des Kollektors 70 ist zu einer sphärischen Oberfläche ausgebildet, einer parabolischen Oberfläche der kombinierten Oberfläche hiervon, und die inneren Seitenwände des Kollektors 70 sind zu einer flachen Oberfläche ausgebildet. Das durch ein transparentes Glasfenster 72 gelangende Sonnenlicht wird an der Unterseite 75 des Bodens des unteren Behälters a_7 durch die Spiegelplatten 71 gesammelt. Die Unterseite 75 am Boden des untersten Behälters a_7 ist eine Oberfläche, die die Sonnenwärmestrahlen absorbieren kann, und gewöhnlich ist eine Sonnenwärme-Absorptionsmischung auf diese Unterseite 75 aufgebracht. Da die Beschichtung den grössten Teil der Wärmestrahlung des gesammelten Sonnenlichts absorbiert und selbst kaum Strahlung aussendet, ist der Wirkungsgrad der Wärmeabsorption sehr gut. Die Sonnenwärme-Absorptionsbeschichtung wird gewöhnlich durch Aufbringen einer schwarzen oder dunklen Farbe aus einem Kunstharz gebildet, wie einem Alkylharz, einem Urethanharz, einem Epoxyharz oder einem Acrylharz in Verbindung mit einem Füllmittel, wie Russ (carbon black), Kaliumchromat oder Strontiumchromat, wobei diese Beschichtung auf die Unterseite 75 des Bodens des untersten Behälters a_7 aufgebracht wird. Eine solche Beschichtung kann in selektiver Weise die Sonnenwärmestrahlen im Wellenlängenbereich von 0,3 bis 2,5 μ absorbieren.

Die schalenähnlichen Behälter a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 sind horizontal in Stufen angeordnet, und zwar unter Zwischenlegung von U-förmigen Dichtungen S_0 , S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 und S_6 . Poröse wasserabsorbierende Blatt- bzw. Tafelglieder F_0 , F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , F_5 und F_6 sind mit einem Klebstoff an den

unterseitigen Oberflächen der Behälterböden angeklebt, und sie erstrecken sich durch Schlitzöffnungen G_0 , G_1 , G_2 , G_3 , G_4 , G_5 und G_6 , die durch das Einfügen der Dichtungen zwischen den Behältern gebildet werden, zu einer kondensierten Wasser sammelnden Rinne 53 unter der Schlitzöffnung G_6 des niedrigsten Behälters a_7 . Der in jedem Behälter erzeugte Wasserdampf kondensiert an dem porösen Belag, der an der Unterseite eines jeden Behälters angeklebt ist, und es wird in der Rinne 53 gesammelt. Überströmleitungen P_0 , P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 und P_6 sind durch Löcher in den Behälterböden verlaufend hieran befestigt. Eine Überströmleitung P_7 ist an der Seitenwand des Behälters a_7 befestigt, und durch die Überströmleitung P_7 fließendes, zu behandelndes Wasser wird in einen üblichen Wärmeaustauscher 60 vom Konvektionstyp eingeführt und über eine Leitung 65 abgelassen.

Eine geneigte Abdeckung 73 aus einer transparenten Glasplatte ist über dem oberen Behälter a_0 vorgesehen, um einen Verdampfer vom Bassintyp zu bilden. Das durch die transparente Abdeckung 73 gelangende Sonnenlicht führt dazu, dass von einer Wasserzufuhrleitung 51 in den oberen Behälter a_0 geleitetes Wasser erwärmt und verdampft wird. Der Wasserdampf kondensiert an der Unterseite der Abdeckung 73. Das kondensierte Wasser läuft längs der Unterseite der Abdeckung 73 nach unten und wird in einer kondensierten Wasser sammelnden Rinne 74 aufgefangen.

Das zu behandelnde Wasser wird zuerst zu einer Wasserzufuhrleitung 51a geleitet und durch den Wärmeaustauscher 60 vorerwärmt, in dem ein Wärmeaustausch zwischen dem eine höhere Temperatur aufweisenden Wasser aus der Überströmleitung P_7 und dem zugeführten Wasser durchgeführt wird. Das vorerwärmte Wasser wird weiter vorerwärmt, und zwar durch heisses destilliertes Wasser, das sich in der kondensierten Wasser sammelnden Rinne 53 befindet. Diese arbeitet somit als Wärmeaustauscher. Das zu behandelnde Wasser wird dann durch die Zufuhrleitung 51 zum oberen Behälter a_0 geleitet, der als Verdampfer vom Bassintyp arbeitet. In dem Wärmeaustauscher 60 läuft aus der Überströmleitung P_7 gelangendes Wasser hoher Temperatur längs eines Filzes 61 nach unten, und zwar zum Verdampfen, wobei der Wasserdampf erzeugt wird. Das Wasser, welches durch den Verdampfungsvorgang abgekühlt ist, wird in einem Abfluss-Sammelbehälter 63 gesammelt und von einer Leitung 65 abgelassen. Der von dem Filz 61 erzeugte Wasserdampf wird durch die Zufuhrleitung 51a gekühlt, durch die zu behandelndes Wasser gelangt, und an einer Kondensationsoberfläche 62 kondensiert. Das kondensierte Wasser wird in einem Kondenswasser-Sammelbehälter 64 gesammelt und über eine Leitung 54 als destilliertes Wasser abgenommen.

Die erfindungsgemässe Mehrstufen-Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp hat einen sehr einfachen Aufbau. Es ist keine Energie zum Betreiben der Vorrichtung erforderlich, da wegen eines Gefälles die Schwerkraft für den Transport einer Flüssigkeit ausgenutzt wird und da der Betrieb bei atmosphärischem Druck erfolgt sowie keine Notwendigkeit für eine Druckverminderung besteht. Ferner werden die Wärmeleitung, der Wärmeaustausch und die Kondensation des Wasserdampfes wirksam durchgeführt, und zwar auf der Basis des Mehrstufenaufbaues der gestapelten Behälter, ohne dass ein besonderes Glied erforderlich ist. Da kein sich bewegendes Teil vorhanden ist und es sich bei der Vorrichtung um eine solche vom Fixierungstyp handelt, tritt keine Störung auf. Darüber hinaus ist der Wärmewirkungsgrad sehr gross. Beispielsweise ist es möglich, einen Wärmewirkungsgrad zu erreichen, der das Zwanzigfache desjenigen einer herkömmlichen Solardestillationsvorrichtung vom Bassintyp ausmacht. Deshalb kann bei gleicher Wärmemenge destilliertes Wasser in einer im Vergleich zu einer herkömm-

lichen Destillationsvorrichtung fünf- bis zwanzigfachen Menge hergestellt werden.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend an verschiedenen Beispielen weiter beschrieben und erläutert. Diese Beispiele sollen die Erfindung lediglich weiter erläutern und nicht einschränken.

Beispiel 1

Unter Verwendung einer vertikalen Solardestillationsvorrichtung vom Wärmediffusionstyp wurde die Destillierung von Seewasser durchgeführt. Diese Vorrichtung hatte eine einzige reflektierende Kühlplatte. Die Vorrichtung bestand aus einer Wärmeaufnahmeplatte, an deren Rückseite ein poröser wasserabsorbierender Belag angeklebt war, einer reflektierenden Kühlplatte, an deren Rückseite der poröse Belag angeklebt war, einem Wärmeisolationsrahmen, oberen und unteren Tanks, einer transparenten doppelten Abdeckung und einer kondensiertes Wasser sammelnden Rinne. Als Wärmeaufnahmeplatte wurde eine Edelstahlplatte mit einer Dicke von 0,3 mm verwendet. Als poröser Belag wurde ein solcher aus Polyvinyl-Formal-Schaum benutzt (Dicke 1 mm, augenscheinliches spezifisches Gewicht 0,12 g/cm³, Porosität 91%).

Die Wärmeaufnahmeplatte hatte eine schwarze Beschichtung (Absorptionsverhältnis 97 bis 98%), und die Wärme-

aufnahmefläche betrug 1,5 m² (1,5 m lang und 1,0 m breit). Die Oberfläche der Kühlplatte war glatt bzw. gleichförmig und das Reflexionsvermögen der reflektierenden Oberfläche betrug 90%. Die reflektierende Oberfläche machte 1,4 m² aus (1,4 m lang und 1,0 m breit). Ein transparentes Tafelglas mit einer Dicke von 3 mm wurde für die Abdeckungen benutzt.

Das Wetter bei der Destillation war schön, und der Versuch wurde unter den folgenden Bedingungen durchgeführt: Atmosphärische Temperatur 23° bis 27°C, relative Feuchtigkeit 72%, Menge der Solarstrahlung 598 kcal/m². Stunde, und die Windgeschwindigkeit betrug 2 bis 4 m/sec. Seewasser wurde von einer Zufuhrleitung zum oberen Tank geleitet, und zwar mit einem Überströmen von einer mit dem oberen Tank verbundenen Überströmleitung. Das Seewasser, welches durch die an der Wärmeaufnahmeplatte und der Kühlplatte angeklebten porösen Belag nach unten geströmt war und den unteren Tank erreicht hatte, wurde aus diesem abgelassen. Die Temperatur des Seewassers, welches den unteren Tank durch den porösen Belag der Wärmeaufnahmeplatte erreichte, betrug 69°C. Die Temperatur des Seewassers, welches den unteren Tank durch den porösen Belag der Kühlplatte erreichte, betrug 40°C. Die Menge des abgelassenen Seewassers betrug 1,4 Liter/Stunde.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 angegeben, in der der Wärmewirkungsgrad, der nachfolgend dieselbe Bedeutung hat, durch den folgenden Ausdruck berechnet ist:

$$\text{Wärmewirkungsgrad} = \frac{\text{Menge des erzeugten destillierten Wassers (kg/Stunde)} \times \text{Latente Wasserverdampfungswärme (560 kcal/kg)}}{\text{Zugeführte Wärmemenge (kcal/Stunde)}} \times 100$$

TABELLE 1

Temperatur der Wärmeaufnahme-Platte	83°C
Temperatur der reflektierenden Kühlplatte	56°C
Menge an erzeugtem destilliertem Wasser	1131 ml/Stunde
Wärmewirkungsgrad	71%

Beispiel 2

Es wurde eine Destillation unter Anwendung einer in Fig. 1 dargestellten vertikalen Solardestillationsvorrichtung vom Thermodiffusionstyp durchgeführt.

Als Wärmeaufnahmeplatte 1 und als reflektierende Kühlplatte 3, 5 und 7 wurden Edelstahlplatten (Dicke 0,3 mm) benutzt. Die Wärmeaufnahmeplatte hatte eine schwarze Beschichtung (Absorptionsverhältnis 97 bis 98%), und die Wärmeaufnahmeplatte betrug 1,5 m² (1,5 m lang und 1,0 m breit). Die Kühlplatten 3, 5 und 7 hatten eine glatte bzw. gleichförmige Oberfläche (Reflexionsvermögen 90%), und der reflektierende Oberflächenbereich einer jeden Platte betrug 1,4 m² (1,4 m lang und 1,0 m breit). Als poröse wasserabsorbierende Beläge 2, 4, 6 und 8 wurden solche aus einem Polyvinyl-Formal-Schaum benutzt (Dicke 1,0 mm, augenscheinliches spezifisches Gewicht 0,12 g/cm³, Porosität 91%). Als transparente Abdeckungen 11 und 12 wurden ebenfalls transparente Glastafeln (Dicke 3 mm) angewendet.

Das Wetter war zum Zeitpunkt der Destillation schön, und der Versuch wurde unter den folgenden Bedingungen durchgeführt: Atmosphärische Temperatur 23° bis 26°C,

relative Feuchtigkeit 75%, Solarstrahlungsmenge 603 kcal/m² . Stunde und Windgeschwindigkeit 1 bis 4 m/sec. Seewasser wurde von der Zufuhrleitung 20 zum oberen Tank 13 mit einem Überströmen von der Überströmleitung 21 zugeführt. Das Seewasser, welches durch die porösen Beläge 2, 4, 6 und 8 gelaufen war und den unteren Tank 14 erreicht hatte, wurde von diesem abgelassen. Die Temperatur des Seewassers, das den unteren Tank 14 durch die porösen Beläge 2, 4, 6 und 8 erreicht hatte, betrug entsprechend 83°C, 71°C, 54°C und 42°C. Die Menge des abgelassenen Seewassers betrug 2,1 Liter/Stunde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 angegeben.

TABELLE 2

Temperatur:	
Wärmeaufnahme-Platte 1	97°C
Reflektierende Kühlplatte 3	80°C
Reflektierende Kühlplatte 5	64°C
Reflektierende Kühlplatte 7	46°C
Menge des erzeugten destillierten Wassers:	
Zwischen den Platten 1 und 3	1175 ml/Stunde
Zwischen den Platten 3 und 5	893 ml/Stunde
Zwischen den Platten 5 und 7	681 ml/Stunde
Gesamt	2749 ml/Stunde
Wärmewirkungsgrad	170%

Beispiel 3

Es wurde eine Destillation von Seewasser durch Anwenden einer in Figur 3 dargestellten geeigneten Solardestillationsvorrichtung vom Thermodiffusionstyp durchgeführt.

Die Materialien der Vorrichtung entsprachen denjenigen der im Beispiel 2 angewendeten vertikalen Destillationsvorrichtung, jedoch mit dem Unterschied, dass die Wärmeaufnahmeoberfläche der Wärmeaufnahme-Platte 1 2,0 m² betrug (1,0 m lang und 2,0 m breit) und dass die reflektierende Oberfläche einer jeden der reflektierenden Kühlplatten 3, 5 und 7 hier 2,0 m² betrug (1,0 m lang und 2,0 m breit).

Das Wetter war bei Durchführung der Destillation schön, und der Versuch wurde unter den folgenden Bedingungen durchgeführt: Atmosphärische Temperatur 19° bis 25°C, relative Feuchtigkeit 78%, Solarstrahlungsmenge 595 kcal/m² . Stunde und Windgeschwindigkeit 1 bis 3 m/sec. Seewasser wurde von der Zufuhrleitung 20a zu der verteilenden, porösen, wasserabsorbierenden, dicken Platte 30 geleitet. Das

Seewasser, welches die porösen, wasserabsorbierenden Beläge 2, 4, 6 und 8 durchlaufen hatte, wurde von dem wiedergewinnenden, porösen, wasserabsorbierenden Sammel-speicher 40 gesammelt und über die Leitungen 22a sowie 22 abgelassen. Die Temperaturen des Seewassers an den unteren Enden der porösen Beläge 2, 4, 6 und 8 betrugen entsprechend 86°C, 74°C, 58°C und 43°C. Die Menge des abgelassenen Seewassers betrug 2,3 Liter/Stunde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

TABELLE 3

Temperatur:	
Wärmeaufnahme-Platte 1	98°C
Reflektierende Kühlplatte 3	84°C
Reflektierende Kühlplatte 5	66°C
Reflektierende Kühlplatte 7	49°C
Menge an erzeugtem destilliertem Wasser:	
Zwischen den Platten 1 und 3	1777 ml/Stunde
Zwischen den Platten 3 und 5	1201 ml/Stunde
Zwischen den Platten 5 und 7	913 ml/Stunde
Gesamt	3891 ml/Stunde
Wärmewirkungsgrad	183%

Beispiel 4

Es wurde eine Destillation von Seewasser durch Anwenden einer in Fig. 7 dargestellten Mehrstufen-Destillationsvorrichtung vom Konvektionstyp durchgeführt, wobei zehn schalenartige Behälter horizontal aufgestapelt wurden, die aus 18-8 Edelstahl hergestellt waren und eine Länge von 2000 mm, eine Breite von 500 mm und eine Höhe von 50 mm hatten. Jede am Boden des Behälters befestigte Überströmleitung ragte durch den Boden bis zu einer Höhe von 25 mm vor. Als poröse, wasserabsorbierende Beläge, die an den Unterseiten der Behälterböden angeklebt waren, wurden solche aus einem Polyvinyl-Formal-Schaum benutzt (Dicke 1,0 mm, Grundgewicht 138 g/m²).

Die Breite einer jeden Schlitzöffnung betrug in der Vertikalrichtung 2,0 mm. Seewasser wurde zu dem oberen Behälter geleitet, und es erfolgte ein Überströmen jeweils durch die Überströmleitung eines jeden Behälters. Das Wasser wurde durch die Überströmleitung des untersten Behälters abgenommen. Die Temperatur des von dem untersten Behälter abgenommenen konzentrierten Seewassers betrug 96,8°C, und die Menge des abgelassenen Seewassers betrug 12,0 Liter/Stunde. Die zugeführte Wärmemenge betrug 856 kcal/Stunde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

TABELLE 4

Temperatur des Seewassers:

Im oberen Behälter	51,2°C
Im zweiten Behälter	59,2°C
Im dritten Behälter	65,1°C
Im vierten Behälter	70,0°C
Im fünften Behälter	75,2°C
Im sechsten Behälter	79,5°C
Im siebten Behälter	84,0°C
Im achten Behälter	88,5°C
Im neunten Behälter	92,9°C
Im untersten Behälter	96,8°C

Menge an erzeugtem destilliertem

Wasser:

Am oberen Behälter	0,30 Liter/Stunde
Am zweiten Behälter	0,49 Liter/Stunde
Am dritten Behälter	0,67 Liter/Stunde
Am vierten Behälter	0,83 Liter/Stunde
Am fünften Behälter	0,94 Liter/Stunde
Am sechsten Behälter	1,05 Liter/Stunde
Am siebten Behälter	1,26 Liter/Stunde
Am achten Behälter	1,52 Liter/Stunde
Am neunten Behälter	1,63 Liter/Stunde
Am untersten Behälter	1,73 Liter/Stunde
Gesamt	10,42 Liter/Stunde

Wärmewirkungsgrad 750%

Beispiel 5

Es wurde eine Destillation von Seewasser unter Verwenden einer in Fig. 9 dargestellten Solardestillationsvorrichtung vom Konvektionstyp durchgeführt, wobei acht chalenähnliche Behälter horizontal aufgestapelt waren. Die Größen und Materialien der Behälter sowie der porösen wasserab-

sorbierenden Beläge entsprachen denjenigen aus dem Beispiel 4. Der Sonnenlichtsammlerkasten 70 bestand aus Aluminium-Spiegelplatten und hatte eine parabolische Unterseite sowie ebene Seitenwände. Eine auf die Unterseite des Bodens des untersten Behälters aufgebrachte Sonnenwärme-Absorptionsbeschichtung (Absorptionsverhältnis 97 bis 98%) wurde dadurch gebildet, dass eine schwarze Beschichtungszusammensetzung angewendet wurde, die Epoxyharz und Russ enthält. Die zugeführte Wärmemenge betrug 940 kcal/10 Stunde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

TABELLE 5

15 Temperatur des Seewassers:

Im oberen Behälter	67,8°C
Im zweiten Behälter	72,0°C
Im dritten Behälter	76,1°C
Im vierten Behälter	81,4°C
Im fünften Behälter	86,0°C
Im sechsten Behälter	90,5°C
Im siebten Behälter	94,6°C
Im untersten Behälter	98,2°C

25 Menge an erzeugtem destilliertem

Wasser:

Am oberen Behälter	0,85 Liter/Stunde
Am zweiten Behälter	0,89 Liter/Stunde
Am dritten Behälter	1,00 Liter/Stunde
Am vierten Behälter	1,28 Liter/Stunde
Am fünften Behälter	1,53 Liter/Stunde
Am sechsten Behälter	1,61 Liter/Stunde
Am siebten Behälter	
Am untersten Behälter	1,86 Liter/Stunde
Am Wärmeaustauscher 60	0,75 Liter/Stunde
Gesamt	11,48 Liter/Stunde

Wärmewirkungsgrad 684%

FIG. 1

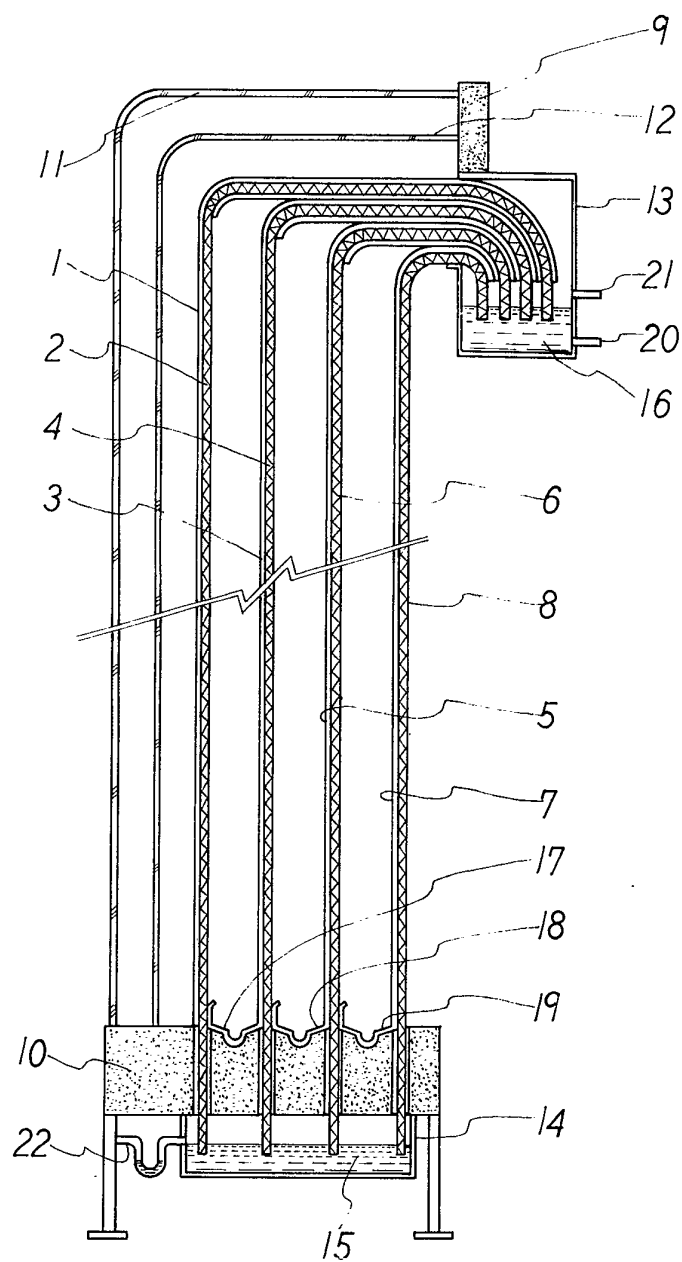


FIG. 2

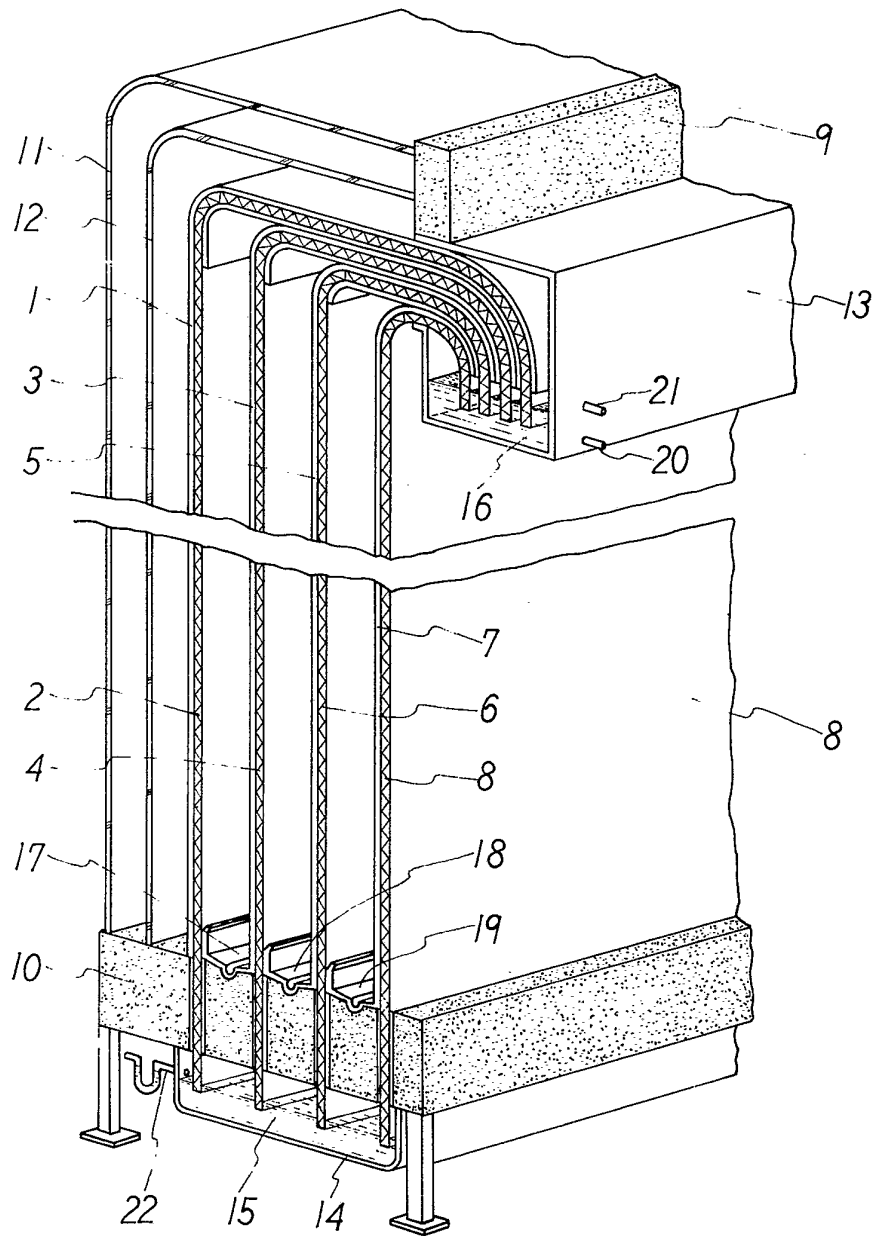


FIG. 3

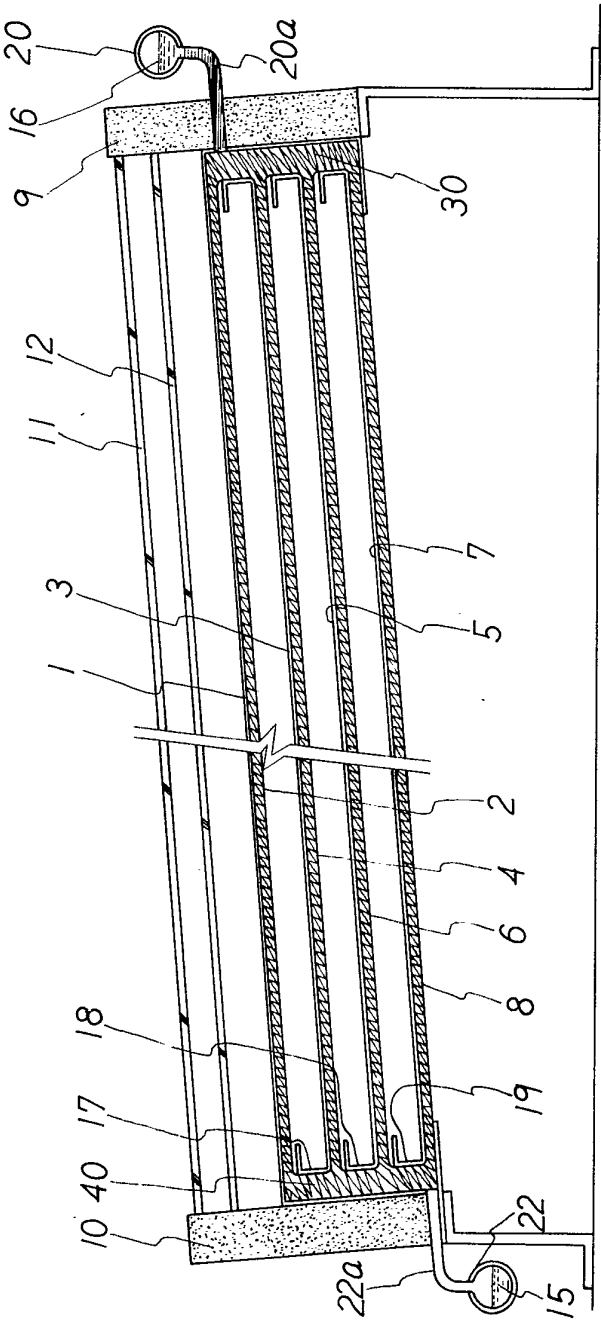


FIG. 4

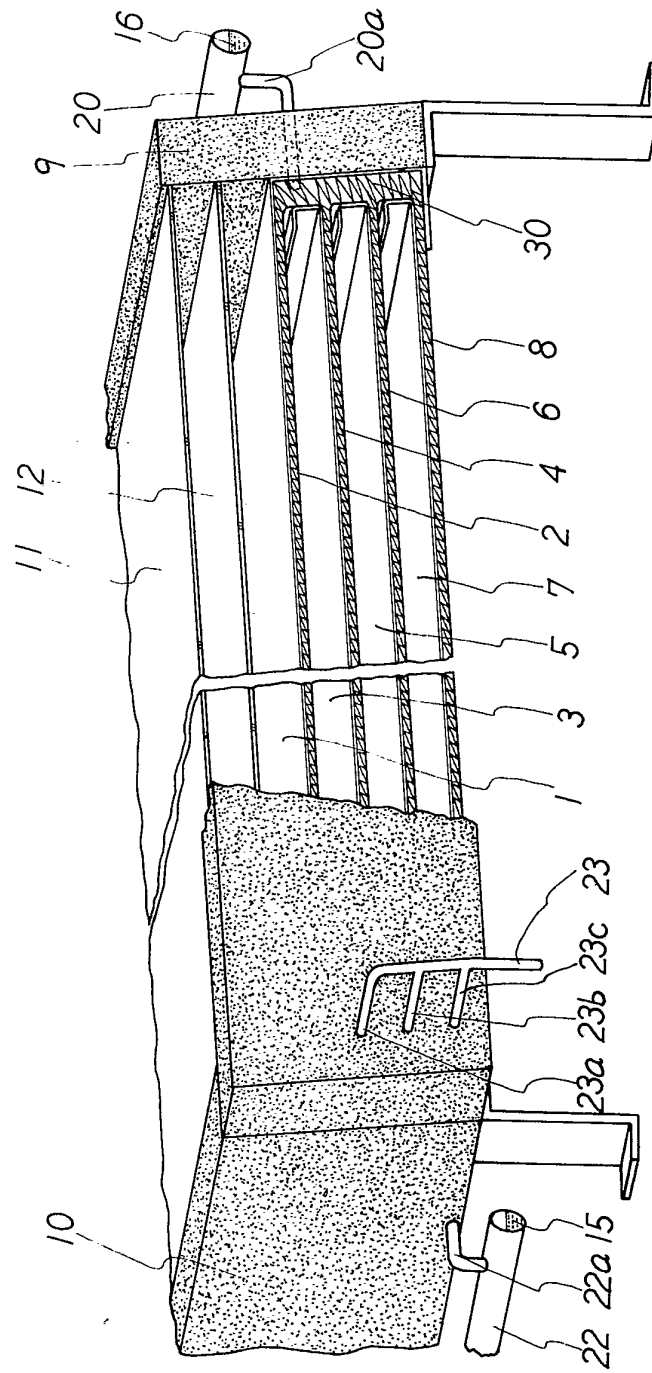


FIG. 5

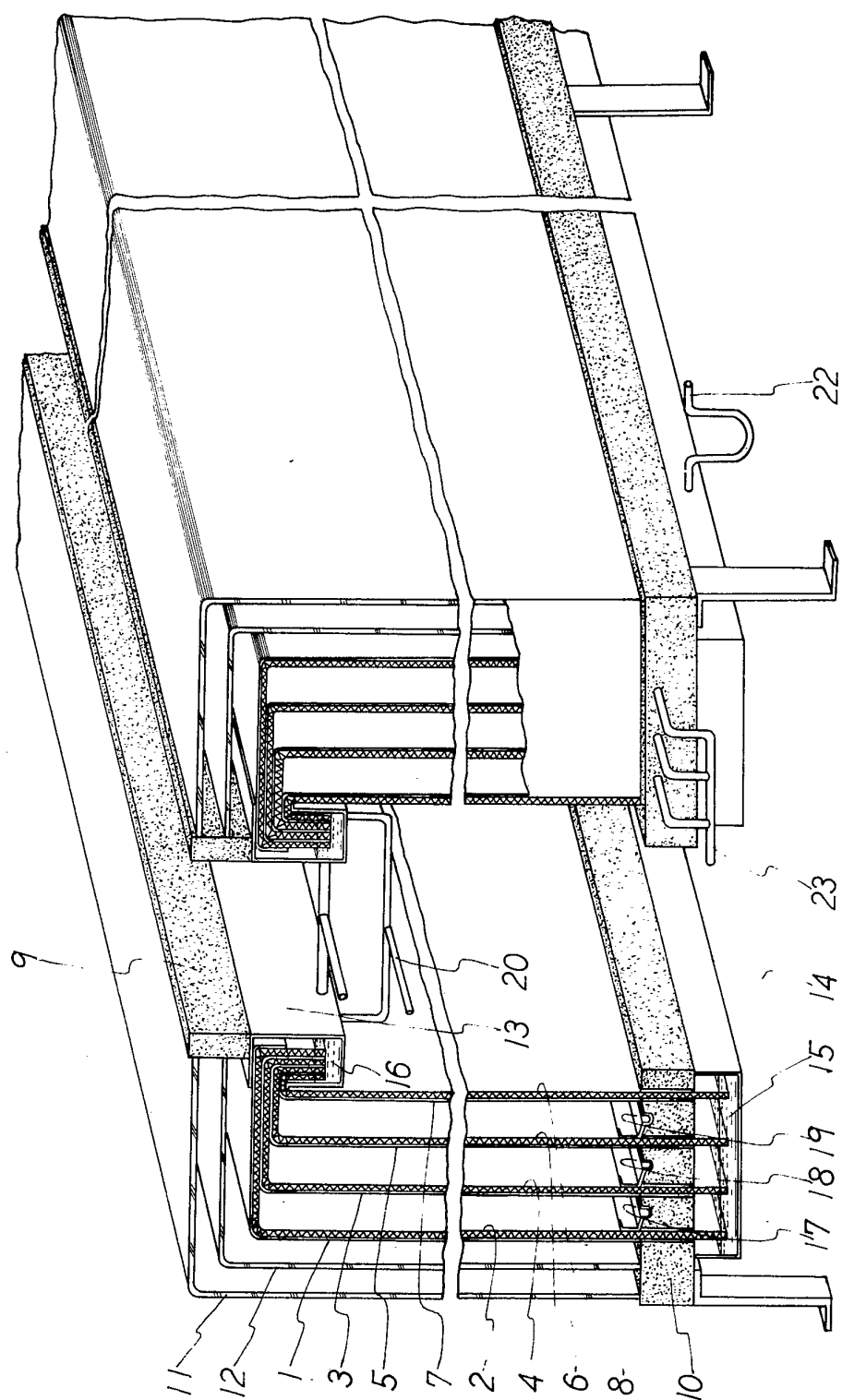


FIG. 6

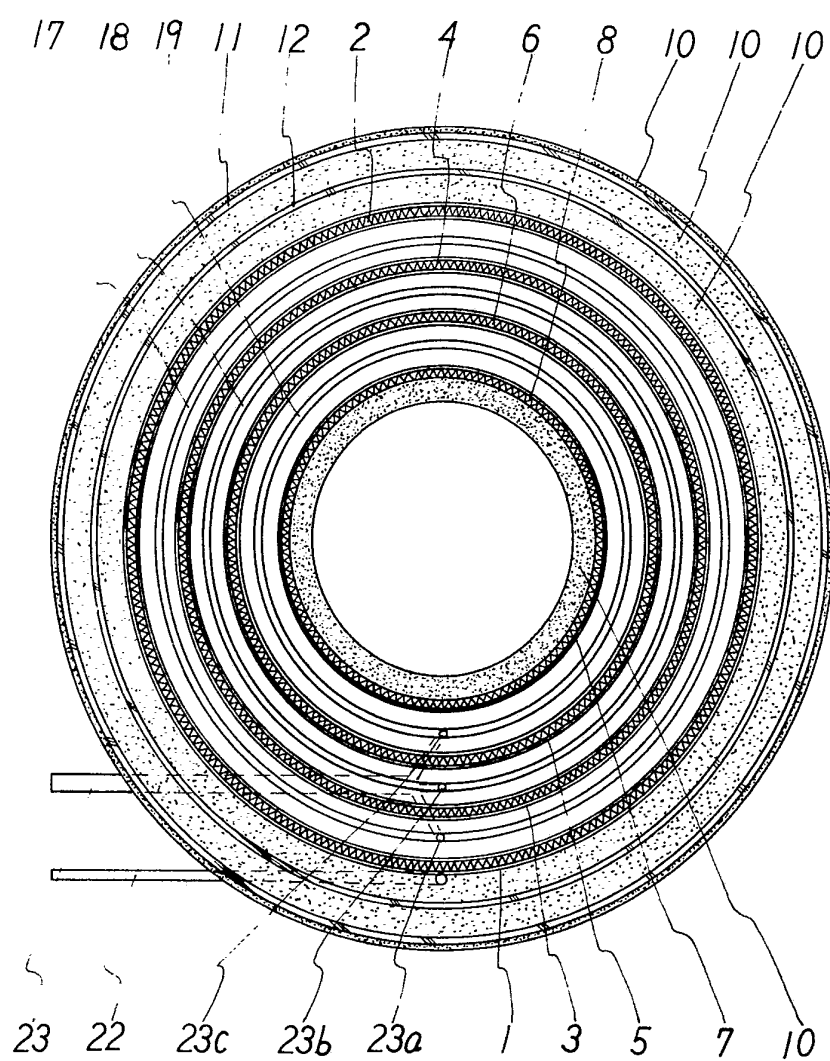


FIG. 7

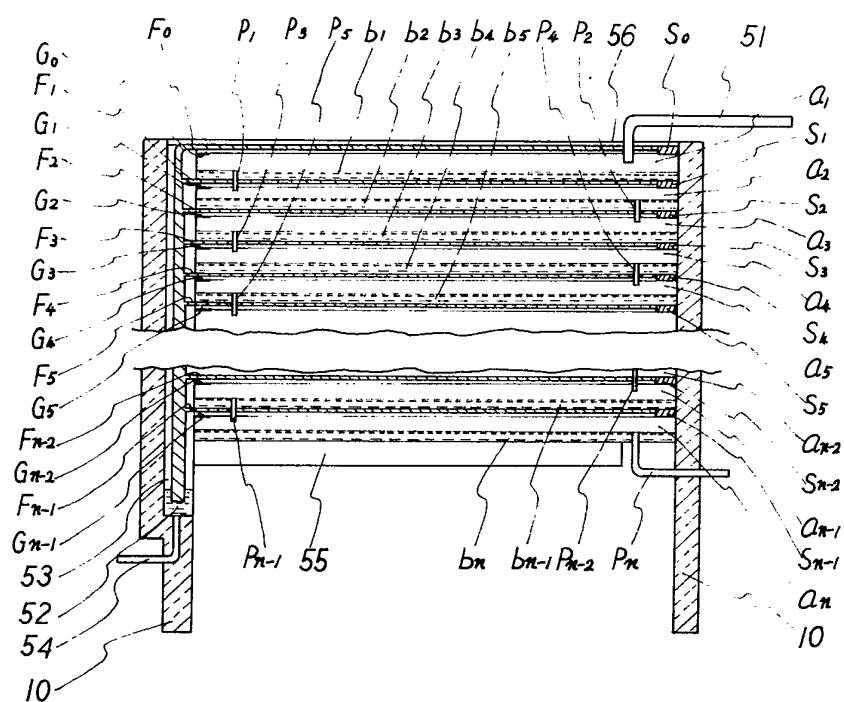


FIG. 8

