



(11) **EP 1 927 406 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.05.2009 Patentblatt 2009/19

(51) Int Cl.:
B05D 3/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07104758.3**

(22) Anmeldetag: **23.03.2007**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Strahlungshärten**

Method and device for radiation hardening

Procédé et dispositif destinés au durcissement par rayonnement

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

- **Rebhan, Dieter**
82538, Geretsried-Gelting (DE)
- **Wolf, Erich**
82049, Pullach (DE)

(30) Priorität: **08.11.2006 DE 102006052743**

(74) Vertreter: **Ganahl, Bernhard**
Hüber & Schüssler
Postfach 82 02 86
81802 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.06.2008 Patentblatt 2008/23

(73) Patentinhaber: **Linde AG**
80807 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 161 540 EP-A- 1 413 416
DE-A1- 10 255 419

(72) Erfinder:

- **Orsén, Mikael**
23136, Trelleborg (SE)

EP 1 927 406 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Strahlungshärten von beschichteten Bauteilen und eine Vorrichtung hierfür.

[0002] Die Anwendung von Strahlung zum Vernetzen oder Härten von Beschichtungen wie Lacken und ähnlichem ist allgemein bekannt. Durch die Strahlung von Ultraviolettstrahler oder Elektronenstrahler werden in dem zu härtenden Lack oder anderen Beschichtungen chemische Reaktionen insbesondere Vernetzungsreaktionen ausgelöst. Diese führen zum Erhärten des Lackes oder einer anderen entsprechend reagierenden Beschichtung. Bei derartigen Vorrichtungen und insbesondere Ultraviolettrockner wird ein Gegenstand unter Inertgasatmosphäre mit UV-Strahlen bestrahlt. Bei dieser Behandlung entsteht sowohl durch UV- als auch durch Elektronenstrahler aber auch durch die Strahlung ausgelösten chemischen Reaktionen in den Substraten bzw. Beschichtungen Wärme. Diese Wärme muss abgeleitet werden um die Bauteile, deren Beschichtungen und auch Trägermaterialien bzw. das Produkt vor Hitzeschäden zu bewahren. Hierzu werden herkömmliche Kältemaschinen verwendet um z.B. einen Kühlmittel abzukühlen und im Kreislaufbetrieb rückzukühlen. Beispielsweise kann die Abkühlung mittels einer Wasserkühlung erfolgen.

[0003] Bei derartigen bekannten Vorrichtungen ist von Nachteil, dass die Abkühlung des Mittels mit dem die Produkte bzw. Substrate gekühlt werden energieaufwändig und daher teuer ist.

[0004] Die EP-A-1413416 lehrt das in einer Strahlungsapparatur erwärmtes Inertgas zum Verdampfen des kalten, eintretenden Inertgases in einem Wärmetauscher einzusetzen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen bei dem die Strahlungshärtung energieoptimiert durchgeführt wird.

[0006] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zum Strahlungshärten zu schaffen, welche energieoptimiert ausgebildet ist.

[0009] Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruch 9 gelöst.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den hier von abhängigen Unteransprüchen angegeben.

[0011] Wie bereits ausgeführt, müssen die beschichteten Bauteile während der Strahlungshärtung gekühlt werden, da einerseits die Strahler mit denen die Strahlen erzeugt werden, beispielsweise UV-Strahler, eine erhebliche Wärmemenge erzeugen und an das Bauteil abgeben und zudem exotherme Reaktionen bei der chemischen Reaktion, die durch die Strahlung erzeugt wird, ebenfalls zu einer weiteren Erwärmung führen.

[0012] Derartige Strahlungshärtevorrichtungen wer-

den mit einer Inertgasatmosphäre betrieben, unter anderem um Oxidationen auszuschließen.

[0013] Dieses Inertgas wird in flüssiger Form angeliefert und in den gasförmigen Zustand überführt, bevor es in eine Strahlungshärtekammer eingeleitet wird.

[0014] Erfindungsgemäß wird die Kälte die beim Erzeugen des gasförmigen Inertgases aus der flüssigen Phase entsteht zum Abkühlen des Kühlmittels zum Abkühlen der Bauteile genutzt. Erfindungsgemäß wird der Kältekreislauf der Kältemaschine mit der Kälteleistung des verdampfenden Inertgases gekoppelt und dem Kälteaggregat ein Kühlmittel mit reduzierter Temperatur zur Verfügung gestellt. Das Gas stellt somit der Kältemaschine eine Grundlastdeckung zur Verfügung. Dies kann z.B. über einen unregelmäßigen oder geregelten Wärmetauscher geschehen, wobei der apparative Aufwand gering ist.

[0015] Das Inertgas wird flüssig in einer Tankanlage vorgehalten und über einen Luftverdampfer, der der Umgebungsluft Wärme entzieht verdampft und den Behandlungsstationen zur Ausbildung der inerten Atmosphäre zugeführt. Erfindungsgemäß ist nun der Kühlkreislauf mittels des Wärmetauschers an die Zuführleitung des Inertgases gekoppelt, wobei der Wärmetauscher parallel aber auch in Reihe zum Luftverdampfer angeordnet sein kann. Die vom Gas aufgenommene Verdampfungswärme kühlt mittels des Wärmetauschers das Kühlmittel des Kühlkreislaufes, so dass die Kälteanlage weniger stark beansprucht wird.

[0016] Vorzugsweise wird über eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung in Abhängigkeit von der Wassertemperatur des Kühlkreislaufes die Beanspruchung des Wärmetauschers geregelt, wobei die Wassertemperatur auf einen Bereich von 1°C bis 20°C und vorzugsweise auf einen Bereich von 4°C bis 12°C eingestellt wird.

[0017] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird bei einer zu geringen Temperatur des Inertgases die Zuführung des Inertgases über eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung abgeschaltet, wobei ein Schalter bzw. eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung auf ein Ventil zwischen dem Wärmetauscher und dem Luftverdampfer wirkt und auf ein Absperrventil in der Zuführung des Inertgases. Zudem kann auf ein hierzu benachbartes Ventil eine weitere Steuerungs-/Regelungseinrichtung wirken, die den Druck des zugeführten Inertgases konstant hält. Der Druck des Inertgases liegt im Bereich von 4 bis 12 bar, wobei die Verdampfung des Inertgases im Luftverdampfer leichten Druckschwankungen unterliegt, die mit dieser Druckregleinrichtung ausgeglichen werden.

[0018] Eine vollständige Eliminierung des Luftverdampfers ist nicht möglich, da z.B. bei der Inbetriebnahme der Anlage flüssiges Gas verdampft werden muss aber noch kein erwärmtes Wasser zur Verfügung steht. Eine absolute Kopplung zwischen der Verdampfung des Gases und der Kühlung ist deshalb nicht möglich.

[0019] Bei einer weiteren Ausführungsform kann um die Kälteanlage ein Bypass vorgesehen werden. Dies ist

insbesondere bei Anwendungen zweckmäßig, die viel Inertgas (= großes Volumen der Inertgasatmosphäre) benötigen und bei denen jedoch relativ wenig Wärme abfällt. Bei einer Ultraviolettrocknung ist es wahrscheinlich, dass der Bypass nur selten in Betrieb ist. UV-Lampen erzeugen bis circa 65 % ihrer Strahlungsleistung in Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung).

[0020] Da flüssiger Stickstoff etwa 350 bis 400 kJ/kg Energie zum Verdampfen und Anwärmen benötigt, kann bei einer erfindungsgemäßen Kopplung eine Stromersparnis bei einer typischen Anlage von circa 4000 bis 5000 € pro Jahr bei den heutigen Energiekosten erzielt werden. Der Effekt durch die Kopplung ist daher deutlich spürbar. Zudem wird durch die Energieeinsparung die Umwelt geschont.

[0021] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert, die stark schematisiert eine erfindungsgemäße Strahlungshärtevorrichtung zeigt.

[0022] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 besitzt eine Batterie 2 von Trocknern beispielsweise UV-Trocknern, beispielsweise neun UV-Trocknern 3 bis 11.

[0023] In diesen UV-Trocknern 3 bis 11 wird eine Strahlungshärtung in an sich bekannter Weise durchgeführt, wobei anstelle einer UV-Trocknung eine Elektronenstrahlentrocknung oder jede andere Verfahrensweise durchgeführt werden kann.

[0024] Die Trockner 3 bis 11 besitzen eine gemeinsame Kühlmittelzuleitung 12, welche bei jedem Trockner über einen entsprechenden Abzweig verfügt und eine Kühlmittelableitung 13 die ebenfalls über je eine Ableitung von jedem Trockner verfügt.

[0025] Das abgeleitete aufgewärmte Kühlwasser wird über ein Ventil 14 geführt und gelangt in einen Wärmetauscher 15. Aus dem Wärmetauscher 15 heraus wird das im Wärmetauscher abgekühlte Kühlwasser über eine weitere Leitung 16 einer konventionellen Kälteanlage 17 zugeführt, in der, so notwendig eine weitere Kühlung stattfindet und das Kühlwasser dann mit der Leitung 12 aus der konventionellen Kälteanlage 17 herausgeführt und den UV-Trocknern zugeführt wird.

[0026] Zudem ist eine Tankanlage 18 vorhanden, welche flüssiges Inertgas speichert. Von der Tankanlage 18 verläuft eine Leitung 19 über ein Druckregelventil 20, welche sich in Leitungen 21 und 22 verzweigt. Die Leitung 22 führt zum Wärmetauscher 15, wobei im Wärmetauscher 15 das flüssige Inertgas verdampft wird und über eine abgehende Leitung 23 und ggf. ein Druckregelventil 24 in eine Inertgasspeiseleitung 25 geführt wird. Mit der Inertgasspeiseleitung 25 wird das Inertgas zu den jeweiligen Trocknern 3 bis 11 geführt, wobei sich die Leitung 25 vor dem Trocknen entsprechend so verzweigt, dass jeder Trockner über eine eigene Zuleitung verfügt.

[0027] Die von der Tankanlage kommende Leitung 21 führt flüssiges Inertgas zu einem herkömmlichen Luftverdampfer 26 der neben dem Wärmetauscher 15 für eine Verdampfung des Inertgases sorgt. Über entsprechende Regelventile 27 wird das gasförmige Inertgas dann in die Speiseleitung 25 zu den UV-Trocknern eingespeist.

[0028] Zwischen der Leitung 16 und dem Druckregelventil 24 in der Inertgasableitung vom Wärmetauscher 15 ist eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung 28 vorhanden (TIC= Temperature Indicator and Controller) welche in Abhängigkeit von der Wassertemperatur des Kühlkreislaufes die Beanspruchung des Wärmetauschers regelt, wobei die Regelung vorzugsweise so durchgeführt wird, dass die Wassertemperatur auf einen Bereich von 1 °C bis 20°C und vorzugsweise auf einen Bereich von 4°C bis 12°C eingestellt wird und bevorzugt auf 12°C.

[0029] Zwischen der entsprechenden Messstrecke 29 zwischen der Steuerungs-/Regelungseinrichtung 28 und dem Druckregelventil 24 einerseits und der Inertgasspeiseleitung 25 ist über eine Messleitung 30 eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung 31 (TSL= Temperature Switch Low) angeordnet, welche bei einer zu geringen Temperatur des Inertgases die Zuführung des Inertgases abschaltet. Diese Steuerungs-/Regelungseinrichtung 31 wirkt auf das Ventil 24 zwischen dem Wärmetauscher und dem Luftverdampfer und auf ein Absperrventil 32 in der Zuführung bzw. Speiseleitung 25 des Inertgases.

[0030] Auf ein zu dem Ventil 32 benachbartes Ventil 33 in der Speiseleitung 25 wirkt eine weitere Steuerungs-/Regelungseinrichtung 34 (PIC= Pressure Indicator with Controller) welche den Druck des zugeführten Inertgases konstant hält. Der Druck liegt im Bereich von 4 bis 12 bar, wobei die Verdampfung im Luftverdampfer leichten Druckschwankungen unterliegt, die mit diesem Druckregler ausgeglichen werden.

[0031] Nachfolgend wird die Betriebsweise bzw. das Verfahren erläutert.

[0032] Vor der Inbetriebnahme der Trockner 3 bis 11 wird zunächst Inertgas aus der Tankanlage 18 entnommen und über das Ventil 20 und die Leitungen 19 und 21 dem Luftverdampfer zugeführt und anschließend als gasförmiges Inertgas über die Inertgasspeiseleitung 25 den Trocknern zugeführt. Nachdem in den Trocknern eine entsprechende Inertgasatmosphäre hergestellt ist, können diese ihren Trocknerbetrieb aufnehmen.

[0033] Beim Trocknerbetrieb in den Trocknern 3 bis 11 bzw. der Trocknerbatterie 2 wird insbesondere bei der Verwendung von UV-Strahlern Wärme freigesetzt, die noch vermehrt werden kann um die Wärme die durch chemische Reaktion in einer zu härtenden Beschichtung entsteht. Um diese Wärme abzuführen wird über eine Kühlwasserspeiseleitung 12 Kühlwasser jedem einzelnen Trockner zugeführt und über eine Abführleitung 13 diesen wieder entzogen. Das aufgewärmte Kühlwasser gelangt über ein Ventil 14 in einen Wärmetauscher 15 und von dem Wärmetauscher 15 über eine Zuleitung 16 in eine konventionelle Kälteanlage 17 in der das Kühlwasser rückgekühlt wird. Nachdem das Kühlwasser eine ausreichende Temperatur angenommen hat, kann über die Leitung 22 bzw. das Ventil 24 und die Leitung 23 das aus der Tankanlage 18 entnommene Inertgas auch über den Wärmetauscher 15 später auch ausschließlich über den Wärmetauscher 15 geführt und dort verdampft wer-

den. Die Durchflussmenge des Inertgases entlang der Leitung 22 und 23 durch den Wärmetauscher 15 wird durch die Regeleinrichtung 28 und das hierdurch gesteuerte Ventil 24 geregelt.

[0034] Bei der Erfindung ist von Vorteil, das ein einfaches Verfahren geschaffen wird, mit dem bei Strahlungshärteanlagen ein Teil der abgeführten Wärme dazu verwendet wird, dass notwendige Inertgas zu verdampfen. Dies spart Energie und schont die Umwelt.

[0035] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist darüber hinaus von Vorteil, dass diese besonders einfach aufgebaut ist und somit leicht und kostengünstig zu realisieren ist.

[0036] Die Erfindung kann folgendermaßen kurz zusammengefasst werden:

[0037] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Strahlungshärten wobei zumindest eine Einrichtung zum Beaufschlagen eines Werkstückes mit Strahlung vorhanden ist und zudem eine Zuleitung für Kühlmittel und eine Ableitung für Kühlmittel vorhanden ist, welches in der Einrichtung entstehende Wärme aufnimmt und abführt und eine Kühleinrichtung zum Kühlen des erwärmten Kühlmittels vorhanden ist. Zudem wird Inertgas über eine Zuleitung der Einrichtung zum Strahlungshärten zugeleitet wird, wobei das Inertgas in einer Verdampfungseinrichtung aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand überführt wird, wobei zumindest ein Teil des flüssigen Inertgases über einen Wärmetauscher (15) geführt wird, in den das aufgewärmte Kühlmittel eintritt. Die Verdampfung des Inertgases entzieht dem Kühlmittel Wärme.

Bezugszeichenliste

[0038]

1	Vorrichtung
2	Batterie
3-11	UV-Trockner
12	Kühlmittelzuleitung
13	Kühlmittelableitung
14	Ventil
15	Wärmetauscher
16	Leitung
17	Kälteanlage
18	Tankanlage
19	Leitung
20	Druckregelventil
21	Leitungen
22	Leitungen
23	abgehende Leitung
24	Druckregelventil
25	Inertgasspeiseleitung
26	Luftverdampfer
27	Regelventile
28	Steuerungs-/Regelungseinrichtung
29	Netzstrecke
30	Messleitung

32	Absperrventil
33	benachbartes Ventil

5 Patentansprüche

1. Verfahren zum Strahlungshärten, wobei zumindest eine Einrichtung zum Beaufschlagen eines Werkstückes mit Strahlung vorhanden ist und zudem eine Zuleitung für Kühlmittel und eine Ableitung für Kühlmittel vorhanden ist, welches in der Einrichtung entstehende Wärme aufnimmt und abführt und eine Kühleinrichtung zum Kühlen des erwärmten Kühlmittels vorhanden ist und wobei zudem Inertgas über eine Zuleitung der Einrichtung zum Strahlungshärten zugeleitet wird, wobei das Inertgas in einer Verdampfungseinrichtung aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand überführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des flüssigen Inertgases über einen Wärmetauscher (15) geführt wird in den das aufgewärmte Kühlmittel eintritt, wobei die Verdampfung des Inertgases dem Kühlmittel Wärme entzieht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Einrichtung zum Kühlen des Kühlmittels eine Kältemaschine (17) benutzt wird, wobei der Kältekreislauf der Kältemaschine mit der Kälteleistung des verdampfenden Inertgases über den Wärmetauscher (15) gekoppelt und der Kältemaschine (17) ein Kühlmittel mit reduzierter Temperatur zur Verfügung gestellt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (15) parallel oder in Reihe zur Verdampfungseinrichtung (16) angeordnet ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beanspruchung des Wärmetauschers (15) in Abhängigkeit von der Wassertemperatur des Kühlkreislaufes geregelt wird, wobei die Wassertemperatur auf einen Bereich von 1 °C bis 20°C und vorzugsweise auf einen Bereich von 4°C bis 12°C eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer zu geringen Temperatur des Inertgases die Zuführung des Inertgases über eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung (28) abgeschaltet wird, wobei ein Schalter bzw. eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung (28) auf ein Ventil (24) zwischen dem Wärmetauscher und dem Luftverdampfer wirkt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Steuereinschaltung/Regelungseinrichtung (31) auf ein Absperrventil (32) in der Zuführung des Inertgases wirkt. 5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zu dem Absperrventil (32) benachbartes Ventil (33) von einer weiteren Steuerungs-/Regelungseinrichtung (34) derart angesteuert wird, dass der Druck des zugeführten Inertgases gegen Druckschwankungen ausgeglichen wird. 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass um die Kältemaschine (17) das Kühlmittel mittels eines Bypasses vorbeigeführt wird um bei Anwendungen die viel Inertgas benötigen und wenig Wärme produzieren, die Kälteanlage zu umgeben. 20
9. Vorrichtung zur Strahlungshärtung von Bauteilen und insbesondere von Beschichtungen auf Bauteilen, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine Einrichtung zum Aufnehmen und Strahlungshärten eines Bauteiles (3 bis 11) vorhanden ist und die Einrichtung (3 bis 11) zum Zu- und Abführen eines Kühlmittels an einem Kühlmittelkreislauf (12, 13, 16) und zum Zuführen von Inertgas eine Inertgaszuführleitung (19, 21, 22, 23, 25) angeschlossen ist, 25
wobei der Kühlmittelkreislauf (12, 13, 16) derart mittels eines Wärmetauschers (15) an die Inertgaszuführleitung (19, 21, 22, 23, 25) gekoppelt ist, dass dem Kühlmittel Wärme entzogen und dem Inertgas zu dessen Verdampfung zugeführt wird. 30
40
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtung zum Aufnehmen und Strahlungshärten eines Bauteiles (3 bis 11) über zumindest einen Kühlmittelzulauf und einen Kühlmittelablauf verfügt, wobei der Kühlmittelablauf über den Wärmetauscher (15) und eine Einrichtung (17) zum Kühlen des Kühlmittels geführt ist und von der Einrichtung (17) der Kühlmittelzulauf (12) zu der zumindest einen Einrichtung (3 bis 11) zum Strahlungshärten geführt wird und dass die Inertgaszuführleitung (19, 21, 22, 23, 25) flüssiges Inertgas in den Wärmetauscher (15) hinein und gasförmiges im Wärmetauscher verdampftes Inertgas heraus und zu der Einrichtung zum Strahlungshärten (3 bis 11) führt. 45
50
55
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Einrichtungen zum Strahlungshärten (3 bis 11) und insbesondere von UV-Trocknern (3 bis 11) vorhanden ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtungen (3 bis 11) eine gemeinsame Kühlmittelzuleitung (12) und eine gemeinsame Kühlmittelableitung (13) besitzen, welche sich jeweils zu den Einrichtungen (3 bis 11) verzweigt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Flüssiginertgasspeicher (18) vorhanden ist von dem flüssiges Inertgas wahlweise dem Wärmetauscher (15) über eine Leitung (22) oder einem Luftverdampfer (26) über eine Leitung (21) zuführbar ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Steuer-/Regeleinrichtung (28) vorhanden ist, welche in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels die Beanspruchung des Wärmetauschers (15) regelnd ausgebildet ist, wobei die Regelung so ausgebildet ist, dass sie in der Lage ist die Kühlmitteltemperatur auf einen Bereich von 1 ° bis 20°Celsius und vorzugsweise in einem Bereich von 4° bis 12°Celsius einzuregeln.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen einer Steuerungs-/Regelungseinrichtung (28) und einem Druckregelventil (24) einerseits und einer Inertgasspeiseleitung (25) zwischen dem Luftverdampfer (26) und dem Wärmetauscher (15) über eine Messleitung (30) eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung (31) angeordnet ist, welche so ausgebildet ist, dass sie bei einer zu geringen Temperatur des Inertgases die Zuführung des Inertgases abschaltet.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Speiseleitung (25) für gasförmiges Inertgas ein Ventil (33) vorhanden ist, wobei eine weitere Steuerungs-/Regelungseinrichtung auf das Ventil (33) einwirkend ausgebildet ist, die den Druck des zugeführten Inertgases konstant hält.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass parallel zur Einrichtung (17) zum Kühlen des Kühlmittels ein Bypass vorgesehen ist.

Claims

1. Method for radiation curing, at least one device for acting with radiation upon a workpiece being present, and, moreover, there being present a supply line for coolant and a discharge line for coolant which absorbs and discharges heat occurring in the device, and a cooling device for cooling the heated coolant being present, and, moreover, inert gas being delivered via a supply line to the device for radiation curing, the inert gas being converted from the liquid to the gaseous state in an evaporation device, **characterized in that** at least part of the liquid inert gas is routed via a heat exchanger (15) which the heated coolant enters, the evaporation of the inert gas extracting heat from the coolant. 5
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** a refrigerating machine (17) is used as a device for cooling the coolant, the refrigerating circuit of the refrigerating machine being coupled via the heat exchanger (15) to the refrigerating capacity of the evaporating inert gas, and a coolant with a reduced temperature being made available to the refrigerating machine (17). 10
3. Method according to either one of Claims 1 and 2, **characterized in that** the heat exchanger (15) is arranged in parallel or in series with the evaporation device (16). 15
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the utilization of the heat exchanger (15) is regulated as a function of the water temperature of the cooling circuit, the water temperature being set at a range of 1°C to 20°C and preferably at a range of 4°C to 12°C. 20
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, when the temperature of the inert gas is too low, the supply of the inert gas is switched off by a control/regulation device (28), a switch or a control/regulation device (28) acting on a valve (24) between the heat exchanger and the air evaporator. 25
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a control/regulation device (31) acts on a shut-off valve (32) in the supply of the inert gas. 30
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a valve (33) adjacent to the shut-off valve (32) is activated by a further control/regulation device (34) in such a way that the pressure of the inert gas supplied is compensated with respect to pressure fluctuations. 35
8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coolant is routed past the refrigerating machine (17) by means of a bypass in order to bypass the refrigerating plant in applications which require a large amount of inert gas and produce little heat. 40
9. Apparatus for the radiation curing of components and, in particular, of coatings on components, in particular for carrying out the method according to one of the preceding claims, at least one device for the reception and radiation curing of a component (3 to 11) being present, and the device (3 to 11) for supplying and discharging a coolant being connected to a coolant circuit (12, 13, 16), and an inert-gas supply line (19, 21, 22, 23, 25) being connected for the supply of inert gas, the coolant circuit (12, 13, 16) being coupled to the inert-gas supply line (19, 21, 22, 23, 25) by means of a heat exchanger (15) in such a way that heat is extracted from the coolant and is supplied to the inert gas for the evaporation of the latter. 45
10. Apparatus according to Claim 9, **characterized in that** the device for the reception and radiation curing of a component (3 to 11) has at least one coolant inflow and one coolant outflow, the coolant outflow being routed via the heat exchanger (15) and a device (17) for cooling the coolant, and the coolant inflow (12) being routed from the device (17) to the at least one device (3 to 11) for radiation curing, and **in that** the inert-gas supply line (19, 21, 22, 23, 25) routes liquid inert gas into the heat exchanger (15) and gaseous inert gas evaporated in the heat exchanger out of the latter and to the device for radiation curing (3 to 11). 50
11. Apparatus according to Claim 9 or 10, **characterized in that** a plurality of devices for radiation curing (3 to 11) and, in particular, of UV dryers (3 to 11) are present. 55
12. Apparatus according to one of Claims 9 to 11, **characterized in that** the devices (3 to 11) possess a common coolant supply line (12) and a common coolant discharge line (13) which in each case branch off to the devices (3 to 11).
13. Apparatus according to one of Claims 9 to 12, **characterized in that** a liquid-inert-gas accumulator (18) is present, from which liquid inert gas can be supplied selectively to the heat exchanger (15) via a line (22) or to an air evaporator (26) via a line (21).
14. Apparatus according to one of Claims 9 to 13, **characterized in that** a control/regulation device (28) is present, which is designed to regulate the utilization of the heat exchanger (15) as a function of the temperature of the coolant, the regulation being de-

signed such that it is capable of regulating the coolant temperature to a range of 1° to 20° Celsius and preferably in the range of 4° to 12° Celsius.

15. Apparatus according to one of Claims 9 to 14, **characterized in that**, between a control/regulation device (28) and a pressure-regulating valve (24), on the one hand, and an inert-gas feed line (25) between the air evaporator (26) and the heat exchanger (15), via a measuring line (30), a control/regulation device (31) is arranged which is designed such that it switches off the supply of the inert gas when the temperature is too low.
16. Apparatus according to one of Claims 9 to 15, **characterized in that** a valve (33) is present in the feed line (25) for gaseous inert gas, a further control/regulation device, which keeps the pressure of the inert gas supplied constant, being designed to act on the valve (33).
17. Apparatus according to one of Claims 9 to 16, **characterized in that** a bypass is provided in parallel with the device (17) for cooling the coolant.

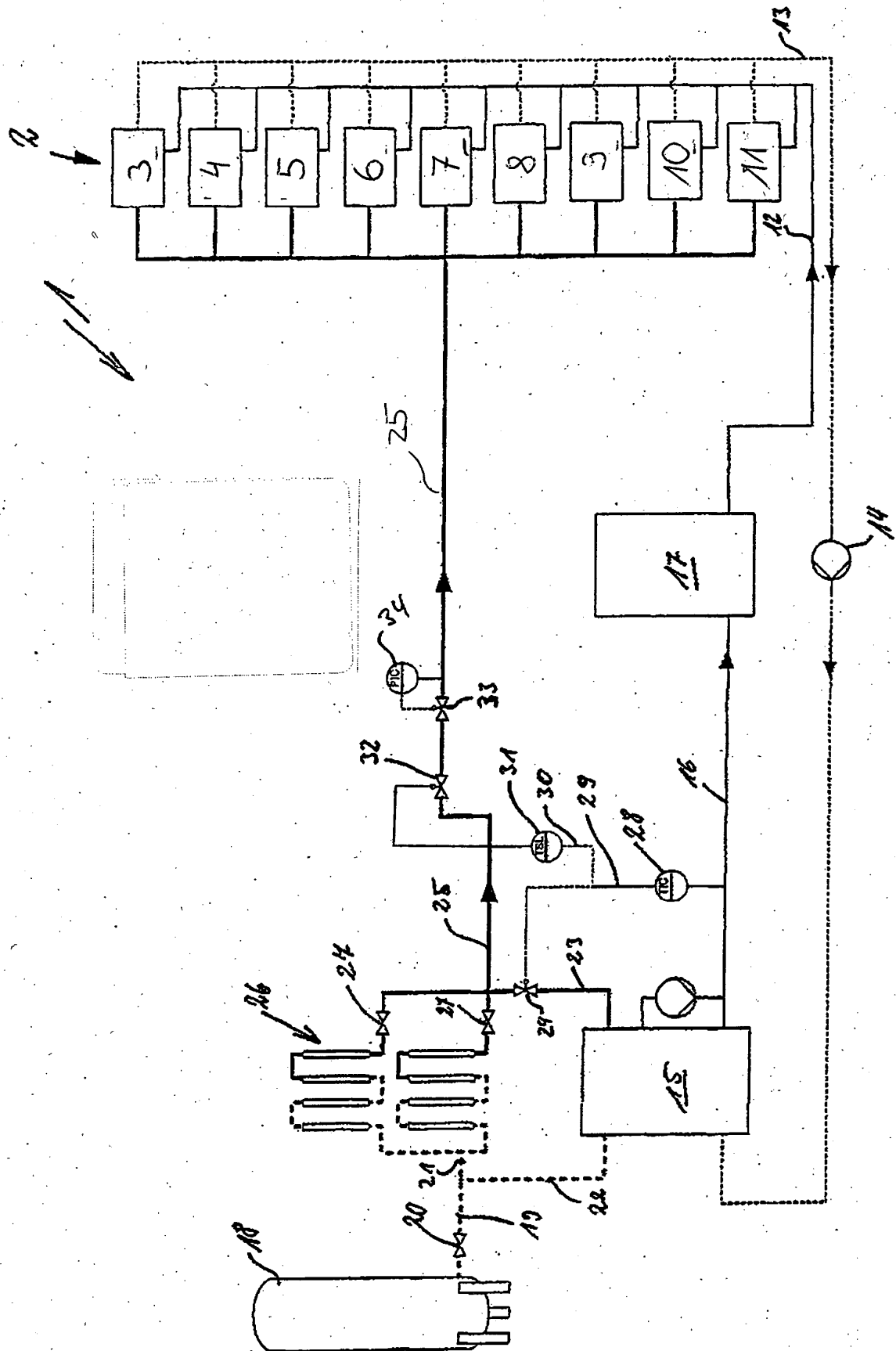
Revendications

1. Procédé de durcissement par rayonnement, dans lequel il est prévu au moins un dispositif pour traiter une pièce avec un rayonnement et en outre une conduite d'alimentation d'agent de refroidissement et une conduite d'évacuation d'agent de refroidissement, qui capte et évacue la chaleur dégagée dans le dispositif, et dans lequel on envoie en outre un gaz inerte via une conduite d'alimentation au dispositif de durcissement par rayonnement, dans lequel le gaz inerte est converti de l'état liquide à l'état gazeux dans un dispositif d'évaporation, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie du gaz inerte liquide est conduit à travers un échangeur de chaleur (15) dans lequel pénètre l'agent de refroidissement chauffé, l'évaporation du gaz inerte soutirant de la chaleur de l'agent de refroidissement.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on utilise une machine frigorifique (17) comme dispositif de refroidissement de l'agent de refroidissement, dans lequel le cycle frigorifique de la machine frigorifique est couplé, au moyen de l'échangeur de chaleur (15), à la capacité frigorifique du gaz inerte qui s'évapore et un agent de refroidissement à température réduite est fourni à la machine frigorifique (17).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur (15) est monté en parallèle ou en série avec le

dispositif d'évaporation (16).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la charge de l'échangeur (15) est régulée en fonction de la température de l'eau du circuit de refroidissement, dans lequel la température de l'eau est réglée sur une plage de 1°C à 20°C, de préférence sur une plage de 4°C à 12°C.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lorsque la température du gaz inerte est trop basse, l'alimentation du gaz inerte est coupée par un dispositif de commande/régulation (28), un interrupteur et/ou un dispositif de commande/régulation (28) agissant sur une soupape (24) entre l'échangeur de chaleur et l'évaporateur à air.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de commande/régulation (31) agit sur une soupape d'arrêt (32) dans l'alimentation du gaz inerte.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une soupape (33) proche de la soupape d'arrêt (32) est commandée par un autre dispositif de commande/régulation (34), de telle manière que la pression du gaz inerte fourni soit compensée vis à vis de fluctuations de pression.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agent de refroidissement contourne la machine frigorifique (17) au moyen d'une dérivation, afin de contourner l'installation frigorifique dans des applications qui nécessitent beaucoup de gaz inerte et produisent peu de chaleur.
9. Dispositif de durcissement de pièces par rayonnement et en particulier de revêtements sur des pièces, en particulier pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel il se trouve au moins un dispositif pour recevoir et durcir une pièce par rayonnement (3 à 11) et le dispositif (3 à 11) est raccordé à un circuit d'agent de refroidissement (12, 13, 16) pour amener et évacuer un agent de refroidissement et à une conduite d'alimentation de gaz inerte (19, 21, 22, 23, 25) pour amener du gaz inerte, dans lequel le circuit d'agent de refroidissement (12, 13, 16) est couplé à la conduite d'alimentation de gaz inerte (19, 21, 22, 23, 25) au moyen d'un échangeur de chaleur (15), de telle manière que de la chaleur soit extraite de l'agent de refroidissement et soit fournie au gaz inerte en vue de son évaporation.

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif pour recevoir et durcir une pièce par rayonnement (3 à 11) comprend au moins une arrivée d'agent de refroidissement et une évacuation d'agent de refroidissement, dans lequel l'évacuation d'agent de refroidissement est conduite via l'échangeur de chaleur (15) et un dispositif (17) pour refroidir l'agent de refroidissement et, à partir du dispositif (17), l'arrivée d'agent de refroidissement (12) est conduite à l'au moins un dispositif (3 à 11) de durcissement par rayonnement et **en ce que** la conduite d'alimentation de gaz inerte (19, 21, 22, 23, 25) conduit du gaz inerte liquide dans l'échangeur de chaleur (15) et conduit du gaz inerte gazeux évaporé dans l'échangeur de chaleur hors de l'échangeur de chaleur et vers le dispositif de durcissement par rayonnement (3 à 11). 5 10 15
11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'il** est prévu plusieurs dispositifs de durcissement par rayonnement (3 à 11) et en particulier des dessiccateurs à rayons UV (3 à 11). 20
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** les dispositifs (3 à 11) possèdent une conduite d'alimentation d'agent de refroidissement commune (12) et une conduite d'évacuation d'agent de refroidissement commune (13), qui sont chaque fois ramifiées vers les dispositifs (3 à 11). 25 30
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un accumulateur de gaz inerte liquide (18), à partir duquel du gaz inerte liquide peut être fourni au choix à l'échangeur de chaleur (15) via une conduite (22) ou à un évaporateur à air (26) via une conduite (21). 35 40
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un dispositif de commande/régulation (28), qui est destiné à réguler la charge de l'échangeur de chaleur (15) en fonction de la température de l'agent de refroidissement, la régulation étant réalisée de telle manière qu'elle soit en mesure de réguler la température de l'agent de refroidissement sur une plage de 1°C à 20°C et de préférence sur une plage de 4°C à 12°C. 45 50
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de commande/régulation (31) est disposé, via une conduite de mesure (30), entre un dispositif de commande/régulation (28) et une soupape de régulation de pression (24) d'une part et une conduite d'alimentation de gaz inerte (25) entre l'évaporateur à air (26) et l'échangeur de chaleur (15), et ce dispositif (31) est réalisé de telle manière qu'il coupe l'alimentation du gaz inerte lorsque la température du gaz inerte est trop basse. 55
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 15, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une soupape (33) dans la conduite d'alimentation (25) pour le gaz inerte gazeux, dans lequel un autre dispositif de commande/régulation, qui maintient constante la pression du gaz inerte fourni, est réalisé de façon à agir sur la soupape (33).
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 16, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une dérivation en parallèle sur le dispositif (17) pour le refroidissement de l'agent de refroidissement.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1413416 A [0004]