



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
04.09.2024 Patentblatt 2024/36
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F27D 7/02 (2006.01) F27D 99/00 (2010.01)
F27D 1/00 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 24157291.6
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F27D 99/0001; F27D 7/02; F27D 1/0033;
F27D 2007/023
- (22)

Anmeldetag: 13.02.2024

(84) Benannte Vertragsstaaten: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA Benannte Validierungsstaaten: GE KH MA MD TN (30) Priorität: 14.02.2023 AT 500962023	(71) Anmelder: Bern, Reinhold 1100 Wien (AT) (72) Erfinder: Bern, Reinhold 1100 Wien (AT) (74) Vertreter: Springer, Markus et al Dr. Müllner Dipl.-Ing. Katschinka OG Patentanwaltskanzlei Postfach 169 Weihburggasse 9/24 1010 Wien (AT)
---	---

(54)

HEIZVORRICHTUNG ZUR EINBRINGUNG VON PROZESSWAERME IN EINEN SCHMELZ-
ODER ERWAERMUNGSOFEN

(57)

Die Erfindung betrifft eine Heizvorrichtung zur Einbringung von Prozesswärme in einen Schmelz- oder Erwärmungsofen, in welchem Wasser über eine Zuführung (1) für Wasser, vorzugsweise in Form von Wasserdampf eingebracht wird und/oder im Ofeninnenraum (2) vorhanden ist. Die Heizvorrichtung umfasst folgende Elemente:
- zumindest ein induktionsfähiges Element (3), welches der Ofeninnenseite und/oder einer Wasserdampfzuführung (1) zugewandt ist und auf eine Temperatur von über 2000° C bevorzugt von über 2500° C bis etwa 4000° C

erhitzbar ist, sodass ein Anteil des vorhandenen Wasserdampfs im Ofeninnenraum (2) bzw. in der Zuführung (1) zu HHO dissoziiert
- zumindest einen Induktor (4), beispielsweise ausgebildet als elektrisch leitfähige Spule, zur Erhitzung des induktionsfähigen Elements (3) auf die gewünschte Temperatur,
- eine thermische Dämmschicht (5) zwischen dem induktionsfähigen Element (3) und dem Induktor (4) und
- einen vorzugsweise flüssigkeitsgeköhlten Kühlkreislauf (6) zur Kühlung des Induktors (4).

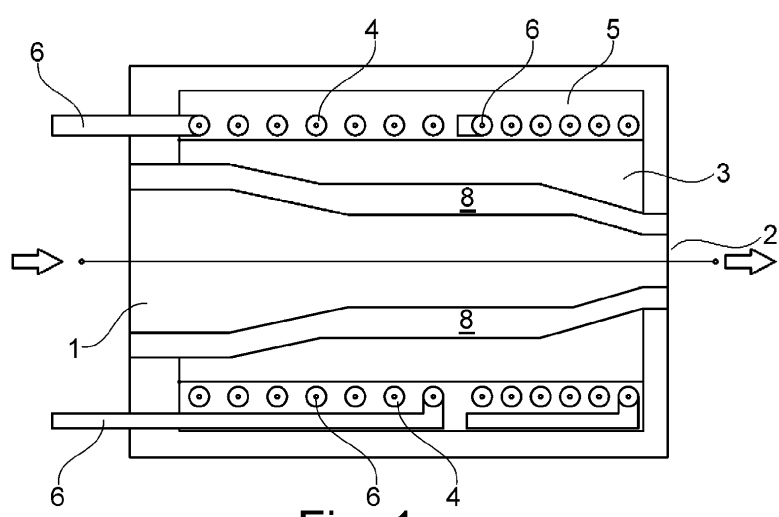


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Heizvorrichtung zur Einbringung von Prozesswärme in einen Schmelz- oder Erwärmungsofen, in welchem Wasser über eine Zuführung für Wasser, vorzugsweise in Form von Wasserdampf eingebracht wird und/oder im Ofeninnenraum vorhanden ist.

Stand der Technik

[0002] Bei bestimmten industriellen Materialbearbeitungsprozessen ist es notwendig, effizient sehr hohe Temperaturen in einem Ofenraum zu erzeugen. Dies betrifft beispielsweise Metallverarbeitungen, thermische Spritzverfahren, Sinterprozesse, Lötverfahren oder andere Bearbeitungsverfahren, bei denen das zu verarbeitende Material auch in größeren Quantitäten auf eine Temperatur von beispielsweise 1500° C oder mehr gebracht werden muss.

[0003] Bisher wird bei derartigen Prozessen in größeren Brennöfen die Hitze vorwiegend über Erdgasbrenner eingebracht. Es sind auch Wasserstoffbrenner bekannt, bei welchen über separate Gasführungen der Wasserstoff und Sauerstoff voneinander getrennt in eine Düse eingebracht und verbrannt werden, um die Prozesswärme in den Ofenraum einzubringen. Erdgasbrenner waren bisher wirtschaftlich sinnvoll, da sie weniger aufwändig und damit billiger sind als Wasserstoffbrenner und weil Erdgas bisher am Markt sehr günstig war. Abgesehen von den steigenden Preisen von Erdgas erzeugt dieses bei der Verbrennung auch CO₂, was zunehmend unerwünscht ist.

[0004] Im Stand der Technik bekannte Wasserstoffbrenner sind aufwändig und müssen sehr präzise gefertigt und betrieben werden, da andernfalls schnell die Gefahr von Knallgasexplosionen steigt. Bisher wird der nötige Wasserstoff und Sauerstoff für diese Brenner in einer separaten Anlage mittels Elektrolyse hergestellt und muss dann mit aufwändigen Mitteln zum Verarbeitungs-ort transportiert werden. Am Brenner selbst müssen die beiden Gase wiederum separat gelagert und in entsprechenden getrennten Gasführungen zur Brennerdüse transportiert werden. Der Gesamtaufwand und die permanent notwendige Wartung, um die Sicherheit zu gewährleisten, sind daher sehr hoch.

[0005] Eine andere Art eine erhöhte Menge an Prozesswärme in einen Ofenraum einzubringen besteht darin, Wasser, vorzugsweise in Form von Wasserdampf, auf eine Temperatur von über 2000° C zu erhitzen, wodurch dieser dann zumindest anteilig zu HHO dissoziiert. Sobald das HHO innerhalb des Ofenraums wieder unter die Dissoziationstemperatur abkühlt, reagiert der Wasserstoff mit dem Sauerstoff wieder zu H₂O unter Freisetzung von Wärme in den Ofenraum.

[0006] Wasserdampf und Wasserstoff sind wichtige

Wärmeträger für die Energieübertragung im Ofen. Weiters wichtig ist die Eigenschaft von Wasserdampf, die Materialoberfläche vor schädlicher Luftatmosphäre zu schützen.

[0007] In der WO 2019/096885 A1 ist beispielsweise ein Plasmagenerator beschrieben, welcher Wasserdampf als Gas für die Einbringung von Prozesswärme in Form von Plasma in einen Drehrohrofen beschreibt. Auch bei dieser Vorrichtung wird Sauerstoff und Wasserstoff zuerst separat zugeführt und verbrannt und erst anschließend dem Plasmagenerator als Wasserdampf zugeführt. Plasma führt jedoch zu sehr hohen Temperaturen von oftmals über 15000° C bis 30000° C. Die notwendigen Geräte und Materialien im Plasmabereich unterliegen jedoch einem sehr hohen Verschleiß. Bei den extrem hohen Temperaturen werden auch hochreaktive chemische Verbindungen erzeugt, welche ebenfalls für alle möglichen Verarbeitungsprozesse problematisch sind, weshalb es für die gestellte Aufgabe nicht wünschenswert ist, im Plasmabereich zu arbeiten.

[0008] Die Verwendung von Sauerstoff wirkt sich außerdem sehr stark bestimmend auf den Verschleiß der Elektroden aus. Aufgrund der Verwendung einer nicht verbrauchbaren Elektrode würde diese eine vorhandene Sauerstoffatmosphäre nicht überstehen. Auch die Verwendung von Wasserdampf als plasmabildendes Gas führt zu einer erheblichen Abnutzung der Elektroden, weshalb dies industriell nicht praktikabel einsetzbar wäre.

[0009] Bei einer direkten Widerstandsheizung werden elektrische Leiter verwendet, um den Strom zu den Widerstandselementen zu transportieren. Das Leiten des Stroms zu dem Widerstandsheizelement führt zu thermischen Verlusten und es müssen entsprechend komplexe Anordnungen verwendet werden, um diesen Energieverlust zu verhindern. Bei den angestrebten benötigten hohen Temperaturen ist eine Widerstandsheizung nicht sinnvoll realisierbar.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Heizvorrichtung für die oben genannten Anwendungen zu schaffen, welche die genannten Probleme beseitigt und es erlaubt, Wasser, vorzugsweise in Form von Wasserdampf in einem Ofeninnenraum auf eine Temperatur von über 2000° C zu erhitzen, sodass dieser zumindest anteilig zu HHO dissoziiert, um dadurch vermehrt Prozesswärme zu den Werkstücken im Ofeninnenraum zuzuführen. Die Vorrichtung soll dabei einfach im Aufbau sein und es erlauben mit HHO zu arbeiten, ohne dass aufwändige und sicherheitstechnisch komplexe Leitungsführungen und Steuerungen für Wasserstoff und Sauerstoff notwendig werden. Die Anlage soll dabei energieeffizient und ressourcenschonend sein, da eine separate Herstellung von Wasserstoff und Sauerstoff mittels Elektrolyseanlagen sowie der Transport eingespart werden. Die Anlage soll ferner emissionsfrei betreibbar

sein.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Heizvorrichtung folgende Elemente umfasst:

- zumindest ein induktionsfähiges Element, welches der Ofeninnenseite und/oder einer Zuführung für Wasser, vorzugsweise in Form von Wasserdampf zugewandt ist und auf eine Temperatur von über 2000° C bevorzugt von über 2500° C bis etwa 4000° C erhitzbar ist, sodass ein Anteil des vorhandenen Wasserdampfs im Ofeninnenraum bzw. in der Zuführung zu HHO dissoziiert
- zumindest einen Induktor, beispielsweise ausgebildet als elektrisch leitfähige Spule, zur Erhitzung des induktionsfähigen Elements auf die gewünschte Temperatur,
- eine thermische Dämmschicht zwischen dem induktionsfähigen Element und dem Induktor und
- einen vorzugsweise flüssigkeitsgekühlten Kühlkreislauf zur Kühlung des Induktors.

[0012] Die gewünschte Anordnung erlaubt es, den eingebrachten bzw. vorhandenen Wasserdampf auf die gewünschten Temperaturen zu erhitzen, um das HHO zu erzeugen, welches dann im Ofeninnenraum wieder zu H₂O reagiert und damit die Wärme an das Werkstück abgibt. Durch die Induktion ist es möglich, das üblicherweise metallische Material des Induktors so weit vom induktionsfähigen Element thermisch zu isolieren, dass der Induktor selbst nicht im Betrieb beschädigt wird. Durch einen Kühlkreislauf wird der Induktor auf einer sicheren Betriebstemperatur gehalten und lediglich das thermisch davon isolierte induktionsfähige Element wird auf die gewünschte Temperatur erhitzt.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Heizvorrichtung an einer Zuführung für Wasser, vorzugsweise in Form von Wasserdampf in den Ofen angeordnet ist, wobei das induktionsfähige Element den Einlassbereich der Zuführung in den Ofeninnenraum zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig umschließend angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform umgibt die Heizeinrichtung unmittelbar den Einströmbereich der Zuführung in den Ofeninnenraum. Auf relativ kleinem Raum kann daher das aufgeheizte induktionsfähige Element die Wärme an das einströmende Wasser bzw. an den einströmenden Wasserdampf abgeben und diesen über die Dissoziationstemperatur anheben, wodurch ein Anteil des Wasserdampfs zu HHO zerfällt und in diesem hochenergetischen Zustand in den Ofeninnenraum strömt. Durch die Ausdehnung und die Interaktion mit dem im Ofeninnenraum befindlichen Werkstück reagiert das HHO unter Wärmefreisetzung wieder zu H₂O, wodurch auf sehr effiziente Weise und emissionsfrei große Wärmemengen in den Ofen einbringbar sind.

[0014] Dabei ist es ein weiteres bevorzugtes Merkmal, dass eine Gaszufuhreinrichtung zum Einbringen von

weiteren Gasen in die Zuführung sowie gegebenenfalls in den Ofeninnenraum vorgesehen ist. Dies kann zur Erhöhung der Sicherheit vorgesehen werden, sodass die Zuführung und der Ofeninnenraum bei Leistungsstopp oder beim Startvorgang beispielsweise mit Inertgas gespült werden können. Es ist auch möglich, weitere Betriebsgase, wie beispielsweise CO₂, NO, NO₂ oder andere Gase zuzuführen. Beim Beispiel von CO₂ beginnt dieses bei über 1500° C ebenfalls zu dissoziieren, wobei sich der abgespaltene Sauerstoff mit ebenfalls vorliegendem Wasserstoff im Ofeninnenraum wieder verbinden kann. Der restliche Kohlenstoff fällt aus. Je nach Anwendungsbeispiel können so unterschiedliche Gasgemische eingebracht werden.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist es vorgesehen, dass das induktionsfähige Element plattenförmig ausgebildet ist und einen Abschnitt der Ofenauskleidung bildet, wobei die Dämmschicht sowie der Induktor an der von der Ofeninnenseite abgewandten Seite des plattenförmig ausgebildeten induktionsfähigen Elements angeordnet sind. Bei dieser alternativen Ausführungsform kann die Heizvorrichtung als Teil der Ofenauskleidung eingesetzt werden. Dabei können Heizvorrichtungen unterschiedlich groß ausgebildet sein bzw. mehrere Heizvorrichtungen als Bausteinelemente auch matrixartig in den Seitenwänden und Deckflächen der Ofeninnenwand angeordnet sein. Wenn mehrere rasterförmig angeordnete Heizvorrichtungen vorgesehen sind, so können diese im Verbund, einzeln oder in Gruppen angesteuert werden, um den im Ofeninnenraum vorhandenen Wasserdampf wieder über die Dissoziationstemperatur von etwa 2000° C zu bringen. Die plattenförmig ausgebildeten Heizvorrichtungen können idealerweise in Kombination mit der weiter oben beschriebenen Heizvorrichtung an der Zuführung für Wasser vorzugsweise in Form von Wasserdampf eingesetzt werden. Es ist jedoch auch möglich, die plattenförmigen Heizvorrichtungen mit alternativen Brennern zu kombinieren, solange ausreichend Wasserdampf im Ofenraum vorliegt, damit eine effektive Wärmeeinbringung zum Werkstück über den dissoziierten Wasserdampf möglich ist. So können beispielsweise auch Erdgasbrenner vorgesehen werden, da diese über das verbrennende Erdgas ebenfalls 30%-60% Wasserdampfanteil in den Ofeninnenraum einbringen.

[0016] Es ist ein zusätzliches bevorzugtes Merkmal, dass das plattenförmige induktionsfähige Element eine oder mehrere Öffnungen für die Einbringung von Wasser vorzugsweise in Form von Wasserdampf in den Ofeninnenraum aufweist. Über zusätzliche Öffnungen kann auch über die plattenförmigen induktionsfähigen Elemente in der Ofenwandung weiteres Wasser bzw. weiterer Wasserdampf in den Ofeninnenraum eingebracht werden und dabei beim Durchtritt durch das induktionsfähige Element auf über 2000° C erhitzt werden.

[0017] Ganz allgemein ist es ein weiteres bevorzugtes Merkmal, dass die Zuführung im Kreislauf mit dem Ofeninnenraum angeordnet ist, sodass der im Ofeninnen-

raum durch die Reaktion des HHO entstehende Wasserdampf erneut in die Zuführung gelangt. Die gesamte Ofenanlage kann damit emissionsfrei betrieben werden, da der benötigte Wasserdampf für die Wärmeerbringung komplett im Kreis geführt wird. Damit entsteht kein CO₂ und auch sonstige auftretende Schadstoffe aus dem Werkstück gelangen nicht mit einem Abgasstrom nach außen.

[0018] Es ist ferner ein bevorzugtes Merkmal, dass der Kühlkreislauf stromabwärts des Induktors über einen Wärmetauscher mit der Zuführung stromaufwärts des induktionsfähigen Elements verbunden ist, sodass die Abwärme des Kühlkreislaufs zum Vorwärmen des eingebrachten Wassers bzw. des Wasserdampfs verwendbar ist. Dadurch kann die Energieeffizienz der gesamten Anlage verbessert werden.

[0019] Gemäß einem weiteren bevorzugten Merkmal ist es vorgesehen, dass das induktionsfähige Element zumindest anteilig eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus Molybdänsilizid, Kohlenstoffmaterial, wie beispielsweise Graphit, Siliziumcarbid oder Wolframcarbid enthält. Die genannten Verbindungen haben sich beim Einsatz im Bereich der angestrebten Temperaturbereiche bewährt.

[0020] Dabei ist es ein zusätzliches bevorzugtes Merkmal, dass das induktionsfähige Element an der der Ofeninnenseite bzw. der Zuführung zugewandten Seite eine hitzebeständige und/oder verschleißfeste Beschichtung, vorzugsweise eine keramische Beschichtung aufweist. Um einen raschen Verschleiß des induktionsfähigen Elements vorzubeugen, ist es wünschenswert, dieses zumindest an der nach Innen gewandten Seite mit einer entsprechenden Beschichtung zu versehen.

[0021] Es ist ferner ein bevorzugtes Merkmal, dass die Beschichtung eine Dicke von etwa 0,05 mm bis etwa 2 mm aufweist. Diese Schichtdicke ist für den Schutz des induktionsfähigen Elements ausreichend und behindert gleichzeitig nicht die Wärmeübertragung in den Ofeninnenraum bzw. in die Zuführung.

[0022] Dabei ist es ein weiteres bevorzugtes Merkmal, dass die Beschichtung zumindest anteilig Wolframkarbid und/oder Siliziumcarbid aufweist. Diese Verbindungen sind für die gewünschte Anwendung besonders bevorzugt aufgrund ihrer hohen Temperaturbeständigkeit.

[0023] Schließlich ist es ein weiteres bevorzugtes Merkmal, dass die Heizvorrichtung derart ausgebildet ist, dass im Betrieb zumindest 10%, bevorzugt etwa 10% bis 70% des eingebrachten Wasserdampfs zu HHO dissoziieren. In diesen Bereichen kommt es zu einer optimalen Wärmeerbringung zum Werkstück bezogen auf die eingesetzte Energie für die Heizvorrichtung. Sowohl die Dimensionierung und Durchflussrate der Zuführung als auch die Gestaltung des induktionsfähigen Elements sind daher entsprechend den gewünschten Anwendungen zu optimieren, um einen entsprechenden Dissoziationsgrad zu erreichen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungsfiguren

[0024] Die Erfindung wird nun in größerem Detail anhand von Ausführungsbeispielen sowie mit Hilfe der beiliegenden Figuren beschrieben. Dabei zeigen

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch eine erfindungsgemäße Heizvorrichtung an einer Zuführung für Wasser vorzugsweise in Form von Wasserdampf und

Fig. 2 bis 5 schematische Schnittansichten durch verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Heizvorrichtung mit plattenförmig ausgebildeten induktionsfähigen Elementen.

Beschreibung der Ausführungsarten

[0025] In der Fig. 1 ist schematisch in einer Schnittansicht eine mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Heizvorrichtung gezeigt. Bei dieser Ausführungsform ist die Heizvorrichtung am Einlassbereich einer Zuführung 1 für Wasser vorzugsweise in Form von Wasserdampf in den Ofeninnenraum 2 angeordnet. Das induktionsfähige Element 3 umgibt dabei im gezeigten Beispiel rohrförmig die Zuführung 1, um den eingeleiteten Wasserdampf auf über 2000° C zu erhitzen. Der Induktor 4 in Form einer Spule umgibt das induktionsfähige Element 3. Der Induktor 4 ist dabei in einen flüssigkeitsdurchströmten Kühlkreislauf 6 eingebettet und sowohl der Induktor 4 als auch der Kühlkreislauf 6 befinden sich innerhalb einer thermischen Dämmschicht 5. Die thermische Dämmschicht 5 schützt den Induktor 4 sowie die Umgebung vor dem hoch erhitzten induktionsfähigen Element 3. An der Innenseite des induktionsfähigen Elements 3, an welcher der eingebrachte Wasserdampf vorbeiströmt, ist das Element 3 mit einer Beschichtung 8 versehen. Die gezeigten Schichtdicken dienen nur der Erklärung des Prinzips und entsprechen keinem tatsächlichen Maßstab. Die Beschichtung 8 kann dem Anwendungszweck angepasst werden oder, wenn nicht erforderlich, auch gänzlich weggelassen werden.

[0026] Je nach Ofen können eine oder auch mehrere derartige Zuführungen 1 mit entsprechenden Heizelementen vorgesehen sein. Durch die hohen Temperaturen des induktionsfähigen Elements 3 wird ein Anteil des eingebrachten Wasserdampfs zu HHO dissoziiert, wobei bevorzugt zumindest 10% des Wasserdampfs dissoziiert werden. Im Ofeninnenraum 2 kann das HHO dann wieder unter Abgabe von Wärme an das Werkstück zu H₂O reagieren. Dadurch, dass das Knallgas nur unmittelbar am Ort des Einsatzes gebildet wird, sind keine aufwändigen Leitungsführungen und Regelmechanismen notwendig und die Anlage kann sicher und ohne Gefahr von unkontrollierten Verpuffungen oder Entzündungen betrieben werden.

[0027] In der Fig. 2 und Fig. 3 ist schematisch eine weitere mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Heizvorrichtung dargestellt, bei welcher das in-

duktionsfähige Element 3 plattenförmig ausgebildet ist und einen Teil der Ofenauskleidung 7 bildet. Fig. 2 zeigt dabei einen Längsschnitt und Fig. 3 einen Querschnitt. Es sind jeweils mehrere Heizvorrichtungen matrixartig nebeneinander angeordnet. An den Seitenwänden und an der Oberseite des Ofeninnenraums 2 sind fast über die gesamte Fläche plattenförmige induktionsfähige Elemente 3 angeordnet. Die jeweils zugehörigen Induktoren 4 sowie der Kühlkreislauf 6 sind wieder in der thermischen Dämmschicht 5 angeordnet und damit von den induktionsfähigen Elementen 3 ausreichend isoliert, um nicht beschädigt zu werden. Über diese Ausführungsform kann gezielt der im Ofeninnenraum 2 vorhandene Wasserdampf auf über 2000° C erhitzt werden und somit zumindest anteilig zu HHO dissoziieren. Insbesondere in Kombination mit Heizelementen gemäß der Ausführungsform aus Fig. 1 kann somit noch mehr Wärmemenge effektiv an das Werkstück im Ofeninnenraum 2 herangeführt werden.

[0028] Die Fig. 4 und Fig. 5 zeigen eine weitere Ausführungsform ähnlich jener aus den Figuren 2 und 3, wobei hier weniger plattenförmige induktionsfähige Elemente 3 vorgesehen sind und damit nur gewisse Bereiche der Ofenauskleidung 7 mit zusätzlichen Heizvorrichtungen versehen sind.

Patentansprüche

1. Heizvorrichtung zur Einbringung von Prozesswärme in einen Schmelz- oder Erwärmungs-ofen, in welchem Wasser über eine Zuführung (1) für Wasser, vorzugsweise in Form von Wasserdampf eingebracht wird und/oder im Ofeninnenraum (2) vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizvorrichtung folgende Elemente umfasst:

- zumindest ein induktionsfähiges Element (3), welches der Ofeninnenseite und/oder einer Wasserdampfzuführung (1) zugewandt ist und auf eine Temperatur von über 2000° C bevorzugt von über 2500° C bis etwa 4000° C erhitzbar ist, sodass ein Anteil des vorhandenen Wasserdampfes im Ofeninnenraum (2) bzw. in der Zuführung (1) zu HHO dissoziiert
- zumindest einen Induktor (4), beispielsweise ausgebildet als elektrisch leitfähige Spule, zur Erhitzung des induktionsfähigen Elements (3) auf die gewünschte Temperatur,
- eine thermische Dämmschicht (5) zwischen dem induktionsfähigen Element (3) und dem Induktor (4) und
- einen vorzugsweise flüssigkeitsgekühlten Kühlkreislauf (6) zur Kühlung des Induktors (4).

2. Heizvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizvorrichtung an einer Zuführung (1) für Wasser, vorzugsweise in Form von

Wasserdampf für den Ofen angeordnet ist, wobei das induktionsfähige Element (3) den Einlassbereich der Zuführung (2) in den Ofeninnenraum (1) zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig umschließend angeordnet ist.

3. Heizvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gaszufuhreinrichtung zum Einbringen von weiteren Gasen in die Zuführung (2) sowie gegebenenfalls in den Ofeninnenraum (1) vorgesehen ist.

4. Heizvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das induktionsfähige Element (3) plattenförmig ausgebildet ist und einen Abschnitt der Ofenauskleidung (7) bildet, wobei die Dämmschicht (5) sowie der Induktor (4) an der von der Ofeninnenseite abgewandten Seite des plattenförmig ausgebildeten induktionsfähigen Elements (3) angeordnet sind.

5. Heizvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das plattenförmige induktionsfähige Element (3) eine oder mehrere Öffnungen für die Einbringung von Wasser bzw. von Wasserdampf in den Ofeninnenraum (2) aufweist.

6. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführung (1) im Kreislauf mit dem Ofeninnenraum (2) angeordnet ist, sodass der im Ofeninnenraum (2) durch die Reaktion des HHO entstehende Wasserdampf erneut in die Zuführung (1) gelangt.

7. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkreislauf (6) stromabwärts des Induktors (4) über einen Wärmetauscher mit der Zuführung (1) stromaufwärts des induktionsfähigen Elements (3) verbunden ist, sodass die Abwärme des Kühlkreislaufs (6) zum Vorwärmen des eingebrachten Wassers bzw. des Wasserdampfes verwendbar ist.

8. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das induktionsfähige Element (3) zumindest anteilig eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus Molybdänsilizid, Kohlenstoffmaterial, wie beispielsweise Graphit, Siliziumcarbid oder Wolframcarbid enthält.

9. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das induktionsfähige Element (3) an der der Ofeninnenseite bzw. der Zuführung (1) zugewandten Seite eine hitzebeständige und/oder verschleißfeste Beschichtung (8), vorzugsweise eine keramische Beschichtung aufweist.

10. Heizvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die Beschichtung (8) eine Dicke von etwa 0,05 mm bis etwa 2 mm aufweist.

11. Heizvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (8) zumindest anteilig Wolframkarbid und/oder Siliziumkarbid aufweist. 5
12. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizvorrichtung derart ausgebildet ist, dass im Betrieb zumindest 10%, bevorzugt etwa 10% bis 70% des eingebrachten Wasserdampfs zu HHO dissoziieren. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

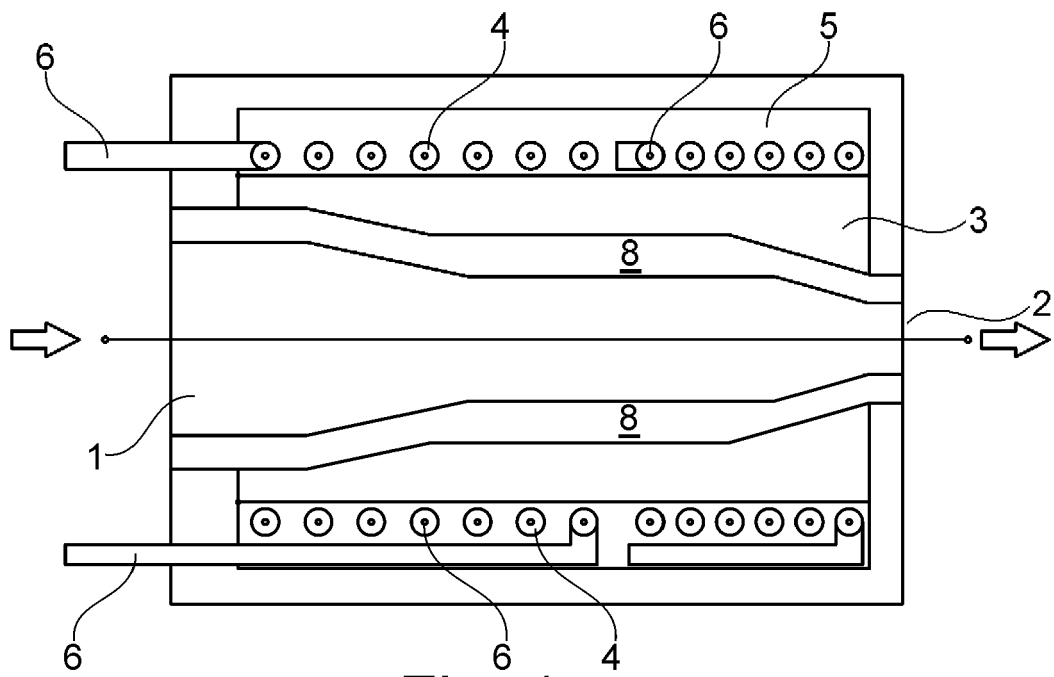


Fig. 1

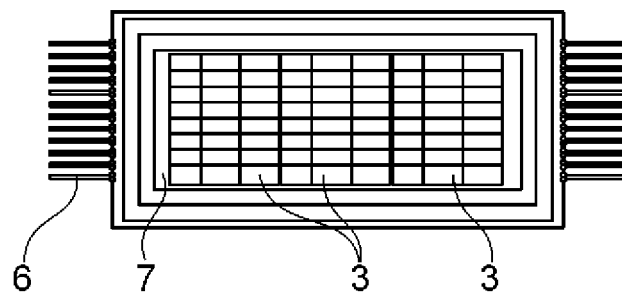


Fig. 2

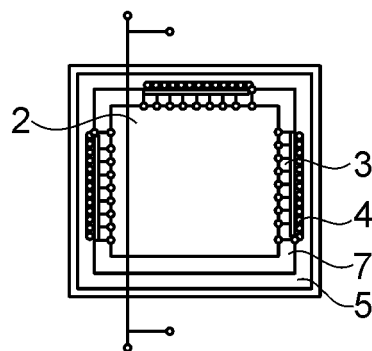


Fig. 3

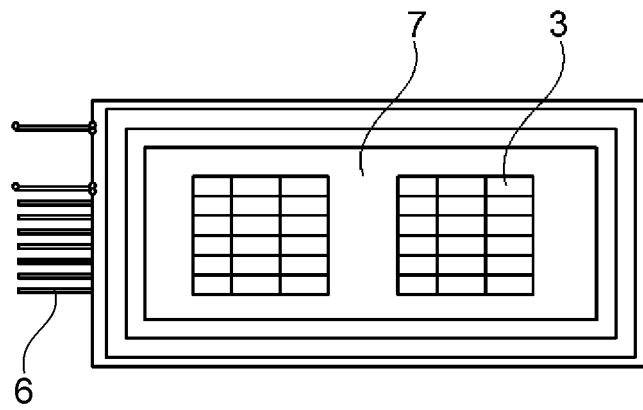


Fig. 4

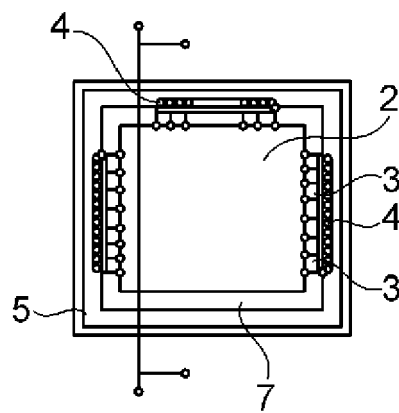


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 15 7291

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
E	WO 2024/031117 A2 (THERMAL PROC SOLUTIONS GMBH [AT]) 15. Februar 2024 (2024-02-15) * Seite 12, Zeile 23 - Seite 13, Zeile 14; Abbildungen 1-11 * * Seite 15, Zeile 3 - Zeile 7 * * Seite 14, Zeile 21 - Zeile 31 * * Seite 17, Zeile 4 - Seite 19, Zeile 23 * * Seite 23, Zeile 8 - Zeile 15 * -----	1-12	INV. F27D7/02 F27D99/00 F27D1/00
A	EP 3 314 989 A1 (TEKNA PLASMA SYSTEMS INC [CA]) 2. Mai 2018 (2018-05-02) * das ganze Dokument * -----	1-12	
A	US 6 080 954 A (INOUE YOSHIAKI [JP] ET AL) 27. Juni 2000 (2000-06-27) * das ganze Dokument * -----	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Juli 2024	Prüfer Gavriliu, Alexandru
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 15 7291

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-07-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 2024031117	A2	15-02-2024	AT 526239	A4	15-01-2024
				WO 2024031117	A2	15-02-2024
15	EP 3314989	A1	02-05-2018	AU 2016288266	A1	04-01-2018
				CA 2988198	A1	05-01-2017
				CN 107852807	A	27-03-2018
				EP 3314989	A1	02-05-2018
				JP 6817971	B2	20-01-2021
20				JP 2018519637	A	19-07-2018
				KR 20180021369	A	02-03-2018
				RU 2018102802	A	29-07-2019
				US 2016381777	A1	29-12-2016
				WO 2017000065	A1	05-01-2017
25	US 6080954	A	27-06-2000	US 6080954	A	27-06-2000
				US 6156993	A	05-12-2000
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- WO 2019096885 A1 [0007]