

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 555 640 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93100382.6**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **C25D 21/02, H05B 6/64**

22 Anmeldetag: **13.01.93**

30 Priorität: **08.02.92 DE 4203646**  
**23.05.92 DE 4217220**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.08.93 Patentblatt 93/33**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH FR GB LI NL**

71 Anmelder: **LPW-ANLAGEN GmbH**  
**Heerdter Buschstrasse 1-3**  
**D-41460 Neuss(DE)**

72 Erfinder: **Möbius, Andreas, Prof. Dr.-chem.**  
**rer. nat. habil.D**  
**ipl.-Chem. Habernusstr. 43**  
**W-4040 Neuss 22(DE)**

74 Vertreter: **Andrejewski, Walter, Dr. et al**  
**Patentanwälte, Andrejewski, Honke &**  
**Partner, Postfach 10 02 54**  
**D-45002 Essen (DE)**

54 **Verfahren zum Betrieb eines elektrochemischen Bades und Anlagen für die Durchführung des Verfahrens.**

57 Verfahren zum Betrieb eines Bades für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und von Metallegierungen auf der Oberfläche von zu beschichtenden, in dem Bad angeordneten Gegenständen, wobei die Badtemperatur über eine Beheizung eingestellt sowie gesteuert und/oder geregelt wird. Die Beheizung des Bades wird durch elektromagnetische Wellen vorgenommen, welche die elektrochemische Abscheidung nicht störend beeinflussen. Die Badtemperatur wird durch Auswahl und/oder Einstellung der Frequenz und/oder der Intensität und/oder der Einwirkungszeit der elektromagnetischen Wellen gesteuert oder geregelt. - Auch Anlagen für die Durchführung des Verfahrens werden angegeben.

EP 0 555 640 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines elektrochemischen Bades für die Oberflächenvergütung von in dem Bad angeordneten Gegenständen, insbesondere für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und Metallegierungen auf der Oberfläche der Gegenstände. Die Erfindung betrifft fernerhin Anlagen für die Durchführung eines solchen Verfahrens. - Elektrochemische Abscheidung bezeichnet im Rahmen der Erfindung sowohl die galvanische Abscheidung unter Zuführung von elektrischer Energie über Elektroden, als auch die sogenannte stromlose Abscheidung (vgl. "LPW-Taschenbuch für Galvanotechnik" 1988, S. 35 bis 37). Bad bezeichnet die wässrige Lösung der für die Abscheidung erforderlichen chemischen Substanzen und Elektrolytzusätze (vgl. "LPW-Taschenbuch für Galvanotechnik" 1988, S. 47 bis 52). Das Bad, in dem die Abscheidung stattfindet, befindet sich in einem Badbehälter. Für die Beheizung des Bades kann ein besonderer Heizbehälter vorgesehen sein, der mit dem Badbehälter badaustauschend in Verbindung steht.

Im Rahmen der elektrochemischen Abscheidung von Metallen und Metallegierungen auf der Oberfläche der Gegenstände, die zu diesem Zweck in dem Bad angeordnet werden, müssen besondere physikalische Parameter eingehalten werden. Ihre Einhaltung ist für den sogenannten Betrieb des Bades, d. h. für die ordnungsgemäße und allen Ansprüchen genügende Abscheidung sowie für die Qualität der abgeschiedenen Oberflächenschicht, wesentlich.

Im allgemeinen gehört dazu die Einstellung und Einhaltung einer von der Zusammensetzung des Bades abhängigen Abscheidungstemperatur in einem mehr oder weniger engen Temperaturbereich. Dazu muß zumindest bei Inbetriebnahme des Bades und zumeist auch beim Betrieb des Bades Wärmeenergie zugeführt werden. Auf diese Maßnahmen bezieht sich die Erfindung allgemein.

Im Rahmen der aus der Praxis bekannten Maßnahmen, von denen die Erfindung ausgeht, erfolgt die Beheizung über elektrische Badheizer und/oder, aufwendiger, über Wärmetauscher in Form von Heizschlangen und Doppelmantel-Behälterwänden des Behälters, der das Bad aufnimmt, wobei die Heizschlangen oder die Doppelmantel-Behälterwände von einem Wärmeträgermedium durchflossen werden. Der Wärmeübergang von diesen Heizkörpern auf das Bad erfolgt durch Konvektion und/oder Wärmeleitung. Das bedingt beim Aufheizen des Bades lange Aufheizzeiten, bei einer Steuerung oder Regelung der Badtemperatur lange und störende Totzeiten mit den bekannten negativen Einflüssen auf das Ergebnis der Steuerung oder Regelung. Das alles beeinflusst störend die elektrochemische Abscheidung. Örtliche Überhitzung des Bades im Bereich der wärmeenergieab-

gebenden Oberflächen der Heizkörper ist bei geringer Badtemperatur unvermeidbar und kann insbesondere die organischen Elektrolytzusätze des Bades aufbrechen oder zerstören. Ähnlich arbeitet man dort, wo ein besonderer Heizbehälter dem Badbehälter zugeordnet ist.

In anderen Bereichen der Technik, insbesondere zum Garen und/oder Erwärmen von Speisen und Getränken, wird eine dielektrische Erwärmung durchgeführt. Die Erwärmung erfolgt hier über elektromagnetische Wellen, die auf das zu erwärmende Gut gerichtet werden sowie in das zu erwärmende Gut eindringen. Ihre elektromagnetische Energie wird in dem Gut unmittelbar in Wärmeenergie umgesetzt. Dabei wird mit sogenannten Mikrowellen gearbeitet, Frequenzbereich von 1 bis 3 GHz (= 1000 bis 3000 MHz). Die insoweit bekannten Maßnahmen haben sich bewährt. Für den Betrieb eines Bades für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und Metallegierungen sind derartige Beheizungen bisher nicht üblich. Möglicherweise bestanden Bedenken, weil ein solches Bad in viel stärkerem Maße einen Elektrolyten darstellt als Speisen oder Getränke und die Ionen des Bades, wenn auch trägheitsgebremst, den elektromagnetischen Wellen folgen können und folglich eine Störung der Elektrochemie der Abscheidungs-zusammenhänge ohne weiteres nicht auszuschließen ist. Im übrigen ist es bekannt, daß bei der Erwärmung von Speisen und Getränken mit Hilfe von Mikrowellen organische Geschmacksbildner, insbesondere polare Molekeln, aufgebrochen und zerstört werden können. Andererseits enthalten die Bäder für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und Metallegierungen, wie bereits erwähnt, organische Elektrolytzusätze, so daß zu besorgen ist, daß sie aufgebrochen und zerstört werden könnten, wie die organischen Geschmacksbildner in Speisen und Getränken bei dielektrischer Erwärmung per Mikrowellen Schaden nehmen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Zweckbestimmung anzugeben, welches kurze Aufheizzeiten und eine sehr genaue Steuerung und/oder Regelung der Badtemperatur zuläßt, und zwar ohne örtliche Überhitzung. Der Erfindung liegt fernerhin die Aufgabe zugrunde, Anlagen anzugeben, die für das erfindungsgemäße Verfahren besonders geeignet ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist Gegenstand der Erfindung hauptsächlich ein Verfahren zum Betrieb eines elektrochemischen Bades für die Oberflächenvergütung von in dem Bad angeordneten Gegenständen, insbesondere für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und von Metallegierungen auf der Oberfläche der Gegenstände, welches Bad sich in einem Badbehälter befindet, wobei das Bad in dem Badbehälter oder in einem mit dem

Badbehälter verbundenen Heizbehälter durch elektromagnetische Wellen aufgeheizt wird, welche die Badzusammensetzung nicht störend beeinflussen. - Das Verfahren läßt sich so verwirklichen, daß die Beheizung des Bades in dem Badbehälter erfolgt, aber auch so, daß die Beheizung des Bades in einem besonderen Heizbehälter erfolgt.

## I

Bei der Ausführungsform, bei der die Beheizung in dem Badbehälter erfolgt, lehrt die Erfindung, daß die Beheizung des Bades durch elektromagnetische Wellen vorgenommen wird, welche die elektrochemische Abscheidung nicht störend beeinflussen, und daß die Badtemperatur durch Auswahl und/oder Einstellung der Frequenz und/oder der Intensität und/oder der Einwirkungszeit der elektromagnetischen Wellen gesteuert oder geregelt wird.

Die Erfindung geht insoweit von der Erkenntnis aus, daß die Beheizung eines Bades für die eingangs beschriebene elektrochemische Abscheidung von Metallen und Metallegierungen mit elektromagnetischen Wellen möglich ist und zwar in dem Bad selbst und mit kurzen Aufheizzeiten sowie bei sehr genauer Temperatursteuerung und/oder Temperaturregelung. Örtliche Überhitzung im Bereich heißer Oberflächen von Heizkörpern sind systembedingt ausgeschlossen. Überraschenderweise lassen sich für alle bekannten Bäder für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und von Metallegierungen die Parameter für die Beheizung mit elektromagnetischen Wellen so wählen, daß die elektrochemische Abscheidung nicht gestört wird. Das gilt insbesondere dann, wenn mit Mikrowellen gearbeitet wird, wie sie bei der Mikrowellenerwärmung von Speisen und Getränken üblich sind. Diese Parameter sind die Frequenz oder die Wellenlänge, die Intensität (Energie) der elektromagnetischen Wellen und die Einwirkzeit. Die geeigneten Parameter lassen sich von Fall zu Fall ohne weiteres im Labor ermitteln. Aber auch eine systematische Ermittlung mit anschließender Normierung ist möglich. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung lehrt dazu, daß für ein Bad vorgegebener Zusammensetzung und Zweckbestimmung sowie vorgegebener Einwirkzeit der elektromagnetischen Wellen eine Kritikalitätskurvenschar mit der Kritikalität als Ordinate und der Frequenz als Abszisse sowie der Intensität als Kurvenscharparameter oder mit der Kritikalität als Ordinate und der Intensität als Abszisse sowie der Frequenz als Kurvenscharparameter experimentell ermittelt wird, wobei die Flächen unter eine Kritikalitätskurve den Bereich definieren, in dem die elektromagnetischen Wellen bei vorgegebener Frequenz oder vorgegebener Intensität die Abschei-

dung nicht störend beeinflussen. Im Rahmen der Erfindung liegt es, für ein vorgegebenes Bad nicht eine Kritikalitätskurvenschar, sondern lediglich eine einzige Kritikalitätskurve zu ermitteln. - Der hier erwähnte Parameter "Kritikalität" gibt den Punkt an, bei dem die elektrochemische Abscheidung gestört wird, den vorgegebenen Qualitätsparametern also nicht mehr genügt. Die Kritikalität hängt bei vorgegebener Frequenz von der Intensität der elektromagnetischen Wellen, bei vorgegebener Intensität der elektromagnetischen Wellen von deren Frequenz und gegebenenfalls außerdem von der Einwirkzeit ab.

Im einzelnen bestehen im Rahmen der Erfindung mehrere Möglichkeiten der weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß mit für die Erwärmung von Speisen und Getränken üblichen Mikrowellensendern gearbeitet und die Badtemperatur durch die Antennenstromstärke und/oder die Einschaltdauer dieser Mikrowellensender gesteuert oder geregelt wird. Es versteht sich, daß man sich bemühen wird, in dem Bad eine möglichst homogene Intensitätsdichte der elektromagnetischen Wellen zu erzeugen. Das kann z. B. durch entsprechende Ausbildung oder Anordnung der Antennen für die Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen geschehen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf verschiedene Weise in anlagentechnischer Hinsicht verwirklicht werden. Gegenstand der Erfindung ist insbesondere eine Anlage nach den Patentansprüchen 6 bis 10 sowie 18, 19 und 20, die anhand der Fig. 1 und 2 weiter unten ausführlicher erläutert wird.

## II

Bei der Ausführungsform, bei der die Beheizung des Bades in einem besonderen Heizbehälter erfolgt, ist Gegenstand der Erfindung, ein Verfahren bei dem einer ersten Teilmenge des Bades in dem Heizbehälter durch elektromagnetische Wellen Wärme zugeführt wird, wobei in dem Badbehälter in einer mit der ersten Teilmenge austauschbaren zweiten Teilmenge des Bades die Oberflächenvergütung der Gegenstände durchgeführt wird und wobei die Badtemperatur der zweiten Teilmenge des Bades durch Auswahl und/oder Einstellung der Frequenz und/oder der Intensität und/oder der Einwirkungszeit der elektromagnetischen Wellen auf die erste Teilmenge des Bades sowie der Austauschraten mit der zweiten Teilmenge des Bades gesteuert und/oder geregelt wird mit der Maßgabe, daß die Feldstärke der elektromagnetischen Wellen im Bereich der Gegenstände auf praktisch Null gedämpft wird. - Eine Dämpfung der Feldstärke der elektromagnetischen Wellen ist im einfachsten

Falle durch Abschirmung durchführbar, kann aber auch durch geeignete Streuung und/oder Interferenz der elektromagnetischen Wellen eingerichtet werden.

Diese Verfahrensweise vermeidet, daß in dem Bad eine starke Verzerrung der lokalen Feldstärke im Bereich der Oberfläche der Gegenstände auftritt, insbesondere wenn die Gegenstände aus massivem Metall bestehen. Auch wird die elektrochemische Doppelschicht des Bades in dem Badbehälter unmittelbar an der Oberfläche der Gegenstände nicht lokal unterschiedlich beeinflußt. Die Erfindung nutzt, daß die Badtemperatur in ausreichendem Maße mit kurzen Aufheizzeiten, genauer Temperatursteuerung und/oder Temperaturregelung ohne örtliche Überhitzung und insbesondere störende Beeinflussung im Bereich der Oberflächen der Gegenstände einstellbar ist, wenn die Feldstärke der elektromagnetischen Wellen im Bereich der Gegenstände auf praktisch Null gedämpft wird.

Der Austausch der Teilmengen des Bades kann grundsätzlich durch Konvektion, Strömung oder Vermischung erfolgen. Insoweit können der Badbehälter und der Heizbehälter ein baulich einheitliches Gebinde darstellen, welches eine Abscheidezone und eine Heizzone aufweist. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Austausch der Teilmengen des Bades durch kontinuierliches Umpumpen des Bades insgesamt mit einer Pumpe in einem Kreislauf vorgenommen. Hierbei läßt sich die Austauschrate besonders einfach steuern bzw. regeln durch Variation der Förderleistung der Kreislaufpumpe.

Es versteht sich, daß insbesondere die empfindlichen organischen Additive des Bades nicht beliebig hohen Energien und Intensitäten der elektromagnetischen Wellen ausgesetzt werden dürfen. Daher lehrt eine Ausführungsform der Erfindung auch hier, daß für ein Bad vorgegebener chemischer Zusammensetzung eine Kritikalitätskurvenschar mit der Kritikalität als Ordinate und der Frequenz als Abszisse sowie der Intensität als Kurvenparameter oder mit der Kritikalität als Ordinate und der Intensität als Abszisse sowie der Frequenz als Kurvenscharparameter experimentell ermittelt wird, wobei die Flächen unter einer Kritikalitätskurve den Bereich definieren, in dem die chemische Zusammensetzung des Bades durch die elektromagnetischen Wellen nicht störend verändert wird. Insofern lassen sich für jedes spezielle Bad Maximalwert-Paare für Frequenz (Energie) und Intensität der elektromagnetischen Wellen ermitteln und im Betrieb einhalten. Oberflächenvergütungen mit besonders hoher Qualität können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreicht werden, wenn das Bad in einer Filteranordnung von störenden Feststoffteilchen befreit wird.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Anlage zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens. Die Anlage ist Gegenstand der Ansprüche 16 bis 20 und wird in der Fig. 3 beschrieben.

Im folgenden werden Anlagen für die Durchführung des beschriebenen Verfahrens anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch eine erfindungsgemäße Anlage,

Fig. 2 einen Schnitt in Richtung A-A durch den Gegenstand der Fig. 1 und

Fig. 3 das Schema einer anderen erfindungsgemäßen Anlage.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Anlage ist für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und Metallegierungen auf der Oberfläche von zu beschichtenden Gegenständen G bestimmt. Zur Anlage gehört ein Badbehälter 1, der das Bad 2 aufnimmt, in das die zu beschichtenden Gegenstände G eingetaucht werden. Dazu wird mit einem Warenträger 3 gearbeitet, an dem die zu beschichtenden Gegenstände G befestigt oder auf dem sie angeordnet sind. Man erkennt in den Figuren einen aus dielektrischen Werkstoffen aufgebauten Badbehälter 1 für die Aufnahme des Bades, im Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl von Antennenanordnungen 4 für die Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen behälteraußenseitig im Bereich der Wandungen des Badbehälters 1. Man erkennt außerdem eine metallische Abschirmung 5 für den Schutz der Umgebung des Bades gegen vagabundierende elektromagnetische Wellen. Die Sender 6 für die elektromagnetischen Wellen sowie die Steuer- und Regeleinrichtungen 7 für die Sender 6 sind außerhalb der Abschirmung 5 angeordnet. Meßwertaufnehmer, z. B. Temperaturfühler, befinden sich innerhalb des Bades, was nicht gezeichnet wurde. Im Ausführungsbeispiel besteht die Abschirmung 5 aus einem Abschirmmantel, der den Badbehälter 1 und die Antennenanordnungen 4 umgibt. Es könnte aber auch mit Hauben gearbeitet werden. Der Warenträger 3 ist mit Reflektoren 8 ausgerüstet, die die elektromagnetischen Wellen reflektieren. Auf diese Weise kann eine möglicherweise störende induktive Erwärmung von metallischen Gegenständen, deren Oberfläche zu beschichten ist, verhindert werden. Es versteht sich, daß die Reflektoren in der Praxis so angeordnet werden, daß der galvanische Ionentransport nicht gestört wird. Durch die Anordnung der Sender 6 und/oder Reflektoren 8 kann eine sehr homogene Verteilung der Intensität der elektromagnetischen Wellen in dem Bad 2 erreicht werden.

Die in der Fig. 3 dargestellte Anlage besteht grundsätzlich aus einem als Kreislaufreaktor 10 ausgeführten Apparat. Man erkennt eine Abscheidezone 17 mit Badbehälter 11, in welcher die Ge-

genstände G in das Bad eintauchen, eine Kreislaufpumpe 14 zum kontinuierlichen Umpumpen des Bades, eine Filteranordnung 15 zur Befreiung des Bades von störenden Feststoffteilchen und eine Temperierzone 16. Die Badbehälterwandung ist im Bereich der Temperierzone 16 aus einem dielektrischen Werkstoff aufgebaut. Es ist ein Sender 18 für die Erregung elektromagnetischer Wellen und eine Antennenanordnung 19 für die Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen eingerichtet, wobei die Antennenanordnung 19 so ausgerichtet ist, daß die elektromagnetischen Wellen durch den dielektrischen Werkstoff in die erste Teilmenge M1 des Bades in der Temperierzone 16 abstrahlbar und absorbierbar sind, man erkennt hier den Heizbehälter 12. In der Temperierzone 16 ist zusätzlich eine leitfähige Temperierzonenabschirmung 20 eingerichtet, welche die Temperierzone 16 mantelartig umgibt und auch zwischen der Temperierzone 16 mit der Antennenanordnung 19 einerseits und der Abscheidezone 17 andererseits angeordnet ist. Hierdurch ist zum ersten die Abscheidezone 17 gleichsam gegen die elektromagnetischen Wellen abgeschattet und die Feldstärke der elektromagnetischen Wellen ist im Bereich der Gegenstände G auf praktisch Null gedämpft. Zum zweiten treten außerhalb der Temperierzone 16 keine gesundheitlich bedenklichen elektromagnetischen Strahlungen auf. Als Sender 18 ist ein für die Erwärmung von Speisen und Getränken üblicher Mikrowellensender verwendet. Zur Steuerung und Regelung des Senders 18 ist eine Steuer- und Regeleinrichtung 21 vorgesehen, welche die der Temperierzone 16 zugeführten Energie bzw. Intensität der elektromagnetischen Wellen in Abhängigkeit von der mit einem Sensor 22 gemessenen Badtemperatur der zweiten Teilmenge M2 des Bades in der Abscheidezone 17 einstellt. Dabei ist die Austauschrate der ersten Teilmenge M1 des Bades aus der Temperierzone 16 mit der zweiten Teilmenge M2 des Bades aus der Abscheidezone 17, d. h. der Durchsatz durch die Kreislaufpumpe 14, ein Steuerungs- und Regelungsparameter oder -größe.

Selbstverständlich liegt es auch im Rahmen der Erfindung eine Temperierzone im Rahmen eines Kreislaufreaktors als sogenannten Bypass zu schalten. In diesem Fall ist die Durchsatzmenge durch die Temperierzone ein konstanter oder steuerbarer Bruchteil der Durchsatzmenge durch die Kreislaufpumpe.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines elektrochemischen Bades für die Oberflächenvergütung von in dem Bad angeordneten Gegenständen, insbesondere für die elektrochemische Abscheidung von Metallen und von Metallegierungen

auf der Oberfläche der Gegenstände, welches Bad sich in einem Badbehälter befindet, wobei das Bad in dem Badbehälter oder in einem mit dem Badbehälter verbundenen Heizbehälter durch elektromagnetische Wellen aufgeheizt wird, welche die Badzusammensetzung nicht störend beeinflussen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Beheizung des Bades durch elektromagnetische Wellen vorgenommen wird, welche die elektrochemische Abscheidung nicht störend beeinflussen, und daß die Badtemperatur durch Auswahl und/oder Einstellung der Frequenz und/oder der Intensität und/oder der Einwirkungszeit der elektromagnetischen Wellen gesteuert oder geregelt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Beheizung des Bades durch elektromagnetische Wellen im Mikrowellenbereich, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 3 GHz, vorgenommen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei für ein Bad vorgegebener Zusammensetzung und Zweckbestimmung eine Kritikalitätskurvenschar mit der Kritikalität als Ordinate und der Frequenz als Abszisse sowie der Intensität als Kurvenscharparameter oder mit der Kritikalität als Ordinate und der Intensität als Abszisse sowie der Frequenz als Kurvenscharparameter experimentell ermittelt wird, wobei die Flächen unter einer Kritikalitätskurve den Bereich definieren, in dem die elektromagnetischen Wellen bei vorgegebener Frequenz bzw. vorgegebener Intensität die Abscheidung nicht störend beeinflussen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in dem Bad eine möglichst homogene Intensitätsdichte der elektromagnetischen Wellen erzeugt wird.
6. Anlage für die Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit
  - einem aus dielektrischen Werkstoffen aufgebauten Behälter (1) für die Aufnahme des Bades (2),
  - zumindest einer Antennenanordnung (4) für die Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen behälteraußenseitig im Bereich von Behälterwandungen und/oder unterhalb des Behälterbodens und mit
  - einer metallischen Abschirmung (5) für den Schutz der Umgebung des Bades gegen vagabundierende elektromagnetische Wellen, wobei zumindest ein Sender (6) für die elektro-

magnetischen Wellen sowie die Steuer- und/oder Regeleinrichtungen (7) für den Sender (6) außerhalb der Abschirmung (5) angeordnet ist.

7. Anlage nach Anspruch 6, wobei die Abschirmung (5) aus einem Abschirmmantel besteht, der den Behälter (1) und die Antennenanordnung (4) bzw. die Antennenanordnungen (4) umgibt.

8. Anlage nach Anspruch 6, wobei die Abschirmung (5) aus einer Haube besteht, die die Antennenanordnung (4) behälterabseitig außen umgibt.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Abschirmung (5) einen deckelartigen Behälterabschluß aufweist.

10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der zumindest eine Sender (6) der elektromagnetischen Wellen als Mikrowellensender ausgeführt ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein erster Teil des Bades in dem Heizbehälter durch elektromagnetische Wellen Wärme zugeführt wird, wobei in dem Badbehälter in einer mit der ersten Teilmenge austauschbaren zweiten Teilmenge des Bades die Oberflächenvergütung der Gegenstände durchgeführt wird und wobei die Badtemperatur der zweiten Teilmenge des Bades durch Auswahl und/oder Einstellung der Frequenz und/oder der Intensität und/oder der Einwirkungszeit der elektromagnetischen Wellen auf die erste Teilmenge des Bades sowie der Austauschraten mit der zweiten Teilmenge des Bades gesteuert und/oder geregelt wird mit der Maßgabe, daß die Feldstärke der elektromagnetischen Wellen im Bereich der Gegenstände auf praktisch Null gedämpft wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Zufuhr der Wärme zur ersten Teilmenge des Bades durch elektromagnetische Wellen im Mikrowellenbereich, vorzugsweise von 1 bis 3 GHz, vorgenommen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei der Austausch der Teilmengen des Bades durch kontinuierliches Umpumpen des Bades mit einer Kreislaufpumpe in einem Kreislauf vorgenommen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei für ein Bad vorgegebener chemi-

scher Zusammensetzung eine Kritikalitätskurvenschar mit der Kritikalität als Ordinate und der Frequenz als Abszisse sowie der Intensität als Kurvenscharparameter oder mit der Kritikalität als Ordinate und der Intensität als Abszisse sowie der Frequenz als Kurvenscharparameter experimentell ermittelt wird, wobei die Flächen unter einer Kritikalitätskurve den Bereich definieren, in dem die chemische Zusammensetzung des Bades durch die elektromagnetischen Wellen nicht störend verändert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei das Bad in einer Filteranordnung von störenden Feststoffteilchen befreit wird.

16. Anlage für die Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 11 bis 15, mit einem Heizbehälter (12) mit Temperierzzone (16) und mit einem Badbehälter (11) mit Abscheidezzone (17), wobei die erste Teilmenge (M1) des Bades in der Temperierzzone (16) mit der zweiten Teilmenge (M2) des Bades in der Abscheidezzone (17) kommuniziert und wobei die Heizbehälterwandung im Bereich der Temperierzzone (16) aus einem dielektrischen Werkstoff aufgebaut ist, mit zumindest einem Sender (18) für die Erzeugung elektromagnetischer Wellen und zumindest einer Antennenanordnung (19) für die Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen, wobei die elektromagnetischen Wellen durch den dielektrischen Werkstoff in die erste Teilmenge (M1) des Bades abstrahlbar und in dieser absorbierbar sind, mit einer leitfähigen Temperierzonenabschirmung (20), welche zumindest zwischen der Temperierzzone (16) und Antennenanordnung (19) einerseits und der Abscheidezzone (17) andererseits angeordnet ist, wobei die Feldstärke der elektromagnetischen Wellen im Bereich der Abscheidezzone (17) auf praktisch Null dämpfbar ist, und mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung (21), mit welcher der Sender (18) nach Maßgabe der Badtemperatur betreibbar ist.

17. Anlage nach Anspruch 16, wobei der Badbehälter als Kreislaufreaktor (10) ausgebildet ist und wobei das Bad mit einer Kreislaufpumpe (14) durch die Abscheidezzone (17) und durch die Temperierzzone (16) umpumpbar ist.

18. Anlage nach einem der Ansprüche 16 oder 17, wobei der Sender (18) zur Erzeugung von Mikrowellen, vorzugsweise im Frequenzbereich von 1 GHz bis 3 GHz, eingerichtet ist.

19. Anlage nach einem der Ansprüche 6 bis 10 oder 16 bis 18, wobei als Sender (6, 18) ein für die Erwärmung von Speisen und Getränken üblicher Mikrowellensender verwendet ist.

5

20. Anlage nach einem der Ansprüche 6 bis 10 oder 16 bis 19, wobei die Temperierzonenabschirmung zusätzlich als Strahlenschutzabschirmung zum Schutz der Umgebung vor gesundheitlich bedenklicher elektromagnetischer Strahlung ausgebildet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

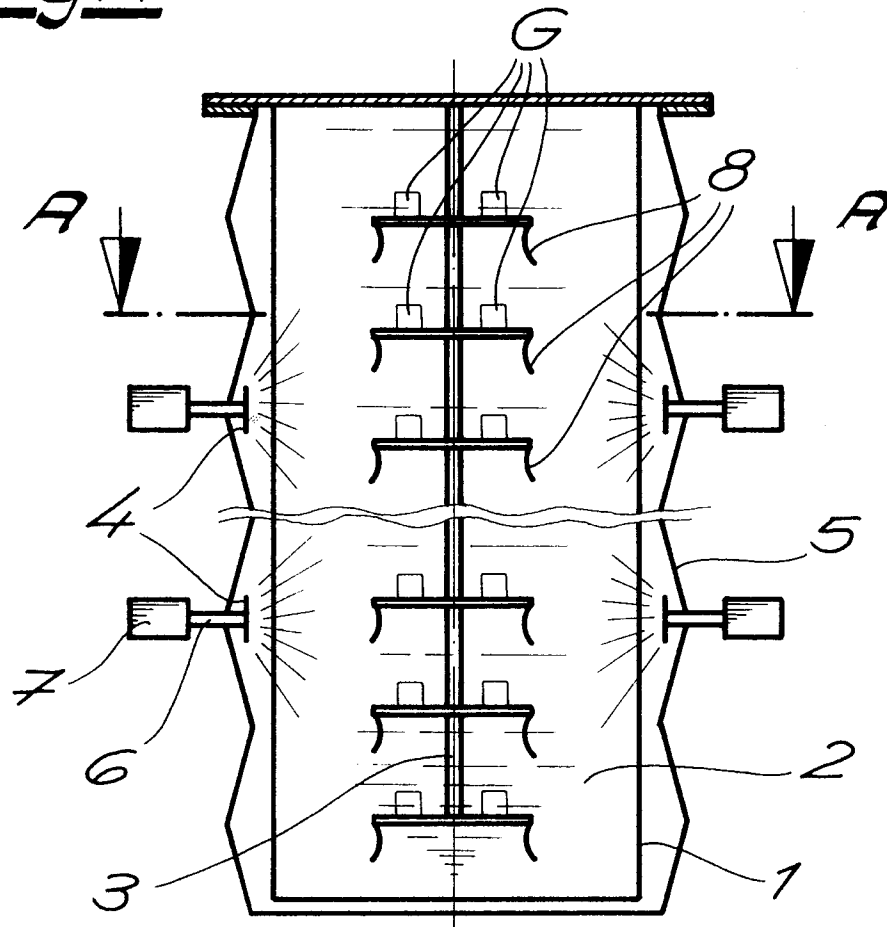
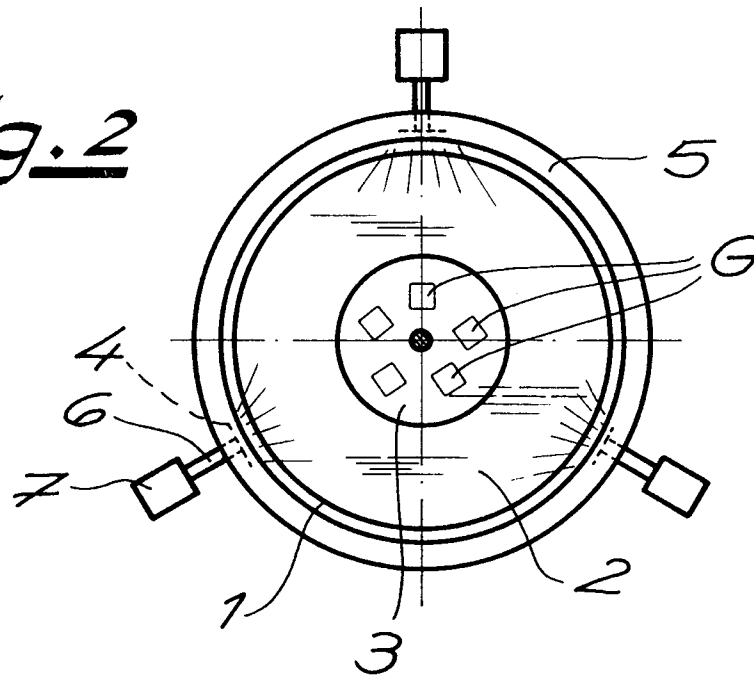
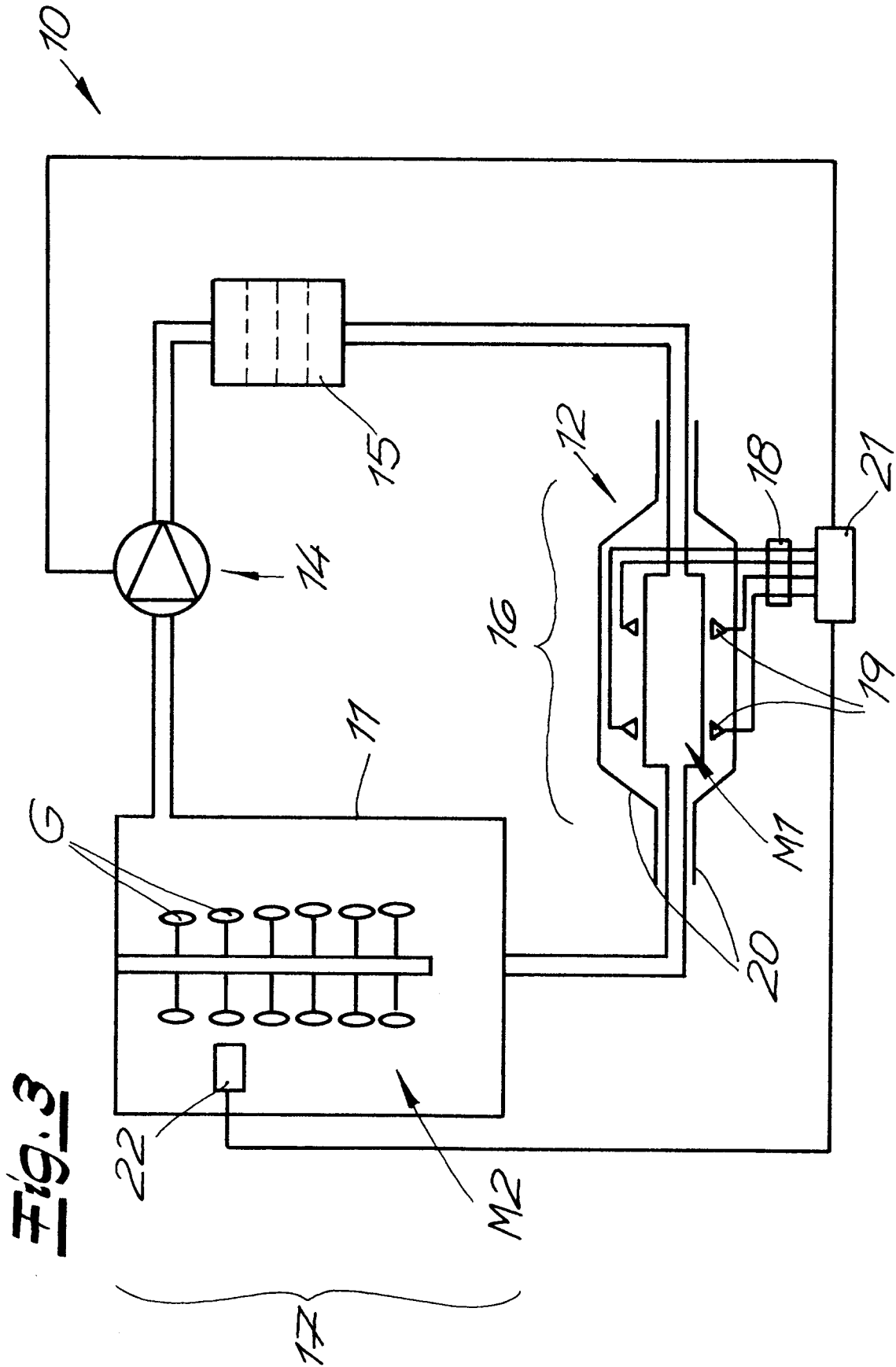


Fig. 2









Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93100382.6

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
X	<u>DE - C - 3 138 072</u> (SIEMENS) * Gesamt * ---	1-20	C 25 D 21/02 H 05 B 6/64
P, X	<u>US - A - 5 173 169</u> (GARRISON) * Ansprüche 1, 4, 11-16 * ---	1, 3, 18	
A	<u>US - A - 5 059 400</u> (BENEZECH) * Anspruch 1 * ---	1, 20	
A	<u>US - A - 4 593 169</u> (THOMAS) * Anspruch 1 * ---	1	
A	<u>AT - B - E 45 457</u> (SOCIETE PROLABO) * Anspruch 1 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			C 25 D 21/00 H 05 B 6/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 11-05-1993	Prüfer HAMMER
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			