

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : C22B 43/00, 13/02, 17/02 C22B 7/00, 5/16, 19/04	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/04209 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. März 1993 (04.03.93)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP92/01891 (22) Internationales Anmeldedatum: 18. August 1992 (18.08.92) (30) Prioritätsdaten: P 41 27 506.3 20. August 1991 (20.08.91) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HAK-ANLAGENBAU GMBH FÜR VERFAHRENSTECHNIK, STRAHLUNGSTECHNIK UND TROCKNUNGSTECHNIK [DE/DE]; Laufkoetterweg 9c, D-2000 Hamburg 74 (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRAUSE, Heinz, A. [DE/DE]; Laufkoetterweg 9c, D-2000 Hamburg 74 (DE). (74) Anwalt: SCHMIDT-BOGATZKY, Jürgen; Warburgstr. 50, D-2000 Hamburg 36 (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CS, HU, JP, PL, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(54) Title: PROCESS AND PLANT FOR RECOVERING HEAVY METALS FROM WASTE (54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUR RÜCKGEWINNUNG VON SCHWERMETALL AUS ABFÄLLEN (57) Abstract A process is disclosed for recovering heavy metals, according to which adsorbants or waste are heated under depression in an inert gas within a processing chamber. The gasses containing heavy metal vapours produced in the processing chamber are led to a post-combustion chamber and the heavy metals are recovered by condensation from the exhaust gas that comes out of the latter chamber. (57) Zusammenfassung Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Schwermetallen, bei dem Adsorptionsmittel oder Abfälle in einer Behandlungskammer unter Unterdruck von einem Inertgas umströmt erhitzt werden. Die in der Behandlungskammer entstehenden Schwermetалldampf enthaltenden Gase werden in eine Nachverbrennungskammer geleitet, wobei aus dem aus dieser austretenden Abgas Schwermetall durch Kondensation rückgewonnen wird.		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MR	Mauritanien
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GA	Gabon	NL	Niederlande
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PT	Portugal
BR	Brasilien	IE	Irland	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SK	Slowakischen Republik
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TD	Tschad
CZ	Tschechischen Republik	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Deutschland	MG	Madagaskar	UA	Ukraine
DK	Dänemark	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	MN	Mongolei		

Verfahren und Anlage zur Rückgewinnung von Schwermetall aus Abfällen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Schwermetallen insbesondere Quecksilber, Blei oder Cadmium aus Adsorptionsmitteln, Schrott, Bauschutt oder Erdreich, bei dem die Adsorptionsmittel oder Abfälle in einer Behandlungskammer unter Unterdruck von einem Inertgas umströmt und erhitzt werden, wobei die in der Behandlungskammer entstehenden Schwermetалldampf enthaltenden Gase in eine Nachverbrennungskammer geleitet werden und aus dem aus dieser austretenden Abgas Schwermetall durch Kondensation rückgewonnen wird, und eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens. Die Adsorptionsmittel können z. B. Aktivkohle, Aktivkoks, Kohlenstoffmolekularsiebe, zeolithische Molekularsiebe, Kunststoffmolekularsiebe, Aluminiumoxid, Silicagel, Zeolithe, Kieselgur sein.

Ein derartiges Verfahren für die Rückgewinnung von Quecksilber ist durch die DE-A 32 43 813 bekannt. Hierbei wird die Temperatur in der Behandlungskammer in Stufen erhöht, so daß nur ein diskontinuierlicher Betrieb möglich ist. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, daß Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß eine kontinuierliche Entsorgung von Abfällen wie Schrott, Bauschutt, Erdreich u. dgl. durch Ausscheiden von in diesen enthaltenen Schwermetallen möglich ist, wobei die Anlage zur Durchführung des Verfahrens eine regelungstechnische einfache Anpassung an den jeweils aufzubereitenden Fall ermöglichen soll.

Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung der Aufgabe bezüglich des Verfahrens durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und bezüglich der Anlage zur Durchführung des Verfahrens durch die kennzeichnenden Merkmale des

Anspruchs 16.

Die Erfindung wird nachfolgend am Beispiel der in der Zeichnungen schematisch dargestellten Anlagen näher
5 erläutert.

Die Anlage 1 nach Fig. 1 besteht aus einer Entgasungskammer 2, einer Hochtemperaturkammer 14, einer Verdampfungskammer 21 sowie einer Tiefkühleinrichtung 20.
10

Die Entgasungskammer 2 weist eine Fördereinrichtung 5 auf, mittels derer über die Eintragschleuse 3 eingebrachter Abfall durch die Entgasungskammer 2 bis zu einer Austragschleuse 4 gefördert werden kann. Der Fördereinrichtung 5 ist eine Waage 29 zugeordnet, so daß
15 das Gewicht des mit Schwermetallen kontaminierten Guts wie z. B. Quecksilberbatterien während der Gutaufgabe kontinuierlich gewogen werden kann. Oberhalb der Fördereinrichtung 2 ist eine Anordnung von Strahlern 6 vorgesehen. Mittels dieser Strahler 6 wird durch die Energie der eingebrachten elektromagnetischen Wellen die Atmosphäre in der Entgasungskammer 2 auf 250⁰ C aufgeheizt. Vor der Eintragschleuse 3 ist ein Anschlußstutzen
20 7 vorgesehen, an den mittels einer Leitung 8 mit Ventil 9 ein Inertgasbehälter 10 angeschlossen ist. Der Inertgasbehälter 10 kann z. B. mit N₂ gefüllt sein. Das Inertgas strömt durch die Entgasungskammer 2 und wird hierbei mit aus den Abfällen entweichenden Dämpfen angereichert. In den Abfällen enthaltene kunststoffhaltige
25 Verunreinigungen wie langkettige Kohlenwasserstoffverbindungen bzw. Chlorkohlenwasserstoffe werden in der Entgasungskammer 2 vollständig verdampft. Hierbei wandert das Gut langsam bis zum Gutabgabeabschnitt 30 der Fördereinrichtung 5. Dieser Vorgang wird nach einer Durchlaufzeit t beendet, die von der eingetragenen Dissipationsenergie und den verdampfungsfähigen Kunststoffanteilen abhängig ist. Die erforderliche Durchlaufzeit und
30 der einzubringende Dissipationsenergiebetrag wird von

- einem nicht näher dargestellten Rechner ermittelt, durch den auch die Ventile 9, 13 und die Strahler 6 gesteuert werden. Die Strahler 6 werden vorzugsweise zur Emission von Infrarotstrahlung im Wellenlängenbereich von 1 mm bis 780 nm betrieben. Am Ende der Entgasungskammer 2 ist ein Abgasstutzen 11 vorgesehen, an dem mittels einer Leitung 12 mit Ventil 13 eine Hochtemperaturkammer 14 angeschlossen ist.
- 10 Die Hochtemperaturkammer 14 weist einen Brenner 15 auf, der z. B. mit Propan betrieben werden kann. Im Anschluß an die Brennkammer sind Schikanen 16 angeordnet, die zur Umlenkung des aus Verbrennungsabgasen und dem aus der Entgasungskammer 2 abgezogenen mit gasförmigen Verunreinigungen angereicherten Inertgas bestehenden Gasgemisches dienen. Der Brenner 15 wird vorzugsweise so eingestellt, daß im Bereich der Schikanen 16 eine Gas-
15 temperatur von etwa 1400⁰ C vorliegt. Hierdurch ist es möglich, von dem Inertgas aufgenommene Dämpfe der Abfälle im molekularen Bereich zu spalten, so daß die Entfernung umweltschädigender Bestandteile durch Aufspaltung der Kohlenwasserstoff- und Chlorkohlenwasserstoffanteile vereinfacht wird. Vorzugsweise wird die Hochtemperaturspaltung durch Einführung von Ozon in die Brennkammer unterstützt. Hierzu kann an die Leitung 12 ein
20 Ozonerzeuger 31 angeschlossen werden. Durch das Ozon wird der Reaktionsablauf der Aufspaltung beschleunigt und kann somit effizienter durchgeführt werden. Durch diese Behandlung des aus der Entgasungskammer 2 abgezogenen Abgases kann das aus der Hochtemperaturkammer 14 austretende Gasgemisch vollständig inertisiert sein. Durch diese Eigeninertisierung ist es möglich, die Verdampfungskammer 21 ohne Zufuhr von Stickstoff zu betreiben, zumindest aber den Anteil des dem Inertgas-
30 kreislauf 23 der Verdampfungskammer 21 zuzuführenden Stickstoffs zu begrenzen.

In Strömungsrichtung hinter den Schikanen 16 ist ein Wärmetauscher 17 vorgesehen, der von dem aus den Schikanen 16 austretenden Gasgemisch durchströmt wird. Am Ausgang der Hochtemperaturkammer 14 ist eine Leitung 18 mit einem Gebläse 19 angeschlossen, die mit einer Tiefkühleinrichtung 20 verbunden ist. In dieser Tiefkühleinrichtung 20 kann das aus der Hochtemperaturkammer 14 austretende Gas auf z. B. - 30⁰ C abgekühlt werden. Hierbei kondensiert der Schwermetалldampf aus und kann einem nicht näher dargestellten Schwermetалlkondensatbehälter zugeführt werden. Das von Schwermetалldampf gereinigte Gasgemisch kann nach ggf. einer weiteren Filtrierung in die Atmosphäre ausgelassen werden.

In der Entgasungskammer 2 entgaster Abfall wird über die Austragschleuse 4 in die Verdampfungskammer 21 eingebracht. Hierbei wird der Abfall ebenfalls mittels einer Anordnung 22 von Strahlern 32 mit elektromagnetischer Wellenenergie beaufschlagt. Von Vorteil ist es, in Vorschubrichtung des Abfalls Strahler 32 mit wechselnden Frequenzen einzusetzen, da hierdurch der Abfall leichter aufgeschlossen werden kann. Entgegengesetzt zur Vorschubrichtung des Abfalls wird die Verdampfungskammer 21 von einem vorzugsweise auf 510⁰ C erwärmtem Inertgas des bereits erwähnten Inertgaskreislaufs 23 durchströmt. Das aus der Verdampfungskammer 21 mittels eines Gebläses 28 abgesaugte Inertgas durchströmt einen Vorerhitzer 24, indem es auf ca. 357⁰ C erwärmt wird. Der Vorerhitzer 24 ist mit dem Wärmetauscher 17 der Hochtemperaturkammer 14 verbunden. Aus dem Vorerhitzer 24 strömt das Inertgas in einem Schwermetалldampfabscheider 25. Der Schwermetалldampf wird der Tiefkühleinrichtung 20 zugeführt, während das um Schwermetалldampf gereinigte Inertgas über die Leitung 27 einen Wärmetauscher 26 durchströmt, um nach Erwärmung auf 510⁰ C wieder in die Verdampfungskammer 21 einzutreten.

Abhängig von der Zusammensetzung des durch die Austragschleuse 4 in die Verdampfungskammer 21 eingebrachten Abfalls können die Strahler 32 mit elektromagnetischer Wellenenergie im Hochfrequenzbereich (100 kHz bis MHz-Bereich), im Mittelfrequenzbereich (0,15 bis 20 kHz) oder im Niederfrequenzbereich ($\leq$ 50 bis 60 kHz) bis 900⁰ C erwärmt werden. Es ist auch möglich, diese Erwärmung bis 900⁰ C mittels elektromagnetischer Wellenenergie im Infrarotbereich durchzuführen. Alternativ oder ergänzend kann die Verdampfungskammer 21 auch von einem mit Gas oder Öl befeuerten Brennraum umgeben sein, durch den das in der Verdampfungskammer 21 befindliche Gut auf 900⁰ C erwärmt wird.

Sofern ein kontinuierlicher chargenweiser Betrieb durchgeführt werden soll, ist es von Vorteil, vor der Austragschleuse 4 der Entgasungskammer 2 einen Zwischenspeicher 34 vorzusehen, wie es bei der in Fig. 2 dargestellten Anlage 40 gezeigt ist. Am Eingang und Ausgang der Verdampfungskammer 21 ist jeweils ein Schieber 36, 37 angeordnet, durch den die Verdampfungskammer 21 unter- und überdruckfest verschlossen werden kann. In dieser Verdampfungskammer 21 auftretende unvorhergesehene Druckspitzen werden durch ein Überdruckventil 45 abgefangen. Während des gesamten Verdampfungsprozesses wird durch ein Gebläse 28 Inertgas durch die Verdampfungskammer 21 gedrückt. Das in dieser angeheizte Gas nimmt Schwermetalldämpfe auf, die mit dem Spülgasstrom aus der Verdampfungskammer 21 ausgetragen werden. Das durch die Schwermetallverdampfung zunehmende Gasvolumen wird abgeführt und mit Hilfe eines Ejektors 46 abgesaugt. Die Schieber 36, 37 können als Rotationsschieber oder Drehschleusen ausgebildet sein, wodurch eine vollautomatische Beschickung der Verdampfungskammer 21 möglich ist. Sofern ein chargenweiser Betrieb vorgesehen ist, können die Schieber 36, 37 als Flachschieber ausgebildet sein. Das aus der Auslaßschleuse 33 austretende gereinigte Abfallmaterial wird über eine Fördereinrichtung

47 abgeführt.

Es ist möglich, die Verdampfungskammer 21 mehrstufig auszubilden. Eine solche Ausführung ist in den Fig. 3 und 4 zu den Anlagen 41, 42 gezeigt.

Bei der Anlage 41 wird der Ejektor 46 mit tiefgeköhltem Gas von z. B. - 30⁰ C betrieben, wozu ein Gebläse 48 vorgesehen ist. Sobald der Kaltgasstrom mit dem aus der zweiten Stufe der Verdampfungskammer 21 abgezogenen Quecksilberdampf in Berührung kommt, findet eine sofortige Kondensation der ausgegasten Bestandteile statt. Die so entstehenden Kondensattröpfchen werden im Abscheider 35 abgeschieden und einem Kondensatsammler 49 zugeführt. Dieser Abscheider 35 kann als Zyklon oder Multizyklon ausgebildet sein. Durch die Abscheidung der Kondensattröpfchen wird verhindert, daß sich die nachgeschalteten Wärmetauscher 50, 51 zusetzen.

Bei der Anlage 42 wird der Ejektor 46 mit tiefgeköhlter Flüssigkeit 52 betrieben, die z. B. Quecksilber, Sole, Wärmetauscheröl, flüssiger Stickstoff od. dgl. sein kann. Diese Flüssigkeit 52 wird aus einem Sammelbehälter 53 mittels einer Pumpe 54 über einen Wärmetauscher 55 im Kreislauf gepumpt und in dem Wärmetauscher 55 auf z. B. > - 30⁰ C abgeköhlt. Aus dem Sammelbehälter 53 wird die tiefgeköhlte Flüssigkeit 52 mittels einer Pumpe 56 dem Ejektor 46 zugeführt und in diesen eingespritzt. Gleichzeitig wird dem Ejektor 46 Abgas aus der Hochtemperaturkammer 14 zugeführt. Hierbei tritt im Ejektorstrahl Kondensatbildung auf. Das Kondensat wird im Abscheider 35 abgeschieden und mit der Flüssigkeit des Ejektorstrahls in den Sammelbehälter 53 zurückgeführt. Der aus dem Ejektor 35 austretende Gasstrom aus Dampf- und Gasresten wird durch einen oberhalb des Abscheiders 35 angeordneten Wärmetauscher 57 geleitet und über einen Filter 38 in die Atmosphäre ausgelassen. In dem Wärmetauscher 57 wird z. B. das Quecksilber aus dem im Gas-

strom enthaltenen Gemisch aus Feuchtigkeit und Metall-
dampf durch Tiefkühlung auf z. B. - 30⁰C abgeschieden
und dem Sammelbehälter 53 zugeführt. Überschüssige Flüssig-
keit 52 wie z. B. Quecksilber bei der Anlage 42 nach
5 Fig. 4 in dem Sammelbehälter 53 wird in einen weiteren
Behälter 62 abgeführt. Bei dieser Anlage 42 kann die
Inertisierung der Verdampfungskammer 21 auch mittels des
Abgases der Hochtemperaturkammer 14 erfolgen, von der
ein Teilstrom in die Verdampfungskammer 21 mittels eines
10 Gebläses 58 zurückgeführt wird. Wie in Fig. 4 durch eine
Strichlinie angedeutet, kann die durch den Wärmetauscher
55 geleitete und auf - 30⁰ C rückgekühlte Flüssigkeit
69, die Quecksilber enthält, auch direkt in die Vorlauf-
leitung 68 des Ejektors 46 eingeführt werden.

15 Fig. 5 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer Anlage 43,
die besonders zur Dekontaminierung von quecksilberhal-
tigem Gut geeignet ist. Soweit aus der Hochtemperatur-
kammer 14 austretendes Abgas in die Atmosphäre abgelei-
20 tet werden muß, wird es durch ein Filter 38 mit einem
Adsorptionsmittel geführt. Dieses Adsorptionsmittel kann
z. B. Aktivkohle sein. Es ist auch möglich, Kohlenstoff-
molekularsiebe oder zeolithische Molekularsiebe oder
Kunststoffmolekularsiebe zu verwenden. Ferner kann auch
25 Aluminiumoxid, Silicagel, Zeolithe und Kieseldioxid ver-
wendet werden.

Oberhalb der Eintragschleuse 3 befindet sich eine Mühle
60. In dieser werden im Tieftemperaturverfahren bei
30 Temperaturen unter - 41⁰ C unter flüssigem Stickstoff
quecksilberhaltige Abfälle zermahlen. Das tiefgekühlte
Mahlgut wird dann über die Eintragschleuse 3 in die
Entgasungskammer 2 eingebracht und in dieser auf z. B.
280⁰ C erwärmt. Das hierbei entstehende inerte Gasge-
35 misch mit Kunststoffdämpfen wird zur Hochtemperatur-
kammer 14 abgepumpt und in dieser wie bereits oben be-
schrieben zerlegt. Ein Teilstrom des Abgases aus der
Hochtemperaturkammer 14 wird über das Filter 38 in die

Atmosphäre geleitet. Das Restgas wird über das Gebläse 59 wieder in die Entgasungskammer 2 eingeleitet.

Das in der Entgasungskammer 2 entgaste Mahlgut gelangt
5 über die Austragschleuse 4 in die Verdampfungskammer 21.
Eine Pumpe 61 drückt vor dem Aufheizen der Verdampfungskammer 21 flüssiges Quecksilber aus dem Sammelbehälter 62 in die Verdampfungskammer 21, bis diese aufgefüllt ist. Mittels der Pumpe 61 zirkuliert Quecksilber in der
10 Verdampfungskammer 21 während diese auf etwa 200⁰ C aufgeheizt wird. Hierbei bildet sich Hg, Ag, Au-haltiges Amalgam, das mittels der Pumpe 63 in die Abscheidekammer 39 gepumpt wird. Hier wird das Amalgam von Quecksilber befreit, in dem das Gemisch auf etwa 800⁰ C erwärmt
15 wird. Während des Heizens wird mittels der Vakuumpumpe 64 die Abscheidekammer 39 evakuiert. Das Quecksilber verdampft und wird in der als Kondensator ausgebildeten Tiefkühleinrichtung 20 durch Rückkühlung auf z. B. - 30⁰ C kondensiert und im Sammelbehälter 62 aufgefangen.
20 Au-Ag-Reste werden durch Öffnen des Schiebers 65 ausgetragen.

In der Verdampfungskammer 21 verbliebener Restschrott wie Stahl- und Kohlenschrott wird ausgetragen, nach dem
25 das Amalgam vollständig abgezogen und das verbliebene Restmaterial auf ca. 800⁰ C aufgeheizt wurde. Hierbei wird Restquecksilber verdampft und mittels eines Gebläses 66 der Tiefkühleinrichtung 20 zugeführt und kondensiert. Auch diese Quecksilberkondensat wird in den
30 Behälter 62 abgeleitet. Der Restschrott wird dann durch Öffnen eines Siebschiebers 67 und eines Verschlussschiebers 68 auf die Fördereinrichtung 47 aufgetragen. Es ist möglich, das Gut aus der Kammer 39 im Naßverfahren z. B. in einem Salpetersäurebad weiter aufzuschließen.

35

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Verfahren zur Rückgewinnung von Schwermetallen,
insbesondere Quecksilber, Blei oder Cadmium aus
Adsorptionsmitteln, Schrott, Bauschutt oder Erd-
reich, bei dem die Adsorptionsmittel oder Abfälle in
10 einer Behandlungskammer unter Unterdruck von einem
Inertgas umströmt und erhitzt werden, wobei die in
der Behandlungskammer entstehenden Schwermetалldampf
enthaltenden Gase in eine Nachverbrennungskammer
geleitet werden und aus dem aus dieser austretenden
15 Abgas Schwermetall durch Kondensation rückgewonnen
wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwermetall
enthaltenden Abfälle in einer Entgasungskammer konti-
nuierlich von einer Eintragschleuse zu einer Austrag-
schleuse gefördert und unter Umspülen von einem
20 inerten Gasstrom mit elektromagnetischer Dissipa-
tionsenergie bis auf 250⁰ C erhitzt werden, wobei
kunststoffhaltige Verunreinigungen wie Kohlenwasser-
stoffverbindungen und Chlorkohlenwasserstoffe und
Schwermetalle verdampft werden, daß dann das in der
25 Entgasungskammer entstehende Schwermetалldampf ent-
haltende Abgas durch eine auf etwa 1400⁰ C erhitzte
Hochtemperaturkammer geleitet und aufgespalten wird
und in die Entgasungskammer oder die Verdampfungsk-
ammer zurückgeführt wird und daß der aus der Ent-
30 gasungskammer austretende Abfall in eine Ver-
dampfungskammer eingebracht, mit einem Gasstrom
hoher Temperatur beaufschlagt und bis auf eine Tem-
peratur von 900⁰ C beheizt wird , und daß der Gas-
strom nach dem Austritt aus der Verdampfungskammer
35 in einem Vorerhitzer erwärmt, dann durch einen
Schwermetалldampfabscheider geleitet und von diesem
von Schwermetалldampf gereinigt wieder in einem
Wärmetauscher auf die hohe Kammereintrittstemperatur
erwärmt wird.

ERSATZBLATT

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Gasstrom der Verdampfungskammer in dem Vor-
erhitzer mit Wärmeenergie beaufschlagt wird, die von
dem der Hochtemperaturkammer nachgeschalteten Wärme-
5 tauscher abgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Abfall in der Verdampfungskammer mit elek-
tromagnetischer Wellenenergie, vorzugsweise mit
10 einer Frequenz von 1 Hz bis 4×10^5 GHz, erwärmt
wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Abfall in der Verdampfungskammer induktiv
15 erwärmt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Abfall in der Verdampfungskammer durch elek-
tromagnetische Wellenenergie bei einem Spektrum der
20 elektromagnetischen Wellen im AC-, NF-, VLF-, LW-,
MW-, KW-, VHF-, UHF-, SHF-, EHF-, IR- oder
UV-Bereich erwärmt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
25 daß der Abfall in der Verdampfungskammer durch einen
diese umgebenden beheizten Brennraum erwärmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Abfälle in der Entgasungskammer kontinuier-
30 lich gewogen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß in die Hochtemperaturkammer Ozon eingebracht
35 wird.

- 5
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas der Hochtemperaturkammer vollständig inertisiert und der Entgasungskammer oder der Verdampfungskammer zugeführt wird.
- 10
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
in der Verdampfungskammer aus dem Abfall entstehendes Gasvolumen aus der Verdampfungskammer abgesaugt wird.
- 15
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das aus der Hochtemperaturkammer austretende Gasgemisch in einem Wärmetauscher gekühlt und danach in einer Tiefkühleinrichtung von Schwermetалldampf befreit und dann in die Atmosphäre ausgelassen wird.
- 20
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das aus der Verdampfungskammer austretende Gas in einem Ejektor mit tiefgeköhltem Gas vermischt wird und daß die hierbei entstehenden Schwermetallkondensattröpfchen in einem Abscheider abgeschieden und einem Kondensatsammler zugeführt werden.
- 25
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das aus der Hochtemperaturkammer austretende Abgas in einem Ejektor mit tiefgeköhlter Flüssigkeit vermischt und das hierbei entstehende Kondensat in einem Abscheider ausgeschieden und mit der Flüssigkeit einem Sammelbehälter im Kreislauf der tiefgeköhlten Flüssigkeit zugeführt wird.
- 30
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in die Entgasungskammer tiefgeköhltes Mahlgut eingebracht und erwärmt wird.
- 35

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungskammer nach der Beschickung mit Mahlgut aus der Entgasungskammer mit flüssigem Quecksilber aufgefüllt und
5 unter ständigem Umwälzen des flüssigen Quecksilbers erwärmt wird, dann das entstehende Amalgam in eine Abscheidekammer ausgetragen und durch Unterdruck und Untertemperatur von Quecksilber befreit wird, wobei kontinuierlich angereichertes Quecksilber abgezogen
10 und reines Quecksilber hinzugefügt wird, bis der Ag-, Au-Anteil vollständig amalgamiert und dann das entstandene Amalgam in die Abscheidekammer ausgetragen und dort durch Abscheidung von Quecksilber unter Unterdruck und Temperatur zu einem Ag/Au-Gemisch reduziert wird.
15
16. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch eine erste Entgasungskammer (1) mit einer Eintragschleuse
20 (3) und einer Austragschleuse (4) für Abfall, der auf einer Fördereinrichtung (5) von elektromagnetischer Wellenenergie beaufschlagt von der Eintragschleuse (3) zur Austragschleuse (4) förderbar und mit einem Anschlußstutzen (7) für die Zufuhr von
25 Inertgas und einem Abgasstutzen (11) für die Abfuhr von Abgas versehen ist, wobei der Abgasstutzen (11) mit einer Hochtemperaturkammer (14) verbunden ist, die gasausgangsseitig über einen Wärmetauscher (17) mit einer Tiefkühleinrichtung (20) zum Ausscheiden
30 von Schwermetалldampf verbunden ist und wobei die Austragschleuse (4) mit einer Verdampfungskammer (21) verbunden ist, die eine Einrichtung zur Erwärmung des in die Verdampfungskammer (21) eingebrachten Abfalls aufweist und mit einem Inertgaskreislauf
35 (23) verbunden ist.

17. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (17) vor dem Gasaustritt der Hochtemperaturkammer (14) angeordnet und mit einem Vor-
erhitzer (24) des Inertgaskreislaufs (23) verbunden
5 ist, der einen Schwermetалldampfabscheider (25) und einen am Gaseintritt der Verdampfungskammer (21) angeordneten Wärmetauscher (26) aufweist.
18. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß
10 die Einrichtung zur Erwärmung des in die Verdampfungskammer (21) eingebrachten Abfalls aus elektromagnetische Wellenenergie emittierenden Strahlern (32) besteht.
19. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß
15 die Einrichtung zur Erwärmung des in die Verdampfungskammer (21) eingebrachten Abfalls als Induktionswärmerzeuger ausgebildet ist.
20. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß
20 die Einrichtung zur Erwärmung des in die Verdampfungskammer (21) eingebrachten Abfalls als die Verdampfungskammer (21) umgebender befeuerter Brennraum ausgebildet ist.
21. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß
25 der Fördereinrichtung (5) eine Waage (29) zugeordnet ist.
22. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß
30 vor der Austragschleuse (4) in der Entgasungskammer (2) ein Zwischenspeicher (34) ausgebildet ist.
23. Anlage nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß
35 zwischen dem Zwischenspeicher (34) und dem Gutabgabeabschnitt (30) der Fördereinrichtung (5) die Austragschleuse (4) angeordnet ist.

24. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Gaseingang der Hochtemperaturkammer (14) ein Ozonerzeuger (31) zugeordnet ist.
- 5 25. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochtemperaturkammer (14) gasausgangsseitig mit einem Abscheider (35) verbunden ist.
- 10 26. Anlage nach Anspruch 16, 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungskammer (21) mehrstufig ausgebildet ist.
- 15 27. Anlage nach einem der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochtemperaturkammer (14) oder die Verdampfungskammer (21) mit einem durch tiefgekühltes Gas oder tiefgekühlte Flüssigkeit beaufschlagten Ejektor (46) verbunden ist, der stromausgangsseitig mit einem Abscheider (35) verbunden ist.
- 20 28. Anlage nach einem der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungskammer (21) mit einem Sammelbehälter (62) für Quecksilber und einer Abscheidekammer (39) für die Amalgamaufbereitung verbunden ist.
- 25 29. Anlage nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidekammer (39) mit dem Sammelbehälter (62) verbunden ist.

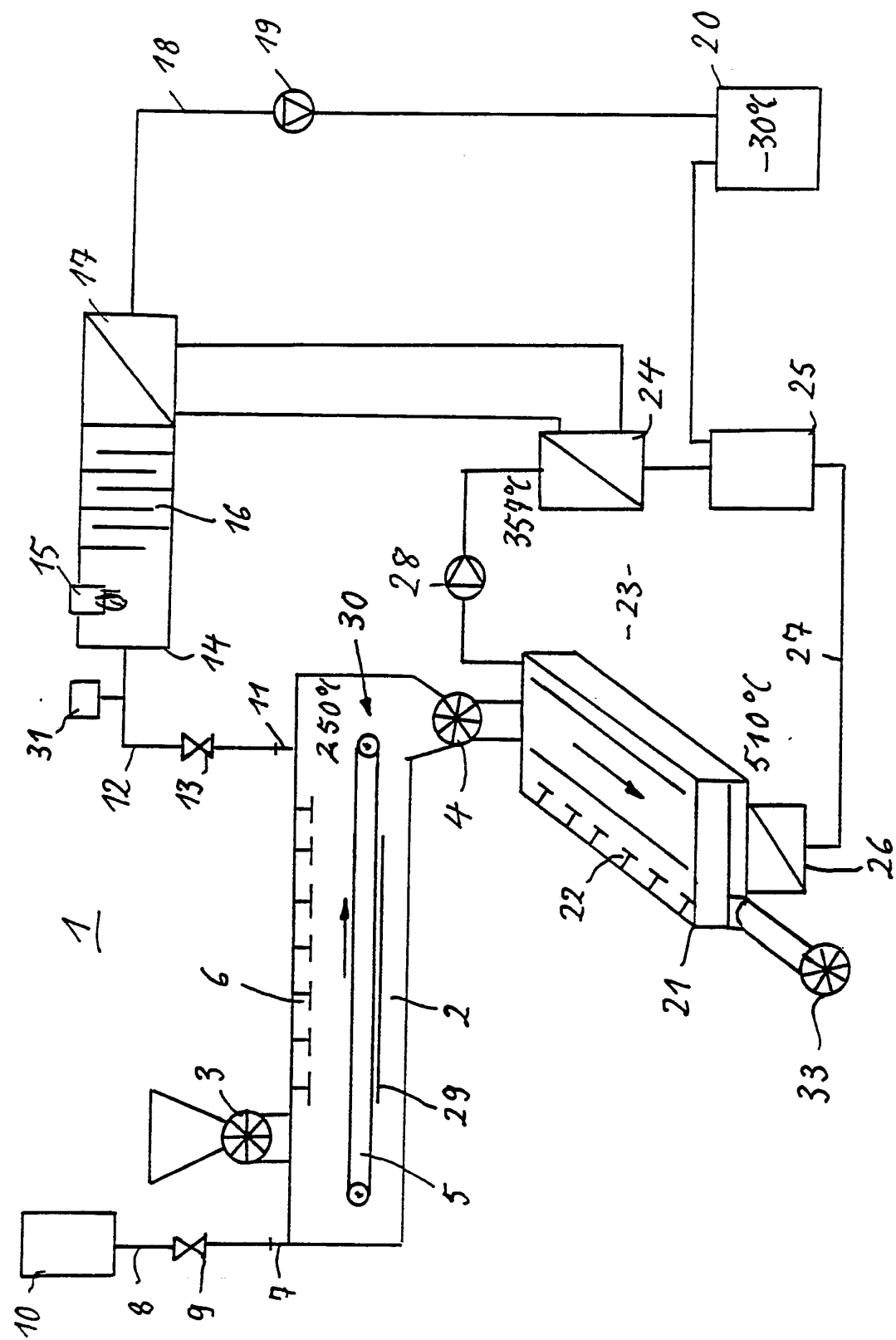


Fig.1

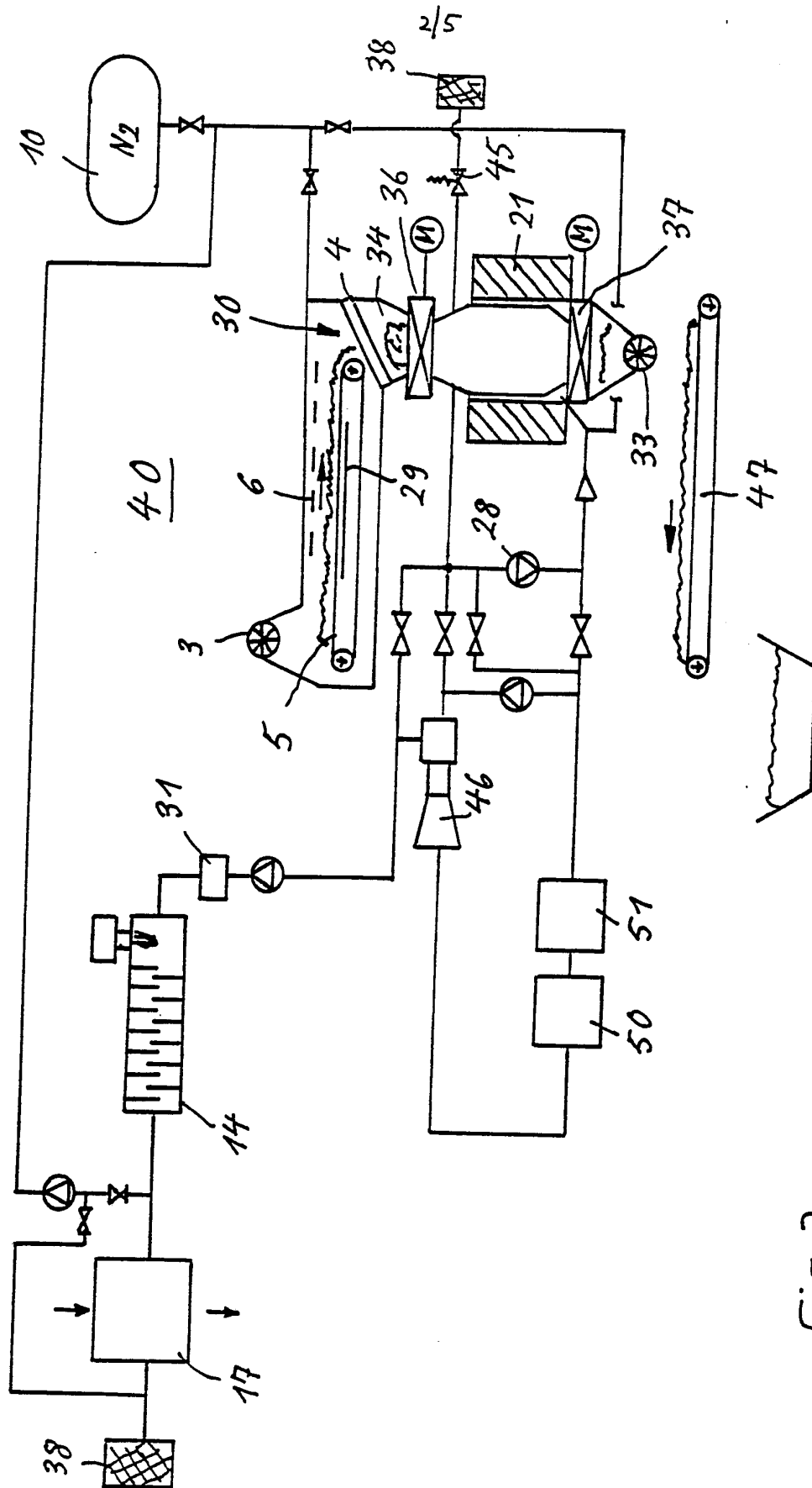


Fig. 2

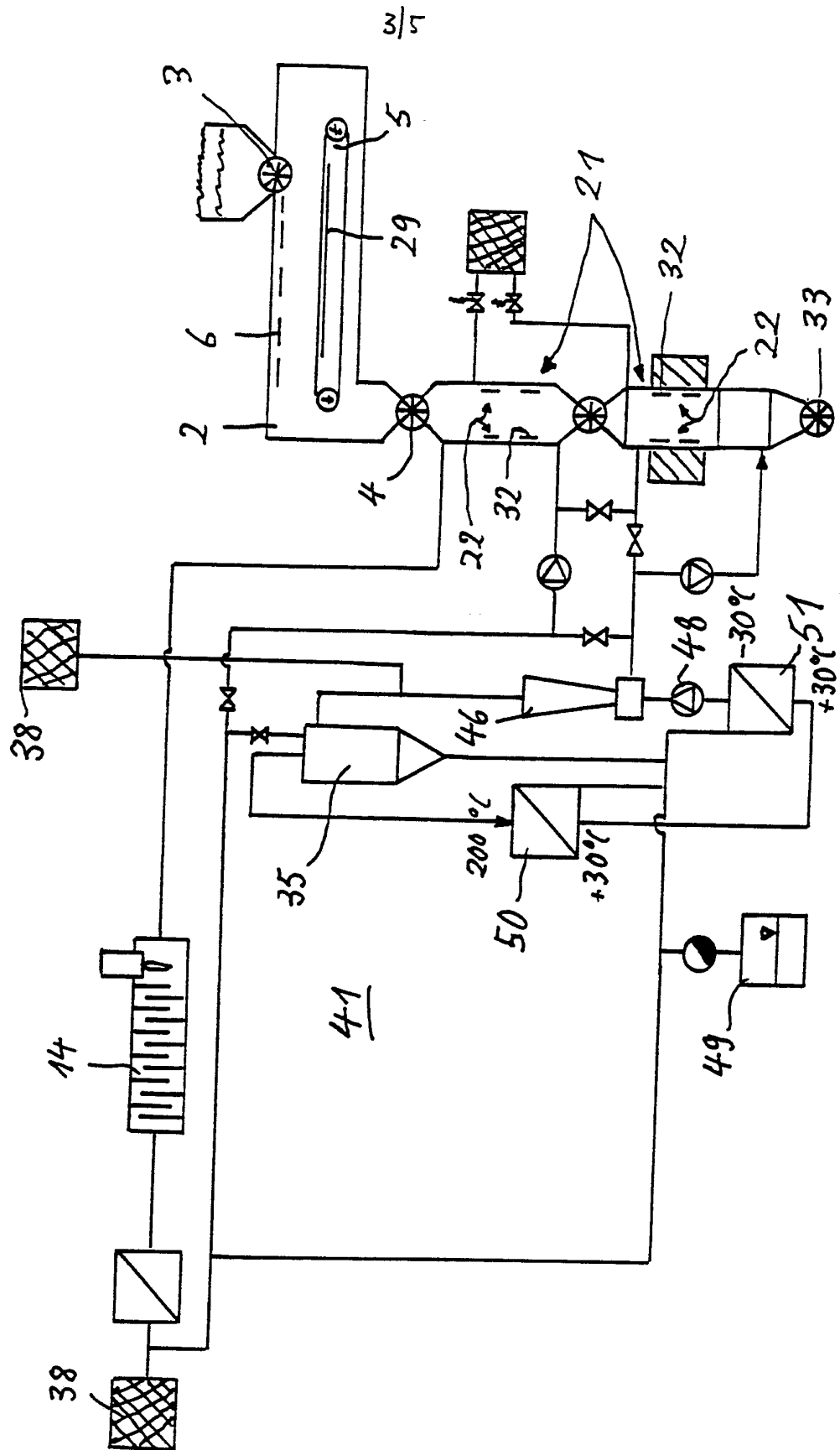


Fig. 3

4/5

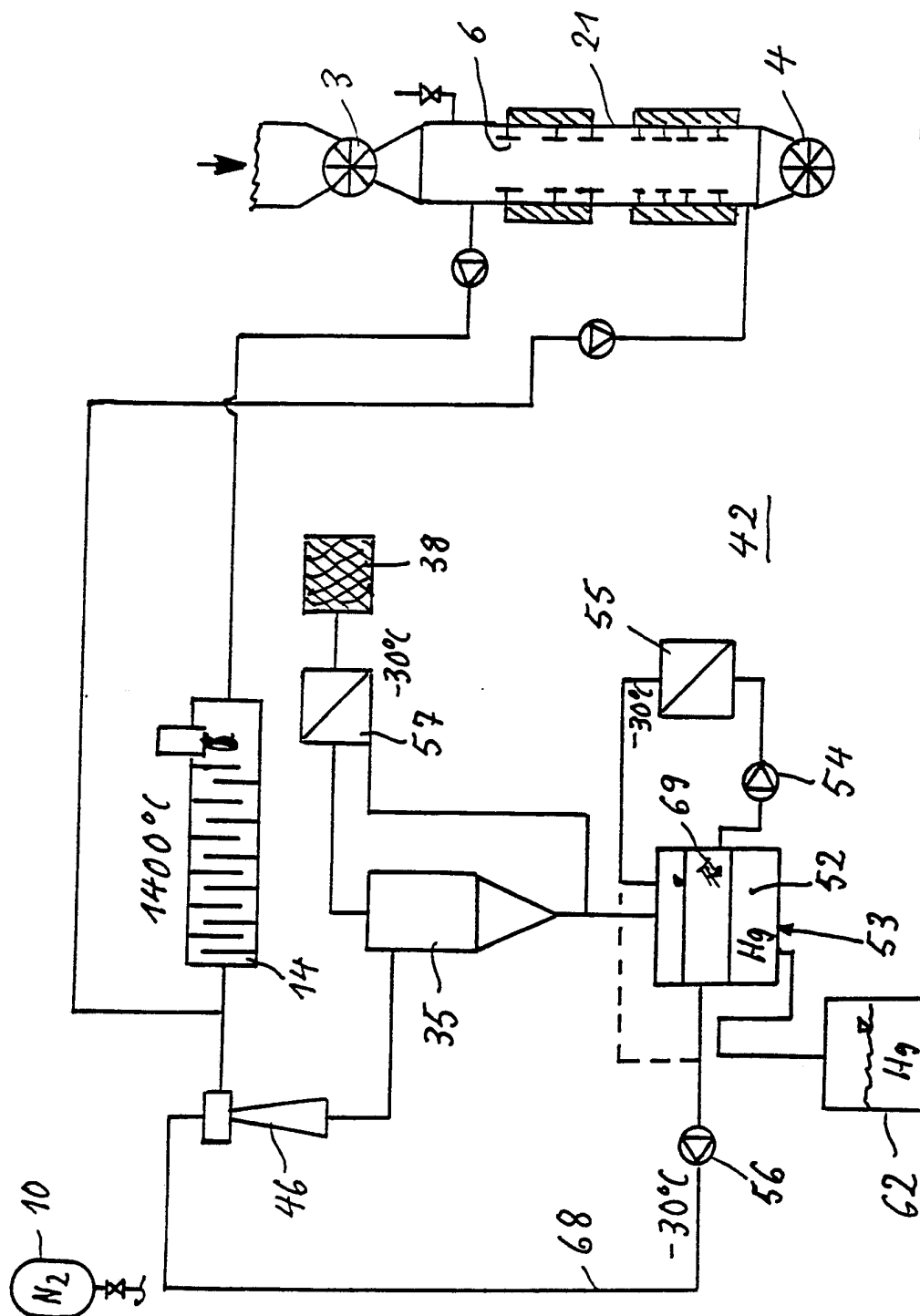


Fig. 4

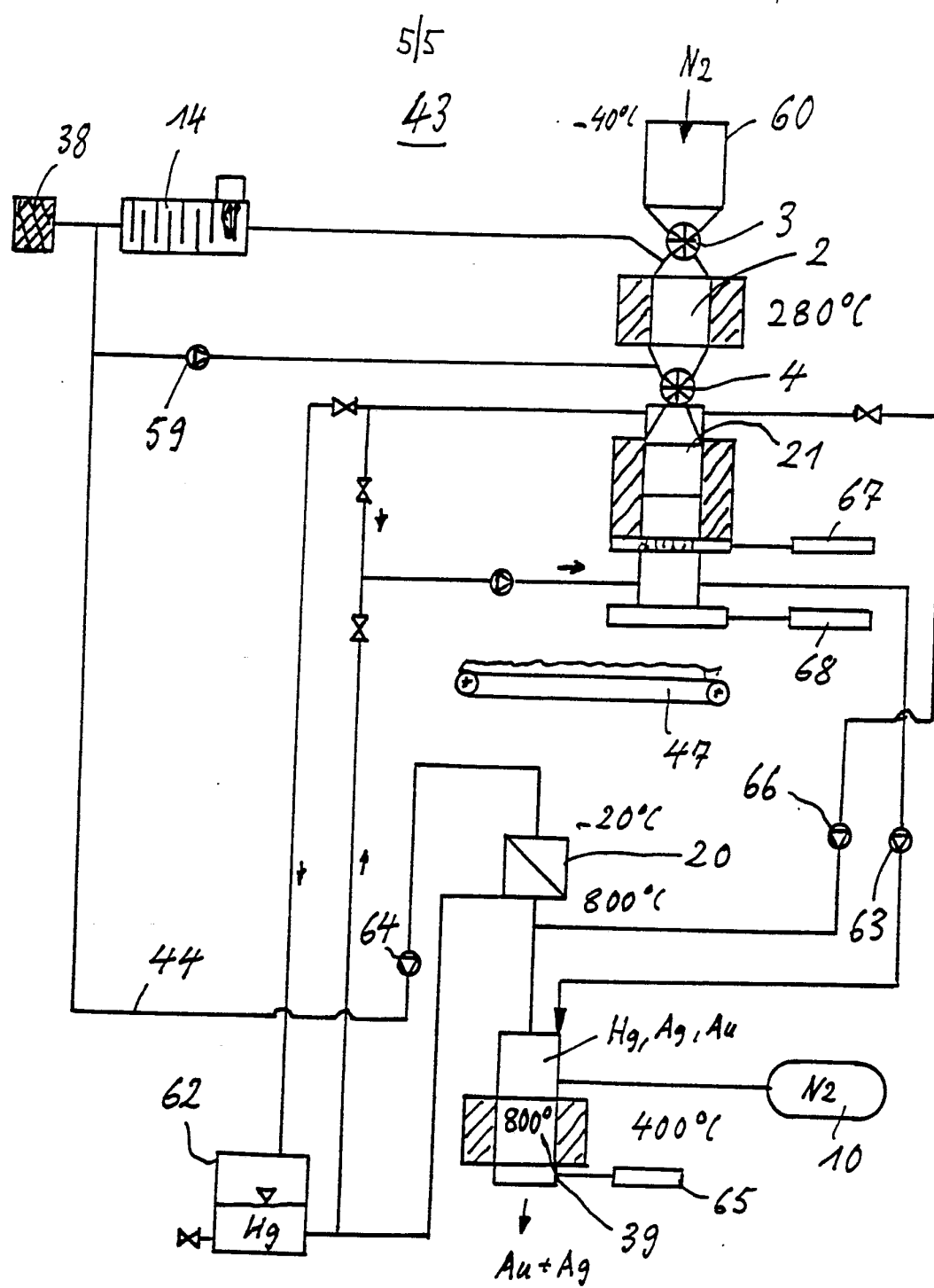


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 92/01891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁵ C22B43/00; C22B13/02; C22B17/02; C22B7/00
 C22B5/16; C22B19/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁵ C22B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,3 243 813 (LUMALAMPA) 7 July 1983 cited in the application ----	
A	GB,A,1 524 464 (ANIC S.P.A.) 13 September 1978 ----	
A	US,A,3 704 875 (WALTRICH) 5 December 1972 -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 December 1992 (04.12.92)

Date of mailing of the international search report

9 December 1992 (09.12.92)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9201891
SA 64264

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 04/12/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-3243813	07-07-83	SE-B- 451464	12-10-87
		JP-C- 1609728	15-07-91
		JP-B- 2035016	08-08-90
		JP-A- 58197236	16-11-83
		SE-A- 8107177	02-06-83
		SE-B- 458472	03-04-89
		SE-A- 8206846	02-06-83
		SU-A- 1466655	15-03-89
		US-A- 4468011	28-08-84
		US-A- 4564174	14-01-86
		US-A- 4606762	19-08-86
GB-A-1524464	13-09-78	AU-B- 499936	03-05-79
		AU-A- 1312176	27-10-77
		BE-A- 841467	05-11-76
		CA-A- 1076363	29-04-80
		DE-A- 2619883	18-11-76
		FR-A, B 2310317	03-12-76
		JP-A- 51134377	20-11-76
		JP-B- 59015718	11-04-84
		NL-A- 7604821	09-11-76
		SE-B- 408560	18-06-79
		SE-A- 7605055	06-11-76
		US-A- 4087276	02-05-78
US-A-3704875	05-12-72	None	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 92/01891

I. KLASSEIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)⁶

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 C22B43/00; C22B13/02; C22B17/02; C22B7/00
 C22B5/16; C22B19/04

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETERecherchierte Mindestprüfstoff ⁷

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
Int.Kl. 5	C22B

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹

Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	DE,A,3 243 813 (LUMALAMPA) 7. Juli 1983 in der Anmeldung erwähnt	
A	GB,A,1 524 464 (ANIC S.P.A.) 13. September 1978	
A	US,A,3 704 875 (WALTRICH) 5. Dezember 1972	

⁹ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰:^{"A"} Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist^{"E"} älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist^{"L"} Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)^{"O"} Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht^{"P"} Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist^{"T"} Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist^{"X"} Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden^{"Y"} Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist^{"&"} Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist**IV. BESCHEINIGUNG**

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

04. DEZEMBER 1992

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

- 9. 12. 92

Internationale Recherchenbehörde

EUROPAISCHES PATENTAMT

Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten

MEULEMANS R.A.M.

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 9201891
SA 64264

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04/12/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-3243813	07-07-83	SE-B- 451464	12-10-87
		JP-C- 1609728	15-07-91
		JP-B- 2035016	08-08-90
		JP-A- 58197236	16-11-83
		SE-A- 8107177	02-06-83
		SE-B- 458472	03-04-89
		SE-A- 8206846	02-06-83
		SU-A- 1466655	15-03-89
		US-A- 4468011	28-08-84
		US-A- 4564174	14-01-86
		US-A- 4606762	19-08-86
GB-A-1524464	13-09-78	AU-B- 499936	03-05-79
		AU-A- 1312176	27-10-77
		BE-A- 841467	05-11-76
		CA-A- 1076363	29-04-80
		DE-A- 2619883	18-11-76
		FR-A,B 2310317	03-12-76
		JP-A- 51134377	20-11-76
		JP-B- 59015718	11-04-84
		NL-A- 7604821	09-11-76
		SE-B- 408560	18-06-79
		SE-A- 7605055	06-11-76
		US-A- 4087276	02-05-78
US-A-3704875	05-12-72	Keine	