

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 8040/2010
(22) Anmeldetag: 04.05.2009
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.10.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2010

(51) Int. Cl.⁸: **H05H 1/32** (2006.01)
H05H 1/36 (2006.01)

(67) Umwandlung von A 674/2009

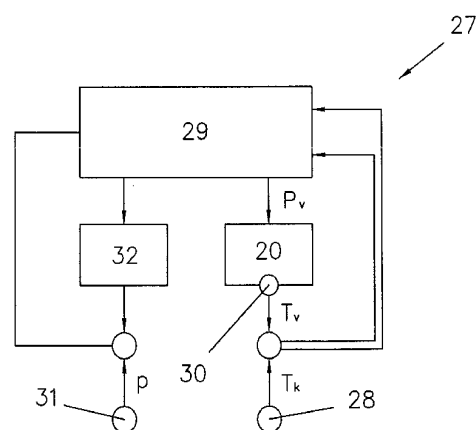
(73) Gebrauchsmusterinhaber:
FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
A-4643 PETTENBACH (AT)

(72) Erfinder:
SPEIGNER ALEXANDER
WELS (AT)
SILBERMAYR FLORIAN
EBERSTALZELL (AT)
STÖGER MARKUS
VORCHDORF (AT)
PAUSER HERIBERT
GRAFENWÖRTH (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REGELUNG EINES PLASMABRENNERS ZUM REINIGEN VON OBERFLÄCHEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (27) zur Regelung eines Plasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen, wobei der Plasmabrenner eine Zuleitung zur Zuführung von Wasser unter Druck (p), einen Verdampfer (20) mit einem Heizelement zum Verdampfen des Wassers, eine Kathode (24) und eine als Düse ausgebildete Anode (25) ausweist, welche Kathode und Anode zur Bildung eines Lichtbogens mit einer Stromquelle verbunden sind, sodass durch Ionisierung des Wasserdampfs ein Wasserdampfplasmastrahl bildbar ist, und weiters ein Sensor (30) zur Messung der Temperatur (T_v) des Verdampfers (20) vorgesehen ist, welcher mit einer Regelungseinrichtung (29) zur Regelung der Temperatur (T_v) des Verdampfers (20) über die Heizleistung (P_v) des Heizelements in einem definierten Bereich mit dem Heizelement verbunden ist, und ein Sensor (28) zur Messung der Temperatur (T_k) an der Kathode vorgesehen ist, welcher mit der Regelungseinrichtung (29) verbunden ist, sodass die Heizleistung (P_v) des Heizelements in Abhängigkeit der Kathodentemperatur (T_k) regelbar ist.

Fig.3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung eines Plasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 6.

[0002] Oberflächen, insbesondere Fassaden aus Naturstein, Beton oder dgl., verschmutzen nicht nur durch die Witterung und schmutzige Luft, sondern auch durch Mikroorganismen und Pflanzen. Darüber hinaus treten Schäden an Fassaden von Gebäuden in Form von Graffiti häufig auf. Die Entfernung derartiger Verschmutzungen von Gebäudefassaden, Skulpturen, Denkmälern oder auch Gräbern ist besonders kosten- und zeitaufwendig.

[0003] Einerseits kommen chemische Verfahren zur Anwendung, wobei jedoch häufig auch die zu reinigende Oberfläche durch den Einsatz der Chemikalien beschädigt wird. Darüber hinaus belasten die Chemikalien die Umwelt und sind aufgrund der einzuhaltenden Sicherheitsvorkehrungen aufwendig in der Handhabung.

[0004] Weiters existieren mechanische Verfahren, mit Hilfe derer Verunreinigungen von Oberflächen abgetragen werden können. Dabei kommen Reinigungsverfahren unter Verwendung von Wasser, Wasser mit Strahlmittel, Dampf- oder Sandstrahlverfahren zum Einsatz. Das Reinigungsergebnis kann durch den Einsatz von Hochdruck verbessert werden. Bei sämtlichen mechanischen Reinigungsverfahren leidet jedoch die zu reinigende Oberfläche unter der Anwendung und macht häufig eine nachfolgende Restaurierung erforderlich. Bei Fassaden von historischen Gebäuden oder dgl. scheiden daher derartige Verfahren aus Gründen des Denkmalschutzes meist aus.

[0005] Schließlich werden auch Reinigungsverfahren unter der Verwendung von Laserstrahlen, Trockeneisstrahlen und Ultraschall eingesetzt. Diese Verfahren sind meist sehr aufwendig und kostenintensiv und beeinflussen die zu reinigende Oberfläche ebenfalls negativ.

[0006] In jüngerer Zeit wurde auch die Reinigung von Oberflächen mit Hilfe von Plasmastrahlen diskutiert. Ein Plasma ist ein zumindest teilweise ionisiertes Gas, das zu einem nennenswerten Anteil freie Ladungsträger, wie Ionen oder Elektronen, enthält. Plasmen können aus verschiedenen plasmafähigen Gasen durch äußere Energiezufuhr erzeugt werden. Neben dem Einsatz von Plasmastrahlen für die Werkstoffverarbeitung (Schneiden, Fräsen) können diese auch für die Oberflächenbeschichtung eingesetzt werden. Der Einsatz von Plasmastrahlen zur Reinigung von Oberflächen, insbesondere auch nicht elektrisch leitenden Oberflächen, wurde in Kombination mit Laserstrahlen erwähnt. Durch die Kopplung eines Lasers mit einem Plasmastrahl werden die reaktiven Spezies der Plasmaquelle mit der Photonenenergie des Lasers kombiniert und die Wirkung der beiden Strahlquellen entsprechend verstärkt. Derartige kombinierte Laser-Plasma-Reinigungsverfahren sind ebenfalls sehr aufwendig und kostenintensiv und meist auch für die zu reinigende Oberfläche schädlich.

[0007] Bei der Reinigung von nicht elektrisch leitenden Oberflächen muss ein Plasmabrenner im sogenannten „nicht übertragenen Modus“ betrieben werden, bei welchen der das Plasma erzeugende Lichtbogen zwischen einer Kathode und einer als Düse ausgebildeten Anode des Plasmabrenners brennt und der Plasmastrahl durch die Düse in Richtung der zu reinigenden Oberfläche austritt. Bei einem Wasserdampfschneidgerät wird normalerweise im Betrieb zwischen dem „nicht übertragenen Modus“ und einem „übertragenen Modus“ umgeschaltet. Üblicherweise befindet sich ein Wasserdampfschneidbrenner im „übertragenen Modus“, bei welchem der Arbeitslichtbogen zwischen Kathode und elektrisch leitendem Werkstück gezündet wird. Als Folge des Betriebs eines Wasserdampfplasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen im „nicht übertragenen Modus“ verschleifen die Verschleißteile des Brenners, insbesondere die Düse und die Kathode sehr rasch.

[0008] Die AT 502 421 B1 betrifft ein Verfahren zur Regelung eines Plasmabrenners zur Durchführung eines Schneidprozesses.

[0009] Die AT 503 646 B1 zeigt einen Wasserdampfplasmabrenner und ein Verfahren zur Verschleißerkennung und Prozessregelung bei einem solchen Wasserdampfplasmabrenner.

[0010] Um über die Lebensdauer der Verschleißteile eines Plasmabrenners eine möglichst konstante Qualität des Reinigungsverfahrens zu erzielen, ist eine aktive Regelung des Plasmabrenners erforderlich. Beispielsweise beschreibt die WO 2007/028179 A1 ein Verfahren zum Regeln eines Wasserdampfschneidgeräts.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines oben genannten Verfahrens und einer oben genannten Vorrichtung zur Regelung eines Plasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen, durch welche eine konstante Qualität des Plasmastrahls und somit des Reinigungsverfahrens über die Lebensdauer der Verschleißteile des Plasmabrenners resultiert. Nachteile bekannter Regelungsverfahren und -Vorrichtungen sollen vermieden bzw. reduziert werden.

[0012] Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe in verfahrensmäßiger Hinsicht dadurch, dass die Temperatur an der Kathode gemessen wird und die Heizleistung des Heizelements in Abhängigkeit der Kathodentemperatur geregelt wird. Erfindungsgemäß wird ein Wasserdampfplasmabrenner mit all seinen Vorteilen gemäß der WO 2007/028183 A1 eingesetzt und dem Verschleiß der Verschleißteile, insbesondere der als Düse ausgebildeten Anode und Kathode durch eine entsprechende Regelung der Temperatur des Verdampfers entgegengewirkt. Anstelle von Wasser kann selbstverständlich auch eine andere Flüssigkeit oder eine Mischung aus Wasser und anderen Flüssigkeiten verwendet werden und durch Verdampfen dieser Flüssigkeit ein plasmafähiges Gas gebildet werden. Es wird im Wesentlichen über die Lebensdauer der Verschleißteile eine konstante Reinigungsqualität erzielt, indem das Regelverfahren auf den Verschleiß nachjustiert wird. Somit wird ein konstanter Verschleiß erreicht und die Betriebsdauer der Verschleißteile verlängert. Dadurch kann auch der Abstand zur Oberfläche im Wesentlichen konstant gehalten werden und gleichzeitig mit einer konstanten Hitze gereinigt werden. Über die Kathodentemperatur wird auf den Verschleiß der Verschleißteile rückgeschlossen und die Temperatur des Verdampfers in einem definierten Bereich geregelt.

[0013] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der Druck des Wassers vorzugsweise um einen vorgegebenen Wert erhöht wird, wenn die Temperatur des Verdampfers auf eine kritische Temperaturobergrenze steigt. Diese Temperaturobergrenze wird entsprechend dem Wasserdampfplasmabrenner und der Anwendung des Wasserdampfplasmabrenners eingestellt. Der vorzugsweise vorgegebene Wert des Drucks, um den der Prozessdruck erhöht wird, kann beispielsweise im Bereich von 0,25 bis 0,5 bar liegen.

[0014] Der Druck des Wassers wird solange schrittweise um den vorzugsweise vorgegebenen Wert erhöht, bis eine kritische Druckobergrenze erreicht wird. Wird diese kritische Druckobergrenze erreicht, ist ein Wechsel der Verschleißteile, insbesondere der Kathode und allenfalls der Düse erforderlich. Dies kann auch durch entsprechende akustische oder optische Maßnahmen dem Benutzer angezeigt werden.

[0015] Vorteilhafterweise wird der Druck des Wassers um einen vorgegebenen Wert reduziert, wenn die Temperatur des Verdampfers auf eine kritische Temperaturuntergrenze sinkt.

[0016] Wie bereits oben erwähnt wird vorzugsweise ein Wasserdampfplasmabrenner als Plasmabrenner verwendet.

[0017] Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch eine oben genannte Regelungsvorrichtung, wobei ein Sensor zur Messung der Temperatur an der Kathode vorgesehen ist, welcher mit der Regelungseinrichtung verbunden ist, sodass die Heizleistung des Heizelements in Abhängigkeit der Kathodentemperatur regelbar ist. Durch eine derartige Regelvorrichtung werden die bereits oben im Zuge des Regelverfahrens beschriebenen Vorteile erzielt. Die Vorrichtung ist relativ einfach und kostengünstig aufgebaut.

[0018] Weiters ist es von Vorteil, wenn die Regelungseinrichtung zur Erhöhung des Drucks des Wassers, vorzugsweise um einen vorgegebenen Wert, bei Steigen der Temperatur des Verdampfers auf eine kritische Temperaturobergrenze ausgebildet ist.

[0019] Um eine automatische Abschaltung im Falle eines zu hohen Verschleißes der Verschleißteile des Wasserdampfplasmabrenners zu erzielen, ist die Regelungseinrichtung zur

schrittweisen Erhöhung des Drucks des Wassers, vorzugsweise um den vorgegebenen Wert bis zum Erreichen einer kritischen Druckobergrenze ausgebildet. Diese Druckobergrenze zeigt dem Benutzer somit das Ende der Lebensdauer der Verschleißteile des Wasserdampfplasmabrenners an.

[0020] Die Regelungseinrichtung kann auch zur Senkung des Drucks des Wassers beim Zünden des Lichtbogens ausgebildet sein. Dadurch wird dem durch den Zufluss des Wassers bedingten Temperaturabfall im Wasserdampfplasmabrenner entgegengewirkt.

[0021] Von Vorteil ist es weiters, wenn die Stromquelle zur Lieferung eines im Wesentlichen konstanten Stromes während des Betriebs des Wasserdampfplasmabrenners ausgebildet ist.

[0022] Schließlich kann ein Sensor zur Messung des Drucks des Wassers in der Zuleitung vorgesehen sein, welcher mit der Regelungseinrichtung verbunden ist. Somit kann auch neben der Temperaturregelung eine Druckregelung stattfinden.

[0023] Zur entsprechenden Druckregelung ist in der Zuleitung des Wassers vorzugsweise ein Proportionalventil vorgesehen, welches mit der Regelungseinrichtung verbunden ist. Somit kann in Abhängigkeit der gemessenen Ist-Größen für Temperaturen und Druck das Proportionalventil in der Zuleitung des Wassers entsprechend geregelt werden und konstante Prozessbedingungen während der Lebensdauer der Verschleißteile des Wasserdampfplasmabrenners erzielt werden.

[0024] Wie bereits oben erwähnt, ist der Plasmabrenner vorzugsweise durch einen Wasserdampfplasmabrenner gebildet.

[0025] Die Regelungseinrichtung kann zur Senkung des Drucks des Wassers um einen vorgegebenen Wert bei Sinken der Temperatur des Verdampfers auf eine kritische Temperaturuntergrenze ausgebildet sein.

[0026] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

[0027] Darin zeigen

[0028] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Wasserdampfplasmabrenners;

[0029] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Wasserdampfplasmabrenners im „nicht übertragenen Modus“;

[0030] Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Regelung eines Plasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen;

[0031] Fig. 4 die Verläufe der Temperatur der Heizeinrichtung, der Kathodentemperatur, der Heizleistung der Heizeinrichtung und des Drucks in Abhängigkeit der Zeit während eines mit einem Wasserdampfplasmabrenner durchgeführten Reinigungsverfahrens; und

[0032] Fig. 5 die Verläufe der Heizleistung der Heizeinrichtung und des Drucks des Wassers in Abhängigkeit der Zeit über die Lebensdauer der Verschleißteile eines Wasserdampfplasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen.

[0033] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 1 zum Reinigen von Oberflächen 2 mit Hilfe eines Wasserdampfplasmastrahls dargestellt. Die Vorrichtung 1 umfasst ein Grundgerät 3, welches auch tragbar gestaltet sein kann. Das Grundgerät 3 beinhaltet eine Stromquelle 4, eine Steuervorrichtung 5 und ein der Steuervorrichtung 5 zugeordnetes Sperrelement 6. Das Sperrelement 6 ist mit einem Behälter 7 und einem Wasserdampfplasmabrenner 8 über eine Zuleitung 9 verbunden, sodass der Wasserdampfplasmabrenner 8 mit dem im Behälter 7 angeordneten Wasser 10 versorgt werden kann. Anstelle von Wasser 10 kann auch eine andere Flüssigkeit oder Wasser mit bestimmten Zusätzen zur Bildung des plasmafähigen Mediums verwendet werden. Die Versorgung des Wasserdampfplasmabrenners 8 mit elektrischer Energie von der Stromquelle 4 erfolgt über Leitungen 11, 12.

[0034] Zum Kühlen des Wasserdampfplasmabrenners 8 kann dieser über einen Kühlkreislauf

13, allenfalls unter Zwischenschaltung eines Strömungswächters 14 mit einem Flüssigkeitsbehälter 15 verbunden sein. Bei der Inbetriebnahme des Wasserdampfplasmabrenners 8 kann der Kühlkreislauf 13 von der Steuervorrichtung 5 gestartet und somit eine Kühlung des Wasserdampfplasmabrenners 8 erreicht werden. Zur Bildung des Kühlkreislaufs 13 wird der Wasserdampfplasmabrenner 8 über entsprechende Kühlleitungen 16, 17 mit dem Flüssigkeitsbehälter 15 verbunden. Der Flüssigkeitsbehälter 15 kann dabei mit einem eigenständigen Medium befüllt bzw. mit dem Medium, welches dem Verdampfer 20 zugeführt wird, gekoppelt sein. Selbstverständlich kann die Kühlung auch über die Zuleitung 9 erfolgen, sodass der Wasserdampfplasmabrenner 8 mit dem Wasser 10 bzw. der Flüssigkeit gekühlt wird, welches auch zur Erzeugung des Wasserdampfs verwendet wird. Hierbei spricht man von einer so genannten regenerativen Kühlung.

[0035] Die Reinigungsvorrichtung 1 kann am Grundgerät 3 und/oder am Wasserdampfplasmabrenner 8 eine Anzeigevorrichtung 18 aufweisen, über welche die unterschiedlichsten Parameter bzw. Betriebsarten eingestellt und angezeigt werden können. Die über die Eingabe und/oder Anzeigevorrichtung 18 eingestellten Parameter werden an die Steuervorrichtung 5 weitergeleitet, welche die einzelnen Komponenten der Reinigungsvorrichtung 1 entsprechend ansteuert.

[0036] Weiters kann der Wasserdampfplasmabrenner 8 zumindest ein Bedienungselement 19 aufweisen, über welches der Benutzer der Steuervorrichtung 5 mitteilen kann, dass das Reinigungsverfahren gestartet werden soll. Für das Reinigungsverfahren wird das im Behälter 7 befindliche Wasser 10 über die Zuleitung 9 dem Wasserdampfplasmabrenner 8 zugeführt und dort in einem entsprechenden Verdampfer 20 verdampft. Bevorzugt ist der Verdampfer 20 mit einem Heizelement 21 verbunden. Somit kann die Temperatur T_v des Verdampfers 20 geregelt werden. Der Wasserdampf wird durch einen zwischen einer Kathode 24 und einer Anode 25 des Wasserdampfplasmabrenners 8 erzeugten Lichtbogen 22 ionisiert und dadurch ein entsprechender Wasserdampfplasmastrahl 23 zwischen der Kathode 24 und der Anode 25 erzeugt, der durch die Öffnung 26 der als Düse ausgebildeten Anode 25 in Richtung der zu reinigenden Oberfläche 2 austritt (siehe Fig. 2).

[0037] Anhand von Fig. 2 wird der „nicht übertragene Modus“ des Wasserdampfplasmabrenners 8, bei welchem der Lichtbogen 22 zwischen der Kathode 24 und der als Düse ausgebildeten Anode 25 des Wasserdampfplasmabrenners 8 brennt, näher erläutert. Diese Betriebsart ist im Gegensatz zu Bearbeitungen elektrisch leitender Oberflächen mit Plasmastrahlen im Falle von nicht elektrisch leitenden Oberflächen, wie z.B. Fassaden von Gebäuden, notwendig. Dementsprechend wird die Stromquelle 4 über die elektrischen Leitungen 11, 12 mit der Kathode 24 bzw. Anode 25 verbunden. Durch den Lichtbogen 22 wird der im Wasserdampfplasmabrenner 8 erzeugte Wasserdampf ionisiert und bildet einen Wasserdampfplasmastrahl 23, der durch die Öffnung 26 der als Düse ausgebildeten Anode 25 austritt. Mit Hilfe des Wasserdampfplasmastrahls 23 kann die Oberfläche 2 von Verunreinigungen, insbesondere Graffiti oder dgl., gereinigt werden. Durch die Verwendung des Wasserdampfplasmabrenners 8 im nicht übertragenen Modus kommt es normalerweise zu einer raschen Abnutzung der Verschleissteile des Wasserdampfplasmabrenners 8, insbesondere der Anode 25 bzw. Düse, und auch der Kathode 24. Dieser Verschleiß wird mit der erfindungsgemäßen Regelung erheblich reduziert.

[0038] Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer Vorrichtung 27 zur Regelung eines Plasmabrenners zur Reinigung von bevorzugt nicht elektrisch leitenden Oberflächen 2. Die Regelungseinrichtung 29 ist mit dem Heizelement 21 des Verdampfers 20 verbunden und regelt die Heizleistung P_v des Heizelements 21 in Abhängigkeit der Temperatur T_v des Verdampfers 20, welche mit einem Sensor 30 gemessen wird. Dadurch kann während des Betriebs des Wasserdampfplasmabrenners 8 der Verdampfer 20 in einem definierten Bereich geregelt werden. Zusätzlich kann ein Sensor 28 zur Messung der Temperatur T_k der Kathode 24 vorgesehen und mit der Regelungseinrichtung 29 verbunden sein. Durch diese Messung kann die Regelungseinrichtung 29 die Tendenz der Kathodentemperatur T_k erfassen und entsprechend mit der Heizleistung P_v und/oder mit dem Druck p des Wassers 10 entsprechend gegensteuern, sodass der Verdampfer 20 in einem definierten Bereich geregelt werden kann.

[0039] Mit einem Sensor 31 kann weiters der Druck p des Wassers 10 in der Zuleitung 9 gemessen und an die Regelungseinrichtung 29 weitergeleitet werden. In Abhängigkeit des Drucks p des Wassers 10 kann eine Regelung eines Proportionalventils 32 in der Zuleitung 9 des Wassers 10 erfolgen.

[0040] Fig. 4 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt der Zeitverläufe der Kathodentemperatur T_K , der Temperatur T_V des Verdampfers 20, der Heizleistung P_V des Heizelements 21 und des Drucks p des Wassers 10 während eines Reinigungsvorgangs mit einem Wasserdampfplasmabrenner 8. Während eines Stand-by-Betriebs I wird die Heizleistung P_V sehr gering gehalten. Die Kathodentemperatur T_K und die Temperatur T_V des Verdampfers 20 sind im Wesentlichen auf dem gleichen Niveau, da die Temperatur T_V des Verdampfers 20 konstant gehalten wird und die weiteren Teile des Wasserdampfplasmabrenners 8, wie die Kathode 24 auch im Wesentlichen diese Temperatur T_V des Verdampfers 20 annehmen. Aus der Temperatur der Kathode T_K kann die Regelungsvorrichtung 29 erkennen, ob bereits beim Eintasten (Start des Reinigungsvorgangs) die Heizleistung P_V verändert werden soll und in welchem Ausmaß, um den Temperatureinbruch im Verdampfer 20 beim Einstromen des Wassers 10 über die Zuleitung 9 möglichst gering zu halten.

[0041] Im Abschnitt II erfolgt ein Eintasten bzw. Zünden des Lichtbogens 22, wodurch der Verdampfer 20 und die Kathode 24 durch den Zustrom von Wasser 10 abgekühlt werden. Sobald eine kritische Temperaturuntergrenze T_{Vu} des Verdampfers 20 erreicht wird, wird der Druck p des Wassers 10 um einen definierten Wert Δp abgesenkt. Somit muss entsprechend weniger Wasser 10 verdampft werden, wodurch der Wasserdampfbrenner 8 weniger gekühlt wird und im Wesentlichen automatisch wieder aufgeheizt wird. Zusätzlich wird die Heizleistung P_V des Heizelements 21 erhöht, sodass der Verdampfer 20 wieder im Wesentlichen in der Mitte des definierten Regelbereichs geregelt werden kann. Dadurch ist ein gewisser Spielraum als Regelbereich sowohl zur Temperaturuntergrenze T_{Vu} als auch zu einer Temperaturobergrenze T_{Vo} gewährleistet. Durch eine derartige Verringerung des Drucks p wird also erreicht, dass die Regelungseinrichtung 29 wieder in einem bestimmten Regelbereich geführt wird und dadurch eine optimale Regelung durchgeführt wird.

[0042] Im kontinuierlichen Betrieb des Wasserdampf-Plasmabrenners 8 gemäß Abschnitt III, also bei einem Reinigungsvorgang, steigt die insbesondere durch den Lichtbogen 22 eingekoppelte Leistung der Kathode 24 und daher sinkt die notwendige Heizleistung P_V des Heizelements 21. Die Kathode 24 erwärmt sich während des Betriebs immer mehr, sodass weniger Heizleistung P_V des Heizelements 21 zum Verdampfen des Wassers 10 zugeführt werden muss. Wird eine kritische Temperaturobergrenze T_{Vo} der Temperatur T_V des Verdampfers 20 erreicht, erfolgt im Abschnitt IV eine Druckerhöhung um einen vorgegebenen Wert Δp , sodass mehr Wasser 10 verdampft werden muss und der Verdampfer 20 und die Kathode 24 durch mehr zugeführtes Wasser 10 entsprechend abkühlen. Um jedoch ein zu starkes Abkühlen zu verhindern, wird die Heizleistung P_V des Heizelements 21 kurzzeitig erhöht. Dadurch wird der „Spielraum“ der Regelung wieder hergestellt. Eine derartige Regelung erstreckt sich über einen längeren Zeitraum, beispielsweise über 14 min, bis sich der Wasserdampfbrenner 8 soweit erhitzt hat, dass eine Druckerhöhung durchgeführt wird, um mehr Flüssigkeit zur Kühlung zuzuführen und die Regelungseinrichtung 29 wieder in den definierten Regelbereich zu führen.

[0043] Die Regelungsvorrichtung 27 gewährleistet also einen konstanten Betrieb des Wasserdampf-Plasmabrenners 8, indem die Kathodentemperatur T_K , die Temperatur T_V des Verdampfers 20, die Heizleistung P_V des Heizelements 21 und der Druck p derart geregelt werden, dass der erforderliche Wasserdampf zur Erzeugung des Plasmas für die Reinigung der Oberfläche 2 kontinuierlich zur Verfügung gestellt wird. Dies erfolgt über die Lebensdauer der Kathode 24, bis bei einer kritischen Druckobergrenze p_o ein Verschleißteilwechsel notwendig wird (siehe Fig. 5).

[0044] Nach dem Abschnitt IV folgt ein weiterer Abschnitt III eines kontinuierlichen Betriebs des Wasserdampf-Plasmabrenners 8. Wurde ein Wechsel der Verschleißteile durchgeführt, kann eine Reduktion des Drucks p vorgenommen werden, wenn die Regelungseinrichtung 29 bereits

auf ihren maximalen Regelbereich angehoben wurde.

[0045] Fig. 5 zeigt den Zeitverlauf der Heizleistung P_V , des Wärmestroms der Kathode 24 und des Drucks p des Wassers 10 über die Lebensdauer der Verschleißteile des Wasserdampf-Plasmabrenners 8 ohne Unterbrechung des Reinigungsvorgangs. Demzufolge steigt der Wärmestrom - welcher die Energiezuführung an die Kathode definiert - der Kathode 24 im Wesentlichen kontinuierlich an, sodass die Heizleistung P_V des Heizelements 21 im Wesentlichen auch kontinuierlich gesenkt werden kann. Die erforderliche Kühlung, um den Verdampfer 20 im definierten Regelbereich zu halten, wird durch eine schrittweise Anhebung des Prozessdrucks p um einen vorgegebenen Wert Δp realisiert, wie zu Fig. 4 bereits beschrieben wurde. Diese schrittweise Erhöhung des Drucks p erfolgt solange, bis eine kritische Druckobergrenze p_o erreicht und ein Wechsel der Verschleißteile notwendig wird.

[0046] Das erfindungsgemäße Regelverfahren ist insbesondere für den Einsatz in einer Reinigungsvorrichtung 1 zur Reinigung und/oder Modifikation von Oberflächen 2 aus bevorzugt nicht elektrisch leitenden Materialien wie z.B. Fassaden von Gebäuden, Skulpturen, Denkmälern, Gräbern, Brunnen oder dgl. geeignet, sodass natürliche Verschmutzungen, wie Kalkablagerungen oder Algen, und Verschmutzungen durch Vandalismus, wie Graffiti, entfernt werden können. Neben den vorwiegend nicht elektrisch leitenden Oberflächen 2 können ebenso Oberflächen 2 von Metallen gereinigt werden. Weiters ist die Reinigung, das Entrosten oder die Vorbehandlung von Metallen, beispielsweise zum Zwecke des Aufbrechens einer Oxidschicht vor einem Schweißvorgang möglich. Im Gegensatz zu herkömmlichen Reinigungsverfahren und Reinigungsvorrichtungen zeichnet sich die Verwendung von Wasserdampfplasmastrahlen durch besonders gute Reinigungswirkung, Langzeitwirkung, Tiefenwirkung und gute Zugänglichkeit aus. Im Gegensatz zu chemischen Verfahren erfolgt keine zusätzliche Kontaminierung der Oberfläche 2 bzw. Umwelt. Im Gegensatz zu Sandstrahlverfahren ist auch keine Einhausung der Arbeitszone notwendig. Die entstehenden Emissionen sind besonders gering und die Vorrichtung 1 kann relativ klein hergestellt werden, wodurch eine hervorragende Mobilität gegeben ist. Weiters zeichnet sich die Vorrichtung 1 durch besonders einfache Bedienung aus, die im einfachsten Fall lediglich ein Inbetriebnehmen und Außerbetriebnehmen des Plasmabrenners, allenfalls noch eine Einstellmöglichkeit für den Strom, vorsieht.

Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines Plasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen (2), wobei Wasser (10) unter einem konstanten Wert für einen Druck (p) einem Verdampfer (20) mit einem Heizelement (21) zugeführt und dadurch verdampft wird und der entstehende Wasserdampf durch einen zwischen einer Kathode (24) und einer als Düse ausgebildeten Anode (25) brennenden Lichtbogen (22) ionisiert und dadurch ein aus einer Öffnung (26) in der Anode (25) austretender Wasserdampfplasmastrahl (23) gebildet wird, wobei die Temperatur (T_V) des Verdampfers (20) gemessen wird und diese über die Heizleistung (P_V) des Heizelements (21) in einem definierten Bereich geregelt wird, und bei einer Abweichung der Temperatur (T_V) aus diesem definierten Bereich der Druck (p) auf einen weiteren konstanten Wert verändert wird, sodass die Regelung im definierten Bereich durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur (T_K) an der Kathode (24) gemessen wird und die Heizleistung (P_V) des Heizelements (21) in Abhängigkeit der Kathodentemperatur (T_K) geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck (p) des Wassers (10) vorzugsweise um einen vorgegebenen Wert (Δp) erhöht wird, wenn die Temperatur (T_V) des Verdampfers (20) auf eine kritische Temperaturobergrenze (T_{Vo}) steigt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck (p) des Wassers (10) solange schrittweise um den vorzugsweise vorgegebenen Wert (Δp) erhöht wird, bis eine kritische Druckobergrenze (p_o) erreicht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck (p) des Wassers (10) um einen vorgegebenen Wert (Δp) reduziert wird, wenn die Temperatur (T_V) des Verdampfers (20) auf eine kritische Temperaturuntergrenze (T_{Vu}) sinkt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Plasmabrenner ein Wasserdampfplasmabrenner (8) verwendet wird.
6. Vorrichtung (27) zur Regelung eines Plasmabrenners zur Reinigung von Oberflächen (2), wobei der Plasmabrenner eine Zuleitung (9) zur Zuführung von Wasser (10) unter Druck (p), einen Verdampfer (20) mit einem Heizelement (21) zum Verdampfen des Wassers (10), eine Kathode (24) und eine als Düse ausgebildete Anode (25) aufweist, welche Kathode (24) und Anode (25) so dass zur Bildung eines Lichtbogens (22) mit einer Stromquelle (4) verbunden sind, sodass durch Ionisierung des Wasserdampfs ein Wasserdampfplasmastrahl (23) bildbar ist, und weiters ein Sensor (30) zur Messung der Temperatur (T_V) des Verdampfers (20) vorgesehen ist, welcher mit einer Regelungseinrichtung (29) verbunden ist, wobei die Regelungseinrichtung (29) zur Regelung der Temperatur (T_V) des Verdampfers (20) über die Heizleistung (P_V) des Heizelements (21) in einem definierten Bereich mit dem Heizelement (21) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor (28) zur Messung der Temperatur (T_K) an der Kathode (24) vorgesehen ist, welcher mit der Regelungseinrichtung (29) verbunden ist, sodass die Heizleistung (P_V) des Heizelements (21) in Abhängigkeit der Kathodentemperatur (T_K) regelbar ist.
7. Vorrichtung (27) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelungseinrichtung (29) zur Erhöhung des Drucks (p) des Wassers (10), vorzugsweise um einen vorgegebenen Wert (Δp), bei Steigen der Temperatur (T_V) am Verdampfer (20) auf eine kritische Temperaturobergrenze (T_{Vo}) gebildet ist.
8. Vorrichtung (27) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelungseinrichtung (29) zur schrittweisen Erhöhung des Drucks (p) des Wassers (10) vorzugsweise um den vorgegebenen Wert (Δp) bis zum Erreichen einer kritischen Druckobergrenze (p_o) ausgebildet ist.
9. Vorrichtung (27) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelungseinrichtung (29) zur Senkung des Drucks (p) des Wassers (10) beim Zünden des Lichtbogens (22) ausgebildet ist.
10. Vorrichtung (27) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromquelle (4) zur Lieferung eines im Wesentlichen konstanten Stromes (I) während des Betriebs des Wasserdampfplasmabrenners (8) ausgebildet ist.
11. Vorrichtung (27) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor (31) zur Messung des Drucks (p) des Wassers (10) in der Zuleitung (9) vorgesehen ist, welcher mit der Regelungseinrichtung (29) verbunden ist.
12. Vorrichtung (27) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Zuleitung (9) des Wassers (10) ein Proportionalventil (32) vorgesehen ist, welches mit der Regelungseinrichtung (29) verbunden ist.
13. Vorrichtung (27) nach einem der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Plasmabrenner durch einen Wasserdampfplasmabrenner (8) gebildet ist.
14. Vorrichtung (27) nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelungseinrichtung (29) zur Senkung des Drucks (p) des Wassers (10) um einen vorgegebenen Wert (Δp), bei Sinken der Temperatur (T_V) des Verdampfers (20) auf eine kritische Temperaturuntergrenze (T_{Vu}), ausgebildet ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

8 / 10

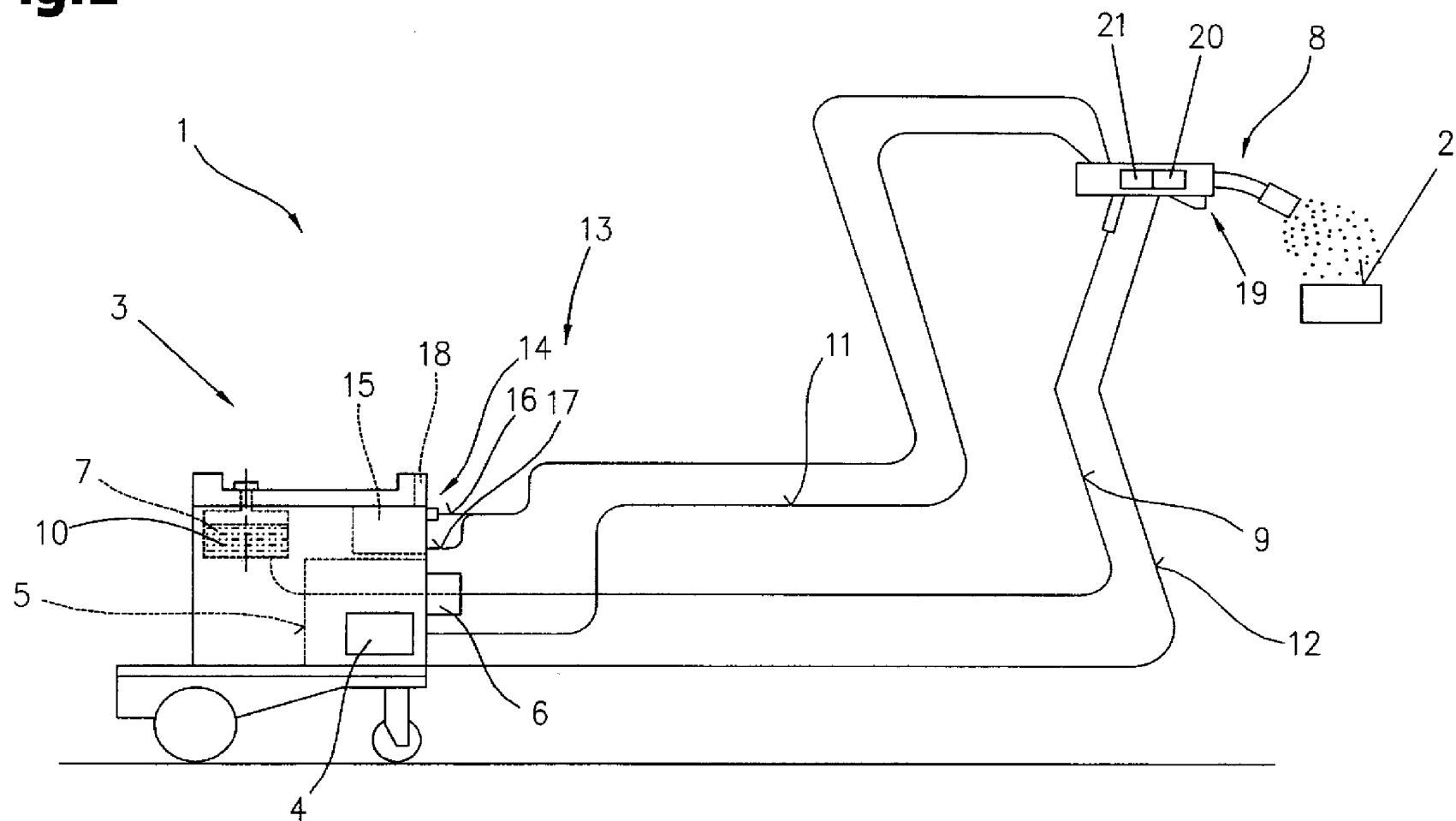


Fig.2

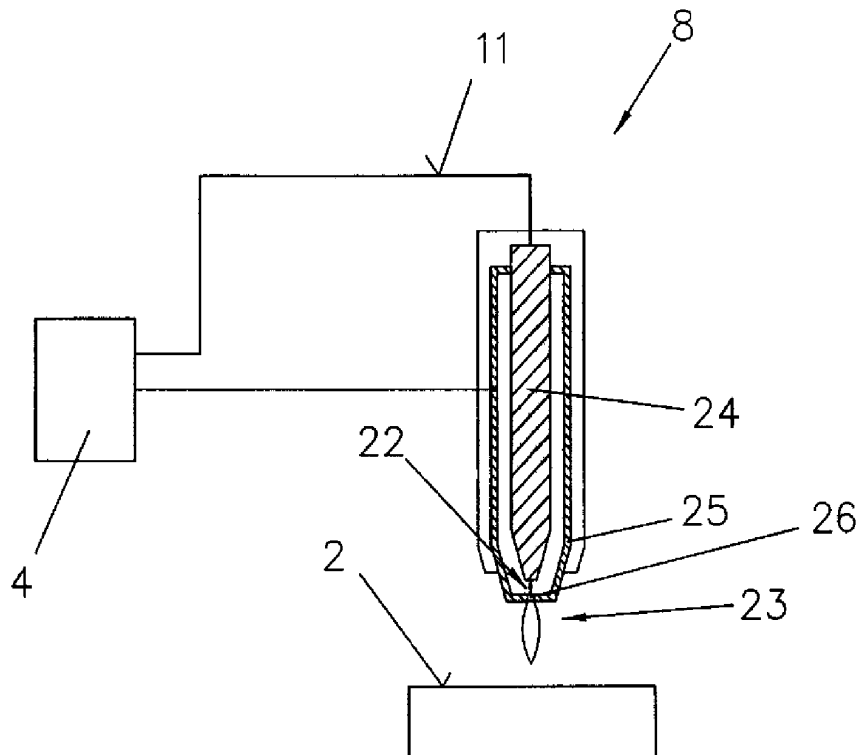


Fig.3

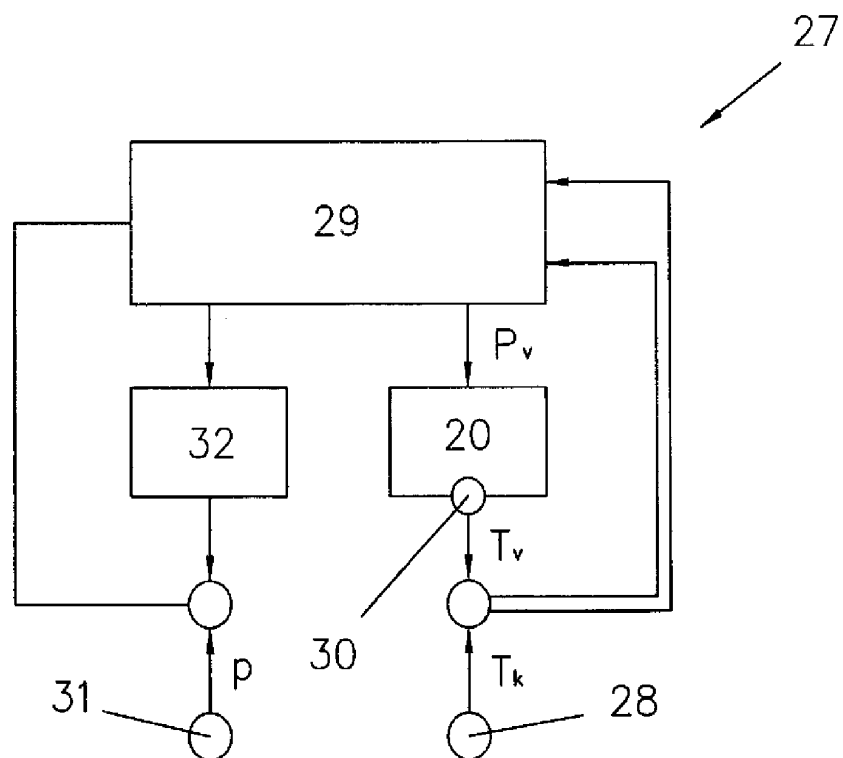


Fig.4

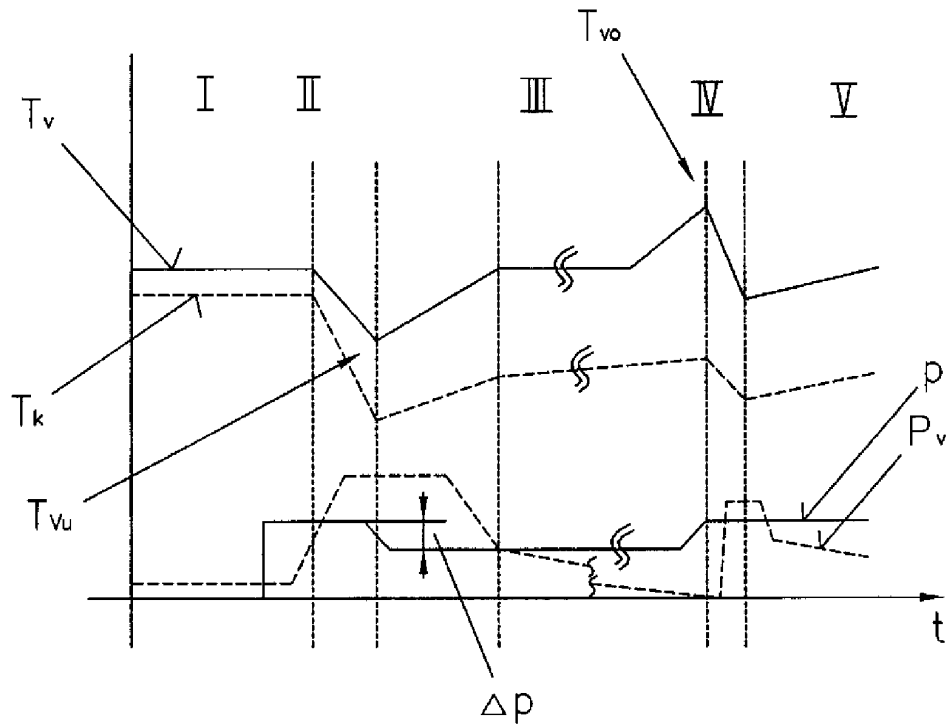
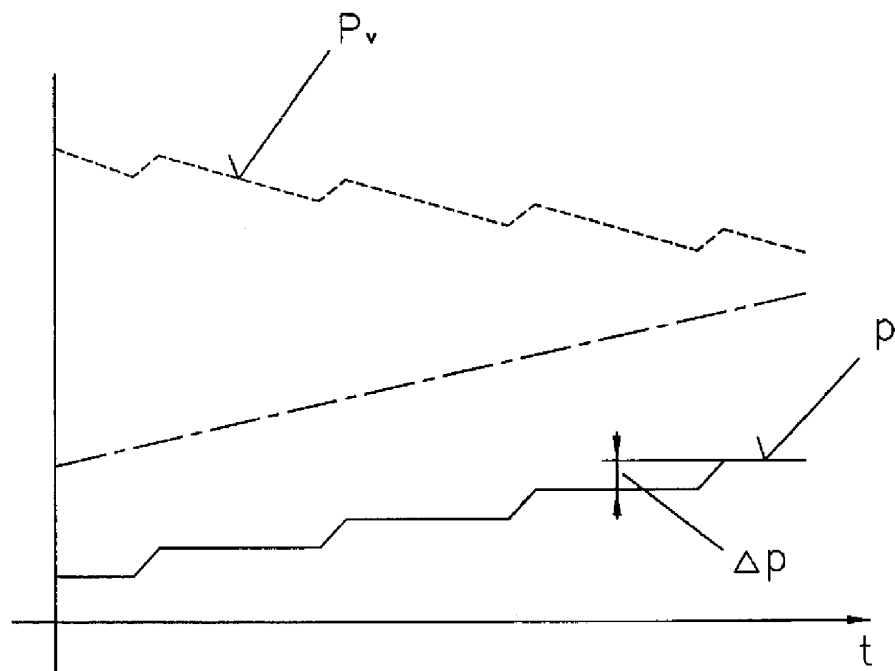


Fig.5



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : H05H 1/32 (2006.01); H05H 1/36 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: H05H 1/32, H05H 1/36		
Recherchierter Prüfstoß (Klassifikation): H05H, B23K		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 2. Juni 2010 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrunde liegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	AT 502 421 B1 (FRONIUS INTERNATIONAL GMBH) 15. Juni 2007 (15.06.2007) Beschreibung Seite 6 Absatz 2 bis Seite 7 Absatz 3, Fig. 3, Ansprüche 1 bis 8	1-14
Y	AT 503 646 B1 (FRONIUS INTERNATIONAL GMBH) 15. Dezember 2007 (15.12.2007) Beschreibung Seite 2 Zeile 31 bis Seite 3 Zeile 30, Seite 8 letzter Absatz, Anspruch 1	1-14
A	EP 1 522 371 A1 (ILLINOIS TOOL WORKS INC.) 13. April 2005 (13.04.2005) Beschreibung Absatz 17, Fig. 3, Ansprüche 1 bis 4	1, 10, 11
A	US 2002185477 A1 (STEPHEN F. HARDWICK) 12. Dezember 2002 (12.12.2002) Fig. 2	9
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		
Datum der Beendigung der Recherche: 16. Juni 2010	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dipl.-Ing. KAMENIK