



(11)

EP 1 930 482 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(51) Int Cl.:
C25F 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07120055.4**

(22) Anmeldetag: **06.11.2007**

(54) **Beheiztes Elektropoliergerät**

Heated electric polishing device

Appareil d'électropolissage chauffé

(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**

(30) Priorität: **07.11.2006 DE 202006017090 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.06.2008 Patentblatt 2008/24

(73) Patentinhaber: **BEGO Bremer Goldschlägerei
Wilh.-Herbst GmbH
& Co KG
28359 Bremen (DE)**

(72) Erfinder: **Finger, Christian
27798 Hude (DE)**

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Partner
Johannes-Brahms-Platz 1
20355 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-C1- 3 138 072 GB-A- 1 523 106
US-A- 5 141 602**

EP 1 930 482 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 Elektropoliergerät, umfassend einen Badbehälter zur Aufnahme einer elektrisch leitfähigen Badflüssigkeit, in welche zu polierende Objekte eingetaucht werden, eine Polierstromquelle mit einem ersten elektrischen Elektrodenanschluss zum elektrischen Verbinden mit einem oder mehreren zu polierenden Objekten und einer mit der Badflüssigkeit elektrisch verbundenen Elektrode, und eine Heizung zum Aufheizen des Bades.

[0002] Solche Elektropoliergeräte werden in einer Reihe von Anwendungen dazu genutzt, Produkte aus einem elektrisch leitfähigen Material mittels einer sogenannten elektrolytischen Glänzbehandlung zu polieren. Zu diesem Zweck werden die Objekte elektrisch als Anode an eine Stromquelle angeschlossen und in ein galvanisches Bad eingetaucht. Das galvanische Bad kann beispielsweise Schwefelsäure, Phosphorsäure oder andere Säuren sowie Gemische dieser Säuren enthalten und ist elektrisch leitfähig. Das galvanische Bad ist elektrisch mit einer als Kathode geschalteten Elektrode verbunden. Diese Kathode kann durch eine Flächenelektrode, eine anders geformte Elektrode oder den Behälter für das galvanische Bad selbst dargestellt werden. Durch den Fluss eines Gleichstromes oder eines gepulsten Gleichstromes werden Rauigkeitsspitzen der zu polierenden Objekte abgetragen und hierdurch der Poliervorgang bewirkt.

[0003] Aus DE 32 10 315 C2 ist ein Verfahren zur elektrolytischen Glänzbehandlung bekannt, welches nach dem zuvor beschriebenen Prinzip arbeitet und bei dem der Badbehälter mit Kühlschlangen und einer Badheizung ausgestattet ist.

[0004] In der Ausgestaltung solcher Elektropoliergeräte mit einer Badheizung liegt eine Fortbildung, welche einen effizienteren und somit zeitlich verkürzten Poliervorgang ermöglicht. Aus DE 33 00 650 C2 ist es bekannt, ein Elektropolierverfahren mittels einer Elektrolytlösung mit einer Temperatur von 70 bis 80°C zu betreiben. Aus DE 44 01 896 ist ein weiteres Glänzgerät der eingangs genannten Art vorbekannt.

[0005] Aus EP 1 384 448 ist eine Vorrichtung zur galvanischen Abscheidung metallischer Dentalformteile bekannt, welche eine mit einer elektrischen Versorgungseinheit verbundene Anode und Kathode umfasst, die in ein mit einem Elektrolytbad gefülltes Becherglas getaucht sind. Dieses Elektrolytbad wird mittels eines Infrarotstrahlers aufgeheizt, um eine vorteilhafte, erhöhte Badtemperatur zu erreichen.

[0006] Elektropoliergeräte nach dem Stand der Technik weisen eine Heizvorrichtung in Form eines in das Bad eingetauchten Heizelementes auf, das als Widerstandsheizelement ausgeführt ist. Zwar kann mit solchen Widerstandsheizelementen eine einmal erreichte erhöhte Badtemperatur konstant gehalten werden, ein wesentlicher Nachteil einer solchen Heizung besteht aber darin, dass der Aufheizvorgang des Polierbades von Raum-

temperatur auf die Betriebstemperatur von typischerweise über 50°C sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, typischerweise zwei Stunden.

[0007] Zwar kann der Heizvorgang mit solchen Widerstandsheizelementen optimiert werden, indem die Kontaktfläche zum Polierbad vergrößert wird, dies führt jedoch zu unerwünscht großen Abmessungen des Widerstandsheizelementes und folglich einer geringen Fassungskapazität für zu polierende Objekte des Polierbades.

[0008] Weiterhin kann die Aufheizleistung eines Widerstandsheizelementes verbessert werden, indem die Temperatur des Widerstandsheizelementes selbst erhöht wird. Diesem Optimierungsansatz sind jedoch Grenzen gesetzt, denn ab einer bestimmten Grenztemperatur des Widerstandsheizelementes finden in unmittelbarer Nähe zu der Oberfläche des Widerstandsheizelementes Zersetzungen und/oder Verdampfung des Polierbades in unerwünschtem Ausmaß statt.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Heizung bereitzustellen, welche die vorgenannten Probleme verringert und vorzugsweise vermeidet.

[0010] Erfindungsgemäß wird ein Elektropoliergerät der eingangs genannten Art bereitgestellt, bei dem die Heizung eine Heizstromquelle umfasst, die über zwei mit der Badflüssigkeit elektrisch verbundene Heizelektroden einen Heizstromkreis mit Strom versorgt, wobei die Heizelektroden so angeordnet sind, dass ein Teil des Heizstromkreises durch zumindest ein Teilvolumen der Badflüssigkeit gebildet wird, wenn sich die Badflüssigkeit im Badbehälter befindet und die Heizstromquelle eine Wechselstromquelle mit einer Frequenz von mehr als 500Hz ist.

[0011] Die erfindungsgemäß verwendete Heizung vermeidet somit die Nachteile bekannter Badheizungen, indem das Polierbad selbst in einen Heizstromkreis eingebunden wird, welcher der Baderwärmung dient. Dies wird erreicht, indem jeder der zwei Ausgänge der Heizstromquelle mit jeweils einer Elektrode verbunden ist und diese beiden Elektroden beabstandet voneinander in das Polierbad eingetaucht sind. Eine an diese Elektroden angelegte Spannung wird somit einen Stromfluss durch das Polierbad bewirken, wodurch das zwischen den Elektroden liegende Badvolumen erwärmt wird. Mit der erfindungsgemäß verwendeten Heizung kann somit ohne die Notwendigkeit der Verwendung großer Heizelemente die Heizwirkung direkt auf ein großes Volumen des Polierbades aufgebracht werden.

[0012] Eine spezifische Problematik beim Heizen von elektrisch leitfähigen Bädern mittels eines zwischen zwei Elektroden durch das Bad fließenden Stromes stellt die ungewünschte Zersetzung der Badflüssigkeit durch den Heizstrom dar. Diese Zersetzung bewirkt eine Herabsetzung der gewünschten Funktionsfähigkeit der Badflüssigkeit, also beispielsweise der Polierwirkung, bei anderen Anwendungsformen, wie beispielsweise einem Galvanikbad, aber auch die galvanische Beschichtungswirkung.

[0013] Es ist zwar bekannt, dass einer Funktionsreduktion durch Zersetzung des Bades entgegengewirkt werden kann, indem beispielsweise die Verweildauer der zu bearbeitenden Objekte im Bad verlängert wird, oder die angelegte Polierspannung bzw. galvanische Spannung erhöht wird, hierdurch werden jedoch andere Nachteile in Kauf genommen, wie beispielsweise eine verlängerte Bearbeitungsdauer, eine verstärkte Baderwärmung und ein qualitativ reduziertes Bearbeitungsergebnis.

[0014] Erfindungsgemäß wird diesen Nachteilen abgeholfen, indem ein Wechselstrom als Heizstrom verwendet wird, der eine Frequenz von mehr als 500Hz aufweist. Überraschend hat sich gezeigt, dass die Zersetzung durch Wechselströme mit dem so definierten Frequenzbereich maßgeblich reduziert bzw. vollständig vermieden werden kann. Wechselströme, welche niedrigere Frequenzen als der angegebene Bereich aufweisen, eignen sich nicht dazu, die unerwünschte Badzersetzung zu reduzieren oder zu vermeiden. Dabei ist es insbesondere bevorzugt, wenn die Frequenz des Heizstroms mehr als 4KHz beträgt, insbesondere mehr als 15KHz oder 20KHz, da hierdurch die Badzersetzung praktisch vollständig vermieden werden kann.

[0015] Das Prinzip der erfindungsgemäßen Heizung ist insbesondere für Elektropoliergeräte geeignet, um hierdurch eine kurze Aufheizzeit des Polierbades von Raumtemperatur auf Betriebstemperatur zu ermöglichen. Somit ist es nicht erforderlich, das Polierbad über längere Zeit auf Betriebstemperatur zu halten, sondern es kann nach jedem Poliervorgang wieder abkühlen, da die langen Aufheizzeiten bekannter Polierbäder auf wenige Minuten verkürzt werden. Das Prinzip der in dem erfindungsgemäßen Elektropoliergerät eingesetzten Heizung eignet sich daher prinzipiell auch für andere Geräte, in denen ein elektrisch leitfähiges Bad aufgeheizt werden muss, beispielsweise für Vorrichtungen zur galvanischen Abscheidung wie Galvanikbäder zur Goldabscheidung und dergleichen.

[0016] Erfindungsgemäß ist die Polierstromquelle eine Gleichstromquelle, bevorzugt eine gepulste Gleichstromquelle. Dieser Fortbildung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der für die Elektropolitur erforderliche Effekt bei Gleichstrom besonders wirksam auftritt. Eine spezifische Problematik bei Anlagen zur Elektropolitur oder auch anderen prinzipiell ähnlichen Anlagen, wie beispielsweise galvanischen Anlagen, liegt darin, dass die Stromquellen in Abhängigkeit der zu bearbeitenden Flächen verschiedene Leistungen abgeben müssen. Grundsätzlich sinkt mit der Zunahme der zu bearbeitenden Fläche der Widerstand und der zur Bearbeitung erforderliche Strom steigt entsprechend an. Typischerweise müssen diese Anlagen jedoch zur Bearbeitung von Objekten mit sehr unterschiedlichen Größen der zu bearbeitenden Flächen geeignet sein. Es ist bekannt, die Stromquellen für die typische, maximal im Bad zu bearbeitende Fläche auszulegen, jedoch ist diese Auslegungsweise einerseits kostenintensiv und genügt

andererseits den Anforderungen dann nicht, wenn ausnahmsweise einmal doch Objekte mit größeren zu bearbeitenden Flächen poliert, galvanisch behandelt oder dergleichen werden sollen.

[0017] Diesem Nachteil hilft die hier fortgebildete Ausführungsform ab, indem sie einer Überlastung der Stromquelle und damit einhergehenden Herabsetzung der Stromstärke mit entsprechender Qualitätsverringering des Arbeitsergebnisses durch einen Impulsbetrieb des Stromes entgegenwirkt. Hierdurch können Anlagen zur Polierbehandlung oder galvanischen Abscheidung in vorteilhafterweise auf den am häufigsten in der Praxis auftretenden Betriebspunkt bzw. die am häufigsten in der Praxis auftretenden Flächengrößen abgestimmt werden, um bei solchen Flächengrößen im konstanten Gleichstrombetrieb betrieben werden zu können und lediglich bei Überschreiten dieser Flächengrößen wird auf gepulsten Betrieb umgeschaltet, um der Überlastung der Stromquelle vorzubeugen und eine gleichbleibende Bearbeitungsqualität sicherzustellen.

[0018] Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die Polierstromquelle mit einer Polierstromregleinheit gekoppelt ist, die ausgebildet ist, um den Polierstrom in Abhängigkeit des Polierstromwiderstandes als konstanten Gleichstrom oder gepulsten Gleichstrom auszubilden. Mittels einer solchen Polierstromregleinheit kann eine automatische Anpassung in solcher Weise erzielt werden, dass die Polierstromquelle vom konstanten Betrieb in den gepulsten Betrieb umgeschaltet wird, wenn dies aufgrund der Größe der zu bearbeitenden Fläche erforderlich ist und zudem die Pulsdauer und/oder Pulsfrequenz an die Belastung und Leistungsfähigkeit der Stromquelle angepasst werden. Insbesondere kann eine solche Regelung beinhalten, dass bei Überschreiten einer bestimmten Größe der zu bearbeitenden Fläche auf Pulsbetrieb umgeschaltet wird oder bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur des Bades auf Pulsbetrieb umgeschaltet wird und zudem in Abstufungen der weiteren Zunahme der zu bearbeitenden Fläche oder der Badtemperatur dieser Pulsbetrieb entsprechend hinsichtlich Pulsdauer und Pulsfrequenz angepasst wird.

[0019] Es ist weiterhin bevorzugt, wenn eine / die Polierstromregleinheit vorgesehen und ausgebildet ist, um den Polierstrom in regelmäßigen zeitlichen Abständen für eine Dauer eines kurzen Pulses, insbesondere eine Dauer von weniger als 50ms, umzupolen. Eine spezifische Problematik bei dem Polieren, aber auch bei galvanischen Abscheidungsvorgängen, ist die Bildung von Gasblasen innerhalb des Bades auf den zu bearbeitenden Flächen. Im Bereich solcher anhaftenden Gasblasen findet regelmäßig keine Bearbeitung statt und dies kann die Qualität des Bearbeitungsergebnisses negativ beeinflussen. Erfindungsgemäß wird diesem Nachteil mit der zuvor beschriebenen, bevorzugten Ausführungsform abgeholfen, indem in regelmäßigen Zeitabständen der Bearbeitungsstrom, also der Polierstrom, in regelmäßigen Zeitabständen umgepolt wird. Durch diesen Umpolvorgang findet eine Ablösung der Gasblasen statt und das

Bearbeitungsergebnis kann folglich qualitativ aufgewertet werden. Die zeitlichen Abstände können dabei beispielsweise konstant sein, sie können jedoch auch in Abhängigkeit des über die Bearbeitungszeit integrierten Bearbeitungsstromes, in Abhängigkeit des Badzustandes oder Kombinationen hieraus berechnet werden.

[0020] Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Heizstromquelle eine Wechselstromquelle mit einer Frequenz von mehr als 4kHz, vorzugsweise mehr als 15kHz, insbesondere mehr als 20kHz ist. Dieser Fortbildung liegt einerseits die Erkenntnis zugrunde, dass durch Heizen mit einem Wechselstrom mit einer Frequenz oberhalb von 4kHz vermieden werden kann, dass sich Bestandteile der Heizelektroden in das Polierbad ablösen oder eine Zersetzung des Bades eintritt. Andererseits sind insbesondere Frequenzen oberhalb von 15kHz oder sogar oberhalb von 20kHz bevorzugt, da in diesen Frequenzbereich keine für das menschliche Gehör wahrnehmbare Schwingungen erzeugt werden und folglich eine akustische Belästigung vermieden wird.

[0021] Gemäß einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform sind die zwei Heizelektroden jeweils benachbart zu einem Wandabschnitt des Badbehälters angeordnet und liegen sich in Bezug auf den Mittelpunkt des Badvolumens gegenüber. Dieser Fortbildung der Erfindung liegt das Prinzip zugrunde, dass die erfindungsgemäße Heizung insbesondere dann besonders wirksam ist, wenn ein möglichst großer Volumenanteil des Polierbades zwischen den beiden Heizelektroden so angeordnet ist, dass dieses große Volumen von dem die Aufheizung verursachenden Strom durchflossen wird. Grundsätzlich könnte die Anordnung der Heizelektroden zwar so gewählt werden, dass eine Zentralelektrode in der Mitte des Polierbades angeordnet wird und die Behälterwandung selbst als zweite Heizelektrode genutzt wird. Hierdurch würde zwar das gesamte Badvolumen vom Heizstrom durchflossen und folglich erwärmt, jedoch liegt die Zentralelektrode im Hinblick auf die Anordnung der zu polierenden Objekte ungünstig. Alternativ ist es daher in bestimmten Anwendungen auch vorteilhaft, zwei Wandabschnitte der Behälterwandung als Heizelektroden einzusetzen, wobei der gesamte Behälter so gestaltet ist, dass eine an diese beiden Wandabschnitte angelegte Spannung einen Stromfluss durch das Bad verursacht und anderweitige Stromflüsse, beispielsweise über die Behälterwandung selbst, verhindert. Insbesondere ist es jedoch bevorzugt, zwei separate Elektroden zu verwenden und diese in der Nähe der Behälterwandung anzuordnen, so dass zwischen den Elektroden und dem Behälterwandabschnitt ein möglichst geringes Badvolumen liegt und zwischen den beiden Elektroden ein möglichst großes Badvolumen angeordnet ist.

[0022] Dabei ist es insbesondere bevorzugt, wenn die zwei Heizelektroden so geformt sind, dass der maximale Abstand zwischen dem Wandabschnitt des Badbehälters und der jeweiligen Heizelektrode minimal ist. Durch eine entsprechend kongruent zu den Wandabschnitten

gewählte Ausformung der Elektroden kann der Abstand zwischen Elektroden und Wandabschnitt an jeder Stelle minimal gestaltet werden und somit eine optimale Maximierung des Badvolumens zwischen den beiden Elektroden erzielt werden.

[0023] Weiterhin ist es insbesondere bevorzugt, wenn zumindest eine der zwei Heizelektroden flächig ausgebildet ist. Eine flächige Ausgestaltung der Heizelektroden ermöglicht einen gleichmäßigen Stromfluss durch die vom Heizstrom durchflossenen Badvolumenanteile, da der Widerstand in den Elektroden selbst wesentlich geringer ist als der Widerstand im Polierbad und somit durch entsprechende Anordnung der flächigen Elektroden ein großes Badvolumen in den Heizstromfluss einbezogen werden kann und zugleich erreicht werden kann, dass die Strompfade durch dieses Badvolumen für jeden Bereich etwa oder genau gleich lang sich zwischen beiden Elektroden erstrecken.

[0024] Eine weitere, besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Poliergeräts umfasst eine an die Polierstromquelle angeschlossene Strommengenerfassungsvorrichtung, umfassend ein Strommessgerät und einen mit diesem gekoppelten Zeittaktegeber zur kumulierten Messung der elektrischen Energie.

[0025] Eine besondere Problematik im Zusammenhang mit Elektropoliergeräten der eingangs genannten Art ist die Überwachung der Qualität des Polierbades. Da über die Betriebsdauer eines Polierbades in dem Polierbad einerseits Zersetzungen und somit chemische Veränderungen stattfinden und andererseits Verdampfungen und somit Konzentrationsänderungen stattfinden, kann ein Polierbad nicht beliebig lang eingesetzt werden. Der zuvor beschriebenen Fortbildung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Qualität des Polierbades nicht alleine von seiner Einsatzzeit abhängig ist, sondern insbesondere von der Menge des Stroms, d.h. der über die Zeit integrierten Stromstärke bzw. der elektrischen Energiemenge abhängig ist. Erfindungsgemäß wird daher eine Strommengenerfassungsvorrichtung vorgesehen, welche diese Strommenge erfasst und folglich eine Aussage über einen Verschlechterungsgrad des Polierbades ermöglicht. Die erfindungsgemäße Fortbildung kann insbesondere dazu genutzt werden, die Verschlechterung eines frisch eingefüllten Polierbades zu beurteilen und bei einem bestimmten Verschlechterungsgrad bzw. einer bestimmten erfassten Strommenge das Bad auszutauschen und durch ein frisches Bad zu ersetzen.

[0026] Die erfindungsgemäß verwendete Strommengenerfassungsvorrichtung kann insbesondere dadurch fortgebildet werden, indem sie umfasst: einen Strommengenspeicher zur Speicherung der kumulierten Strommenge, eine Rückstelleinrichtung, insbesondere einen manuellen Rückstellschalter, zur Nullstellung der im Strommengenspeicher gespeicherten Strommenge, eine Vergleichsvorrichtung zum Vergleichen der im Speicher gespeicherten Strommenge mit einer vorbestimm-

ten Maximalstrommenge und eine mit der Vergleichsvorrichtung gekoppelte Signallvorrichtung die ein optisches oder akustisches Signal erzeugt, wenn die im Speicher gespeicherte Strommenge die vorbestimmte Maximalstrommenge erreicht oder überschreitet. Diese Fortbildung ermöglicht es, eine weitestgehend automatisierte Badüberwachung durchzuführen, indem bei Einfüllung eines Frischbades eine Nullstellung einer gespeicherten Strommenge erfolgt, diese Strommenge kontinuierlich in Abhängigkeit der zeitlich fließenden Ströme erhöht und gespeichert wird und der gespeicherte Strommengenwert mit einem vorbestimmten Maximalwert verglichen wird, um zu ermitteln, ob der Maximalwert bereits erreicht oder sogar überschritten wurde und dann ein Signal zum Austausch des Polierbades gegeben wird. Der hierzu eingesetzte Strommengenspeicher erfasst dabei die kumulierte Strommenge und muss so ausgebildet sein, diese Strommenge auch nach Aus- und Einschalten des Poliergeräts wieder im Speicher vermerkt zu haben.

[0027] Die Vergleichsvorrichtung kann beispielsweise in einer optischen Vergleichsanzeige bestehen, vorzugsweise aber in einem in ein elektrisches Bauteil integrierten Komparator, der zwei Eingangssignale miteinander vergleicht und einen Differenzwert als Ausgangssignal ausgibt, was bevorzugt numerisch, d.h. per Software in einem Mikroprozessor ausgeführt wird.

[0028] Es ist weiterhin dabei bevorzugt, wenn die Signallvorrichtung ein zu der im Speicher gespeicherten Strommenge oder zu der Differenz zwischen der im Speicher gespeicherten Strommenge und der vorbestimmten Maximalstrommenge korrespondierendes Signal ausgibt. Auf diese Weise wird dem Benutzer des erfindungsgemäßen Elektropoliergeräts eine Abschätzung der Qualität des Polierbades und der noch verbleibenden Einsatzzeit gegeben. Die Anzeige kann beispielsweise in einer auf Grundlage eines geschätzten, durchschnittlichen Stromwertes berechneten Restlaufzeit oder einem exakt berechneten Reststrommengenwert bestehen. In einer vereinfachten Ausführungsform kann auch eine Warnleuchte vorgesehen werden, um auf ein verbrauchtes Bad hinzuweisen.

[0029] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Heizstromquelle mit einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung gekoppelt ist, die mit einem Wärmesensor zur Erfassung der Temperatur des Polierbades gekoppelt ist und ausgebildet ist, um den Heizstrom so zu steuern oder regeln, dass eine vorbestimmte Badtemperatur eingestellt und gehalten wird. Mit dieser Fortbildung wird ermöglicht, die Badtemperatur in einem idealen Temperaturbereich oder auf einem idealen Temperaturwert zu halten und auf diesen Wert nach Inbetriebnahme des Elektropoliergeräts von Raumtemperatur ausgehend zu erhitzen. Der Wärmesensor kann dabei beispielsweise unmittelbar als in das Bad eingetauchter Wärmesensor oder als ein an der Badwandung und entsprechend fehlerkorrigierter Wärmesensor ausgeführt sein.

[0030] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn zumindest eine Heizelektrode und eine Polierelektrode durch eine

einzigste Elektrode ausgebildet sind. Durch diese Fortbildung kann eine Elektrode des erfindungsgemäßen Elektropoliergeräts eingespart werden.

[0031] Schließlich ist es bevorzugt, das erfindungsgemäße Elektropoliergerät fortzubilden durch eine Rührvorrichtung zum Umwälzen des Polierbades. Diese Rührvorrichtung kann beispielsweise als Magnetrührer oder Umwälzpumpe ausgeführt sein und dient im Wesentlichen dazu, Temperaturgradienten im Polierbad, die beispielsweise durch lokale Erwärmungsvorgänge verursacht sein können, oder Konzentrationsunterschiede im Polierbad, die beispielsweise durch lokale Verdampfungsvorgänge verursacht werden können, auszugleichen, indem die Badvolumenanteile fortlaufend durchmischt werden.

[0032] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist eine Heizvorrichtung für ein elektrisch leitfähiges Bad, umfassend eine Heizstromquelle, die über zwei mit der Badflüssigkeit elektrisch verbundenen Heizelektroden einen Heizstromkreis mit Strom versorgt, wobei die Heizelektroden so angeordnet sind, dass ein Teil des Heizstromkreises durch zumindest ein Teilvolumen der Badflüssigkeit gebildet wird, wenn sich die Badflüssigkeit im Badbehälter befindet und die Heizstromquelle eine Wechselstromquelle mit einer Frequenz von mehr als 500Hz ist.

[0033] Das erfindungsgemäße Elektropoliergerät arbeitet vorzugsweise nach einem Verfahren zum Elektropolieren mit den Schritten: Aufheizen eines elektrisch leitfähigen Elektropolierbades auf eine vorbestimmte Temperatur, Eintauchen eines oder mehrerer zu polierender Gegenstände ins das Elektropolierbad, Anlegen einer Spannung zwischen dem zu polierenden Gegenstand bzw. den zu polierenden Gegenständen und einer mit dem Elektropolierbad verbundenen Gegenelektrode, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufheizen des Elektropolierbades erfolgt, indem an zwei in das Elektropolierbad eingetauchte Elektroden eine Wechselspannung angelegt wird.

[0034] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektropolieranlage, und

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektropolieranlage.

[0035] Figur 1 zeigt einen Badbehälter 10, in dem ein Polierbad 20 eingefüllt ist. In das Polierbad 20 ist ein zu polierender Gegenstand 30 eingetaucht und wird mittels einer elektrisch leitenden Haltestange 31 an einer geräteseitigen Montageplatte 32 gehalten. An die Haltestange 31 ist elektrisch leitend eine Stromleitung 32 angeschlossen, die mit einem Pol einer Polierstromquelle 40 verbunden ist. Der andere Pol der Polierstromquelle 40 ist über eine Verbindungsleitung 34 mit der Bodenwandung 11 des Polierbadbehälters 10 elektrisch verbunden.

[0036] Durch diese Anordnung kann zwischen dem zu polierenden Gegenstand 30 als erster Elektrode und der Behälterwandung 11, 12, 13 des Behälters 10 als zweite Elektrode eine Spannung angelegt werden, die einen Stromfluss durch das Polierbad 20 verursacht, der eine galvanische Politur durch elektrolytische Auslösung von atomaren oder molekularen Bestandteilen aus der Oberfläche des zu polierenden Gegenstands 30 bewirkt.

[0037] In die Stromleitung 34 ist eine Strommengenerfassungsvorrichtung 50 eingeschaltet, welche ein Amperemeter 51 und eine Zeituhr 52 umfasst. Amperemeter 51 und Zeituhr 52 sind so miteinander gekoppelt, dass eine über die Zeit integrierte Strommenge in der Strommengenerfassungsvorrichtung berechnet wird und in einem Speicher abgelegt wird. Der so errechnete Strom wird innerhalb der Strommengenerfassungsvorrichtung 50 mit einem eingespeicherten Maximalwert verglichen und die Differenz zwischen dem formulierten Strommengewert und dem Maximalwert wird auf einem Display 54 wiedergegeben. Zusätzlich weist eine Warnleuchte (55) auf ein verbrauchtes Bad hin.

[0038] Der kumulierte Strommengewert wird in einem Speicher innerhalb der Strommengenerfassungsvorrichtung gespeichert. Der gespeicherte Wert kann - vorzugsweise über einen Resetknopf 53 - auf Null gesetzt werden.

[0039] An den beiden Seitenwänden 12 und 13 des Badbehälters 10 sind jeweils eine Flächenelektrode 60, 61 in das Polierbad 20 eingetaucht. Die Flächenelektroden 60, 61 erstrecken sich über die gesamte Seitenwand 12, 13 des Badbehälters 10 und liegen sich gegenüber. Auf diese Weise ist zwischen den Elektroden 60, 61 ein großer Teil des Badvolumens des Polierbads 20 angeordnet.

[0040] Die Elektroden 60, 61 sind über elektrische Leitungen 62, 63 mit einer Heizstromquelle 70 verbunden, die einen Wechselstrom mit einer Wechselstromfrequenz von 15kHz erzeugt.

[0041] An der Bodenwand 11 des Behälters 10 ist ein Wärmesensor 80 angeordnet, der über eine elektrische Leitung 81 mit einer zentralen Steuer-/Regelungseinheit 100 verbunden ist.

[0042] Die zentrale Steuer-/Regelungseinheit 100 umfasst ein Stellrad 101, an dem ein Sollwert für die Badtemperatur eingestellt werden kann. Weiterhin umfasst die Steuer-/Regelungseinheit 100 ein Display 102, auf dem die vom Temperatursensor 80 erfasste Ist-Temperatur des Polierbades 20 angezeigt wird. In Abhängigkeit der Differenz zwischen Soll- und Ist-Temperatur regelt die Steuer-/Regelungseinheit 100 über eine Regelungsleitung 71 die von der Heizstromquelle 70 erzeugte Heizstromstärke.

[0043] Die Steuer-/Regelungseinheit 100 steuert des Weiteren über eine Steuerleitung 41 die Stromstärke der Polierstromquelle 40.

[0044] Die Steuer-/Regelungseinheit 100 ist des Weiteren über eine Steuerleitung 91 mit einem Magnetrührer 90 verbunden, der einen magnetischen Rührstab 92 und

einen Elektromotor 93 mit einem Mitnehmer für den Rührstab 92 umfasst.

[0045] Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Polieranlage. Die zweite Ausführungsform ist im wesentlichen identisch aufgebaut wie die erste Ausführungsform und übereinstimmende Strukturen und Bauelemente sind mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Auf eine Beschreibung dieser Strukturen und Bauelemente wird hier verzichtet.

[0046] Die in Figur 2 dargestellte zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsform darin, dass die Polierstromquelle 40 nicht mittels einer Verbindungsleitung mit der Bodenwandung des Polierbadbehälters elektrisch verbunden ist, sondern stattdessen eine Verbindungsleitung 134 ausgebildet ist, die den anderen Pol der Polierstromquelle mit einem Verbindungspunkt 135 elektrisch verbindet. Der Verbindungspunkt 135 ist mit der Flächenelektrode 60 elektrisch verbunden, die somit zur Baderwärmung mittels Wechselstrom und als Gegenpol für den Elektropoliervorgang dient.

[0047] Mit der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform kann durch diese Ausgestaltung zum einen darauf verzichtet werden, eine elektrisch leitfähige Wanne 11 für das Polierbad zu verwenden, da der Wanne selbst keine elektrische Funktion mehr zukommt. Bei der zweiten Ausführungsform ist insbesondere vorgesehen, dass Beheizung und Poliervorgang wechselseitig stattfinden, um eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Wirkungen an der gemeinsam genutzten Flächenelektrode 60 zu verhindern.

[0048] Das erfindungsgemäße Poliergerät arbeitet vorzugsweise nach dem folgenden Verfahren:

[0049] Zuerst wird nach Inbetriebnahme des Poliergeräts das Polierbad erwärmt, indem die Heizstromquelle 70 einen Strom über die Elektroden 60, 61 durch das Polierbad 20 fließen lässt. Während es gesamten Aufwärmvorgangs ist der Magnetrührer 90 in Betrieb. Kontinuierlich wird die Badtemperatur mittels des Temperatursensors 80 gemessen und in der Steuer-/Regelungseinheit 100 mit dem eingestellten Soll-Wert verglichen. Sobald eine Idealtemperatur, die für typische Polierbäder zwischen 40°C und 50°C liegt, erreicht ist, wird die Stromstärke der Heizstromquelle 70 reduziert, um nur noch lediglich so viel Strom fließen zu lassen, der für die Aufrechterhaltung der Temperatur erforderlich ist, der Strom im zeitlichen Mittel reduziert wird.

[0050] Entweder nach Erreichen der Soll-Temperatur des Polierbades oder bereits vor Beginn des Aufheizvorgangs wird das zu polierende Objekt an dem Stab 31 befestigt und in das Polierbad 20 abgesenkt. Die Steuer-/Regelungsvorrichtung 100 steuert die Polierstromquelle 40 an, die daraufhin einen Polierstrom an die Behälterwandung als erste Elektrode und das zu polierende Objekt 30 als zweite Elektrode anlegt. Der zwischen Behälterwandung und zu polierendem Objekt fließende Strom wird über das Amperemeter 51 gemessen und über die von der Uhr 52 erfasste Zeit integriert. Der so berechnete

Strommengenwert wird zu einem gespeicherten bisherigen Strommengenwert hinzuaddiert und diese Summe von einem vorbestimmten Maximalwert abgezogen und die verbleibende Restlaufstrommenge bis zum erforderlichen Austausch des Polierbads 20 auf dem Display 54 angezeigt. Alternativ kann auf eine Anzeige der verbleibenden Rotlaufstrommenge verzichtet werden und stattdessen durch eine Warnlampe der erforderliche Austausch des Polierbades signalisiert werden, wenn die Restlaufzeit null ist.

[0051] Nachdem die gewünschte Oberflächenglätte des zu polierenden Objekts erreicht wurde, wird das Objekt aus dem Bad entnommen und vom Stab 31 abmontiert.

Patentansprüche

1. Elektropoliergerät, umfassend

- einen Badbehälter (10) zur Aufnahme einer elektrisch leitfähigen Badflüssigkeit (20), in welche zu polierende Objekte (30) eingetaucht werden,
- eine als Gleichstromquelle ausgeführte Polierstromquelle (40) mit einem ersten elektrischen Elektrodenanschluss (31) zum elektrischen Verbinden mit einem oder mehreren zu polierenden Objekten und einer mit der Badflüssigkeit elektrisch verbundenen Elektrode (11, 12, 13), und
- eine Heizung (60, 61, 70) zum Aufheizen des Bades,

dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung eine Heizstromquelle (70) umfasst, die über zwei mit der Badflüssigkeit elektrisch verbundene Heizelektroden (60, 61) einen Heizstromkreis (62, 63, 20) mit Strom versorgt, wobei die Heizelektroden so angeordnet sind, dass ein Teil des Heizstromkreises durch zumindest ein Teilvolumen der Badflüssigkeit (20) gebildet wird, wenn sich die Badflüssigkeit im Badbehälter befindet und die Heizstromquelle eine Wechselstromquelle mit einer Frequenz von mehr als 500Hz ist.

2. Elektropoliergerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polierstromquelle eine gepulste Gleichstromquelle ist.

3. Elektropoliergerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polierstromquelle mit einer Polierstromregleinheit gekoppelt ist, die ausgebildet ist, um den Polierstrom in Abhängigkeit des Polierstromwiderstandes als konstanten Gleichstrom oder gepulsten Gleichstrom auszubilden.

4. Elektropoliergerät nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine / die Polierstromregleinheit vorgesehen und ausgebildet ist, um den Polierstrom in regelmäßigen zeitlichen Abständen für eine Dauer eines kurzen Pulses, insbesondere eine Dauer von weniger als 50ms, umzupolen.

5. Elektropoliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizstromquelle eine Wechselstromquelle mit einer Frequenz von mehr als 4kHz, vorzugsweise mehr als 15kHz, insbesondere mehr als 20kHz ist.

6. Elektropoliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Heizelektroden jeweils benachbart zu einem Wandabschnitt des Badbehälters angeordnet sind und sich in Bezug auf den Mittelpunkt des Badvolumens gegenüberliegen.

7. Elektropoliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der zwei Heizelektroden flächig ausgebildet ist.

8. Elektropoliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine an die Polierstromquelle angeschlossene Strommengenerfassungsvorrichtung (50), umfassend ein Strommessgerät (51) und einen mit diesem gekoppelten Zeittaktgeber (52) zur kumulierten Messung der elektrischen Energie.

9. Elektropoliergerät nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strommengenerfassungsvorrichtung umfasst:

- einen Strommengenspeicher zur Speicherung der kumulierten Strommenge,
- eine Rückstelleinrichtung, insbesondere einen manuellen Rückstellschalter, zur Nullstellung der im Strommengenspeicher gespeicherten Strommenge,
- eine Vergleichsvorrichtung zum Vergleichen der im Speicher gespeicherten Strommenge mit einer vorbestimmten Maximalstrommenge, und
- eine mit der Vergleichsvorrichtung gekoppelte Signalvorrichtung die ein optisches oder akustisches Signal erzeugt, wenn die im Speicher gespeicherte Strommenge die vorbestimmte Maximalstrommenge erreicht oder überschreitet.

10. Elektropoliergerät nach dem vorhergehenden An-

spruch,

dadurch gekennzeichnet, dass die Signalvorrichtung ein zu der im Speicher gespeicherten Strommenge oder zu der Differenz zwischen der im Speicher gespeicherten Strommenge und der vorbestimmten Maximalstrommenge korrespondierendes Signal ausgibt.

11. Elektropoliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Heizstromquelle mit einer Steuerungs-/Regelungsvorrichtung gekoppelt ist, die mit einem Wärmesensor zur Erfassung der Temperatur des Polierbades gekoppelt ist und ausgebildet ist, um den Heizstrom so zu steuern oder regeln, dass eine vorbestimmte Badtemperatur eingestellt und gehalten wird.

12. Elektropoliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Heizelektrode und Polierelektrode durch eine einzige Elektrode ausgebildet sind.

13. Elektropoliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche

gekennzeichnet durch eine Rührvorrichtung zum Umwälzen des Polierbades.

14. Verfahren zum Elektropolieren mit den Schritten:

- Aufheizen eines elektrisch leitfähigen Elektropolierbades (20) auf eine vorbestimmte Temperatur,
- Eintauchen eines oder mehrerer zu polierenden Gegenstände (30) in das Elektropolierbad,
- Anlegen einer Gleichspannung zwischen dem zu polierenden Gegenstand bzw. den zu polierenden Gegenständen und einer mit dem Elektropolierbad verbundenen Gegenelektrode (11, 12, 13),

dadurch gekennzeichnet, dass das Aufheizen des Elektropolierbades erfolgt, indem an zwei in das Elektropolierbad eingetauchte Elektroden (60, 61) eine Wechselspannung angelegt wird, die eine Frequenz von mehr als 500Hz hat.

Claims

1. Electro-polishing device, comprising

- a dip container (10) for accommodating an electrically conductive dip liquid (20), in which objects (30) to be polished are immersed,
- a polishing current source (40) in the form of a direct current source with a first electrical elec-

trode terminal (31) for establishing an electrical connection to one or more objects to be polished and an electrode (11, 12, 13) electrically connected to the dip liquid, and

- a heater (60, 61, 70) for heating the dip,

characterised in that the heater comprises a heating current source (70) which supplies current to a heating current circuit (62, 63, 20) via two heating electrodes (60, 61) electrically connected to the dip liquid, the heating electrodes being disposed so that a part of the heating current circuit is formed by at least a part-volume of the dip liquid (20) when the dip liquid is in the dip container, and the heating current source is an alternating current source with a frequency of more than 500 Hz.

2. Electro-polishing device as claimed in claim 1, **characterised in that** the polishing current source is a pulsed direct current source.

3. Electro-polishing device as claimed in claim 1 or 2, **characterised in that** the polishing current source is coupled with a polishing current regulating unit, which is configured to supply the polishing current as a constant direct current or pulsed direct current depending on the polishing current resistance.

4. Electro-polishing device as claimed in claim 2 or 3, **characterised in that** a / the polishing current regulating unit is provided and is configured to reverse the polarity of the polishing current at regular time intervals for a period of a short pulse, in particular a period of less than 50 ms.

5. Electro-polishing device as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** the heating current source is an alternating current source with a frequency of more than 4 kHz, preferably more than 15 kHz, in particular more than 20 kHz.

6. Electro-polishing device as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** the two heating electrodes are respectively disposed adjacent to a wall portion of the dip container and lie opposite by reference to the centre point of the dip volume.

7. Electro-polishing device as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the two heating electrodes is of a flat design.

8. Electro-polishing device as claimed in one of the preceding claims, **characterised by** a current amount detection device (50) connected to the polishing current source, com-

prising a current measuring device (51) and a timer (52) coupled therewith for taking cumulative measurements of the electrical energy.

9. Electro-polishing device as claimed in the preceding claim,
characterised in that the current amount detection device comprises;
 - a current amount memory for storing the cumulative current amount,
 - a resetting device, in particular a manual reset switch, for setting the current amount stored in the current amount memory to zero,
 - a comparator device for comparing the current amount stored in the memory with a predefined maximum current amount, and
 - a signalling device coupled with the comparator device which generates a visual or acoustic signal when the current amount stored in the memory reaches or exceeds the predefined maximum current amount.
10. Electro-polishing device as claimed in the preceding claim,
characterised in that the signalling device emits a signal corresponding to the current amount stored in the memory or to the difference between the current amount stored in the memory and the predefined maximum current amount.
11. Electro-polishing device as claimed in one of the preceding claims,
characterised in that the heating current source is coupled with a control/regulating device which is coupled with a heat sensor for detecting the temperature of the polishing dip and is configured to control or regulate the heating current so that a predefined dip temperature is set and maintained.
12. Electro-polishing device as claimed in one of the preceding claims,
characterised in that at least one heating electrode and polishing electrode are provided in the form of a single electrode.
13. Electro-polishing device as claimed in one of the preceding claims,
characterised by a stirring device for circulating the polishing dip.
14. Method of electro-polishing comprising the steps:
 - heating an electrically conductive electro-polishing dip (20) to a predefined temperature,
 - immersing one or more objects (30) to be polished in the electro-polishing dip,
 - applying a direct current between the object to

be polished or the objects to be polished and a counter electrode (11, 12, 13) connected to the electro-polishing dip,

characterised in that the electro-polishing dip is heated by applying an alternating voltage with a frequency in excess of 500 Hz to two electrodes (60, 61) immersed in the electro-polishing dip.

Revendications

1. Appareil d'électropolissage, comportant

- une cuve de bain (10) servant à recevoir un liquide de bain (20) conducteur électriquement, dans lequel sont immergés des objets à polir (30),
- une source de courant de polissage (40) réalisée comme une source de courant continu et dotée d'un premier raccordement d'électrodes (31) électrique servant à établir une connexion électrique avec un ou plusieurs objets à polir et dotée d'une électrode (11, 12, 13) reliée électriquement au liquide de bain, et
- un système de chauffage (60, 61, 70) servant à chauffer le bain,

caractérisé en ce que le système de chauffage comporte une source de courant de chauffage (70), qui alimente en courant un circuit de courant de chauffage (62, 63, 20) par l'intermédiaire de deux électrodes de chauffage (60, 61) reliées électriquement au liquide de bain, sachant que les électrodes de chauffage sont disposées de telle manière qu'une partie du circuit de courant de chauffage est formée par au moins un volume partiel du liquide de bain (20) lorsque le liquide de bain se trouve dans la cuve de bain et lorsque la source de courant de chauffage est une source de courant alternatif présentant une fréquence supérieure à 500 Hz.

2. Appareil d'électropolissage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la source de courant de polissage est une source de courant continue pulsée.

3. Appareil d'électropolissage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la source de courant de polissage est couplée à une unité de régulation de courant de polissage, laquelle est configurée pour réaliser un courant de polissage en fonction de la résistance de courant de polissage comme courant continu constant ou comme courant continu pulsé.

4. Appareil d'électropolissage selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'une** unité de régulation de

courant de polissage/l'unité de régulation du courant de polissage est prévue et configurée pour inverser la polarité du courant de polissage à des intervalles réguliers pour une durée d'une impulsion courte, en particulier pour une durée inférieure à 50 ms.

5. Appareil d'électropolissage selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la source de courant de chauffage est une source de courant alternatif présentant une fréquence supérieure à 4 kHz, de préférence supérieure à 15 kHz, en particulier supérieure à 20 kHz. 5 10
6. Appareil d'électropolissage selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que les deux électrodes de chauffage sont disposées respectivement de manière adjacente par rapport à une section de paroi de la cuve de bain et se font face par rapport au point médian du volume de bain. 15 20
7. Appareil d'électropolissage selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'au moins une des deux électrodes de chauffage est configurée de manière plane. 25
8. Appareil d'électropolissage selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé par un dispositif de détection de quantité de courant (50) raccordé à la source de courant de polissage, comportant une appareil de mesure de courant (51) et un émetteur de séquence de synchronisation (52) couplé à ce dernier et servant à mesurer de manière cumulée l'énergie électrique. 30 35
9. Appareil d'électropolissage selon la revendication précédente,
caractérisé en ce que le dispositif de détection de quantité de courant comporte : 40
 - un accumulateur de quantité de courant servant à accumuler la quantité de courant cumulée, 45
 - un système de rappel, en particulier un interrupteur à rappel manuel servant à ramener à zéro la quantité de courant accumulée dans l'accumulateur de quantité de courant,
 - un dispositif de comparaison servant à comparer la quantité de courant accumulée dans l'accumulateur à une quantité de courant maximale prédéfinie, et 50
 - un dispositif de signal couplé au dispositif de comparaison, qui génère un signal optique ou acoustique, lorsque la quantité de courant accumulée dans l'accumulateur atteint la quantité de courant maximale prédéfinie ou dépasse cet- 55

te dernière.

10. Appareil d'électropolissage selon la revendication précédente,
caractérisé en ce que le dispositif de signal émet un signal correspondant à la quantité de courant accumulée dans l'accumulateur ou un signal correspondant à la différence entre la quantité de courant accumulée dans l'accumulateur et la quantité de courant maximale prédéfinie. 10
11. Appareil d'électropolissage selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la source de courant de chauffage est couplée à un dispositif de commande/de régulation, qui est couplé à un capteur de chaleur servant à détecter la température du bain de polissage et qui est réalisé pour commander ou réguler le courant de chauffage de sorte qu'une température de bain prédéfinie est ajustée ou maintenue. 15
12. Appareil d'électropolissage selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'au moins une électrode de chauffage et une électrode de polissage sont réalisées par une seule électrode. 20
13. Appareil d'électropolissage selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé par un dispositif de mélange servant à faire circuler le bain de polissage. 25
14. Procédé servant à effectuer un électropolissage, comprenant les étapes suivantes consistant à : 30
 - chauffer un bain d'électropolissage (20) conducteur électriquement à une température prédéfinie,
 - immerger un ou plusieurs objets à polir (30) dans le bain d'électropolissage,
 - appliquer une tension continue entre l'objet à polir ou respectivement les objets à polir et une contre-électrode (11, 12, 13) reliée au bain d'électropolissage, 35

caractérisé en ce que le chauffage du bain d'électropolissage est effectué avec une tension alternative présentant une fréquence supérieure à 500 Hz appliquée au niveau de deux électrodes (60, 61) immergées dans le bain d'électropolissage. 40 45 50 55

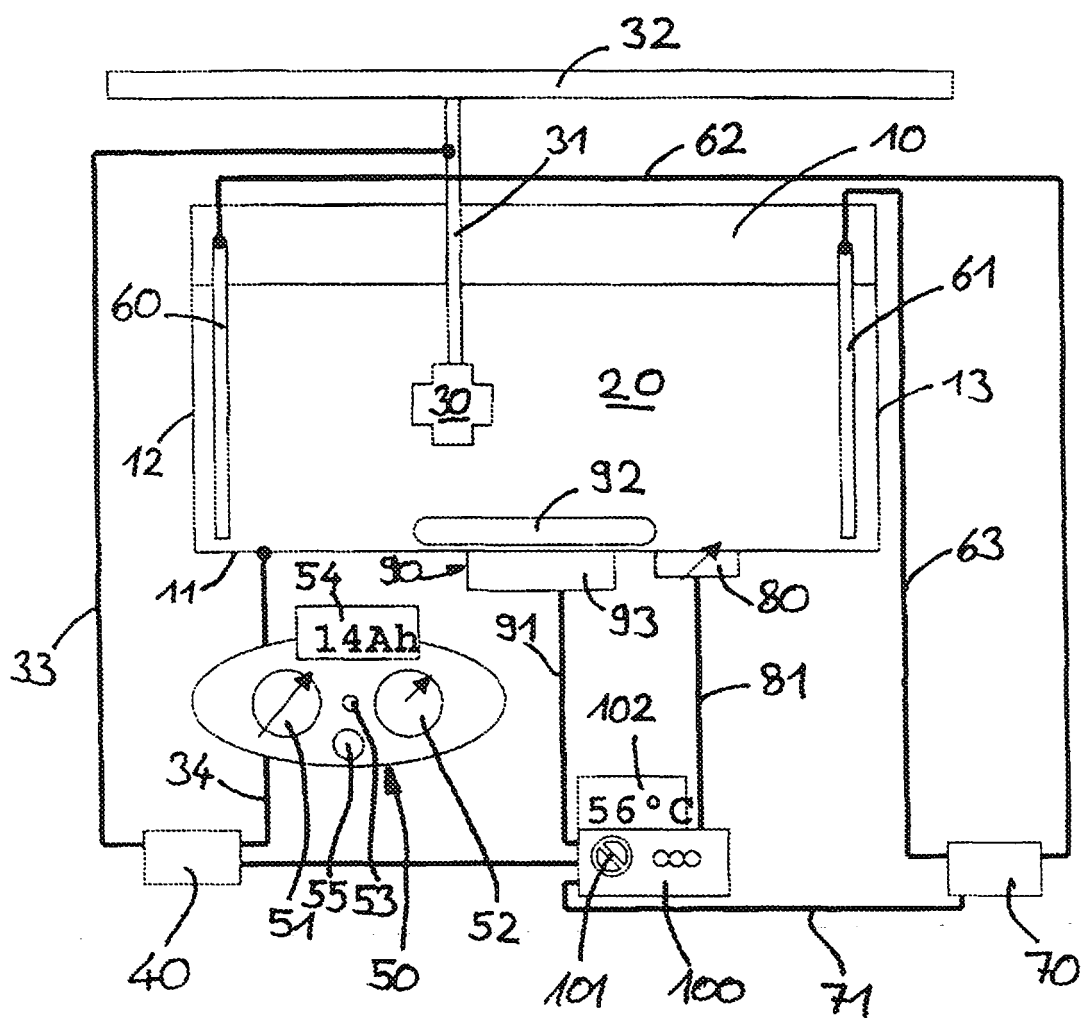


Fig. 1

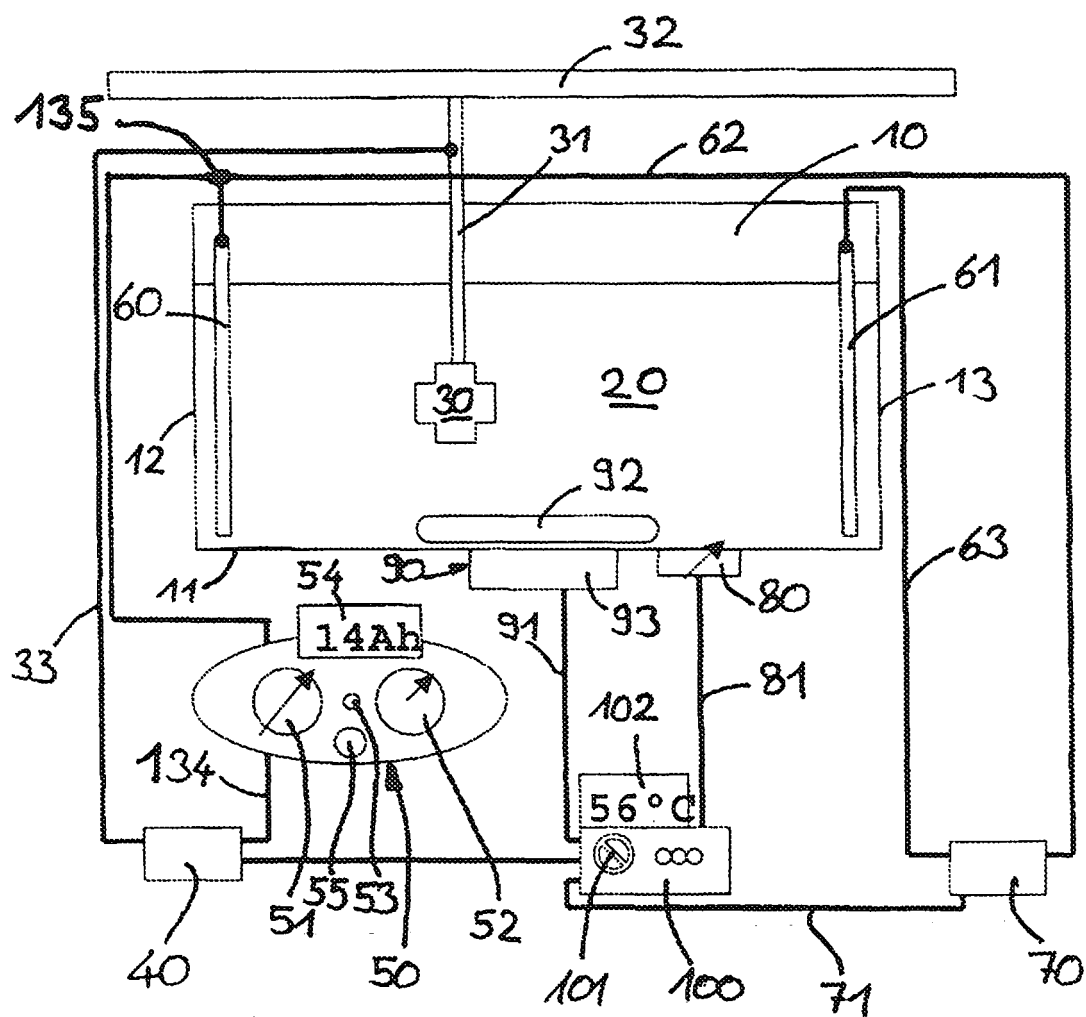


Fig. 2

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

- DE 3210315 C2 [0003]
- DE 3300650 C2 [0004]
- DE 4401896 [0004]
- EP 1384448 A [0005]