

(19)



(11)

EP 4 198 389 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2023 Patentblatt 2023/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F22B 1/10 (2006.01) F22B 1/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21215525.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F22B 1/10; F22B 1/281

(22) Anmeldetag: **17.12.2021**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Hetz, Philipp**
89079 Ulm (DE)

(72) Erfinder: **Hetz, Philipp**
89079 Ulm (DE)

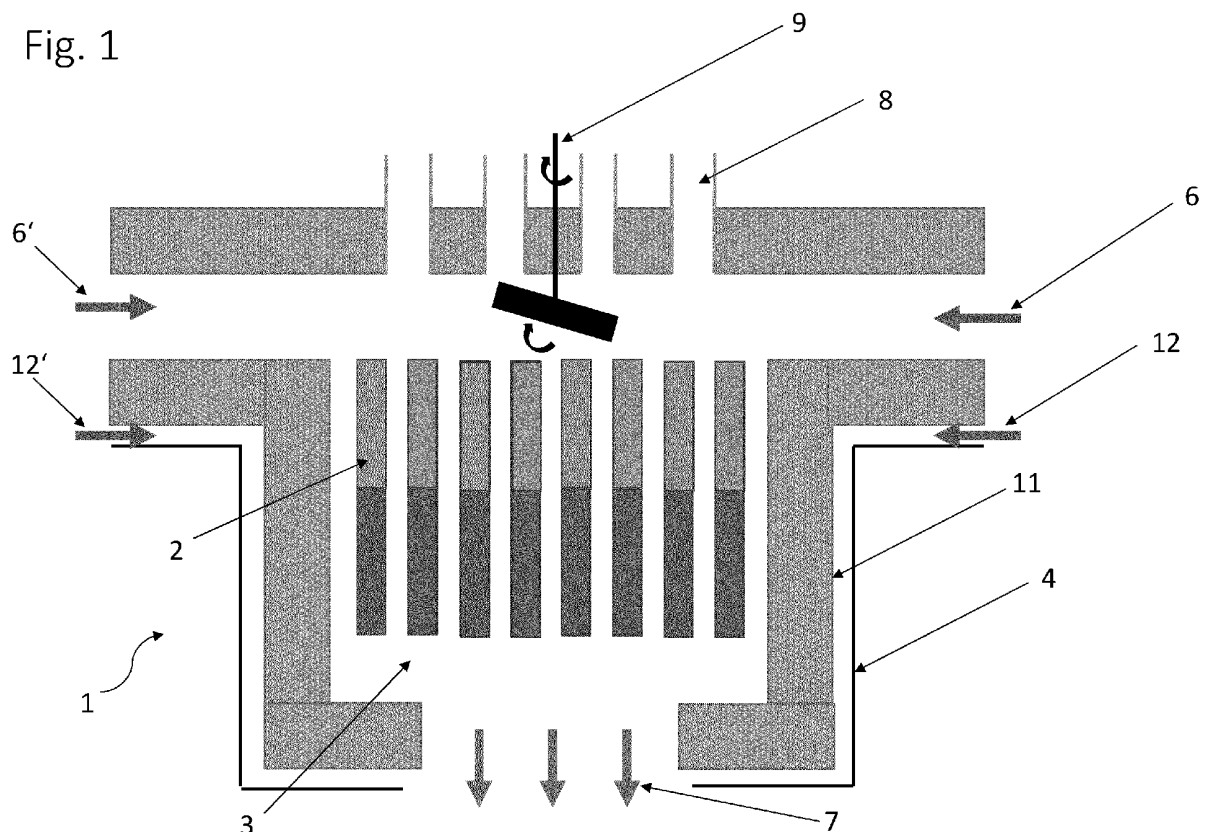
(74) Vertreter: **Kador & Partner Part mbB**
Corneliusstraße 15
80469 München (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR WÄRMEERZEUGUNG/SPEICHERUNG UND GASERHITZUNG MITTELS KERAMIKELEMENTEN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung und Speicherung von Wärme und Abgabe derselben an ein Gas, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein oder mehrere Absorberelemente (2), die keramisches Material umfassen oder daraus gebildet sind und die im Innenraum (3) eines Gehäuses (4) so ange-

ordnet sind, dass sie von einem Gas durchströmt werden können, eine Mikrowellengeneratoreinheit (5), die Mikrowellen zur Erhitzung der Absorberelemente (2) erzeugt und eine oder mehrere Gaseintrittsöffnungen (6) sowie eine oder mehrere Gasaustrittsöffnungen (7) umfasst, sowie ein Verfahren, das diese Vorrichtung nutzt.

Fig. 1

**EP 4 198 389 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Wärme, insbesondere von Wärme mit hoher Temperatur, und Abgabe dieser Wärme an ein Gas.

[0002] Hochtemperaturwärme für industrielle Prozesse, wie zum Beispiel der Zementherstellung, wird heute überwiegend durch CO₂-emittierende Verbrennungsprozesse bereit gestellt. Ebenfalls Anwendung zur Erzeugung von Hochtemperaturwärme finden Prozesse, bei denen diese Wärme mittels elektrischem Strom erzeugt wird, wie zum Beispiel bei der Verwendung von Graphitelektroden in Stahlwerken. Graphitelektroden werden durch Oxidation verbraucht und stellen bei der Stahlherstellung einen wesentlichen Kostenfaktor dar.

[0003] Ein Problem vieler dieser bekannten Prozesse zur Hochtemperaturwärmeerzeugung ist, dass die Wärme nicht (zwischen-)gespeichert werden kann, so dass, wo solche Wärme benötigt wird, sie unmittelbar durch Verbrennung von beispielsweise fossilen Brennstoffen oder mittels einer dauerhaft verfügbaren Stromquelle erzeugt werden muss.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kostengünstige und langlebige Hochtemperaturwärmequelle zur Verfügung zu stellen, die die erwähnten Nachteile des Stands der Technik nicht aufweist.

[0005] Die Erfindung stellt daher eine Vorrichtung zur Erzeugung und Speicherung von Wärme und Abgabe derselben an ein Gas zur Verfügung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sie ein oder mehrere Absorberelemente, die keramisches Material umfassen oder daraus gebildet sind und die im Innenraum eines Gehäuses so angeordnet sind, dass sie von einem Gas durchströmt werden können, eine Mikrowellengeneratoreinheit, die Mikrowellen zur Erhitzung der Absorberelemente erzeugt und eine oder mehrere Gaseintrittsöffnungen sowie eine oder mehrere Gasaustrittsöffnungen umfasst.

[0006] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren bieten den großen Vorteil, dass der Zeitpunkt der Wärmeerzeugung durch die Aufheizung der Absorberelemente von dem Zeitpunkt, an dem diese Wärme in einem beispielsweise industriellen chemischen Verfahren zur Verfügung gestellt werden muss, entkoppelt ist. Dies ermöglicht beispielsweise die Erzeugung und Speicherung von Hochtemperaturwärme in den Absorberelementen mittels zur Erzeugung der Mikrowellenstrahlung verwendeten kostengünstigen und umweltfreundlichen Strom aus Windkraftanlagen, Photovoltaikanlagen oder anderen regenerativen Quellen.

[0007] Somit kann beispielsweise Strom genutzt und dessen Energieinhalt als Wärmeenergie gespeichert werden, der in Zeiten von Stromüberschuss im Stromnetz vorhanden ist.

[0008] Die in den Absorberelementen der erfindungsgemäßen Vorrichtung gespeicherte Wärme kann später

z.B. an industrielle Prozesse mit einem hohen Wärmebedarf insbesondere bei hohen Temperaturen (z.B. in einer Gießerei, einem Stahlwerk, einer Zementfabrik oder einer Chemieanlage) abgegeben werden. Ebenso kann die gespeicherte Wärme zur Stromerzeugung und auch Kraft-Wärmekopplung mit einer Wärmekraftmaschine (z.B. einer Dampfturbine mit Dampfauskopplung für Prozesswärme) genutzt werden. Die Erfindung kann ebenso zur Erhitzung von anderen Medien (z.B. Luft, Stahlschrott, Zementrohmehl) dienen.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das Verfahren kann auch als Ergänzung in einen solarthermischen Kraftwerk eingesetzt werden, in dem der Speicher durch das Spiegelfeld aufgeheizt wird. In Wintermonaten mit viel Wind aber wenig Sonne ist z.B. eine elektrische Zusatzheizung von Vorteil.

[0010] Unter "Mikrowellen" wird gewöhnlich der Bereich des elektromagnetischen Spektrums mit Frequenzen von 100 MHz bis 1000 GHz, vorzugsweise 300 MHz bis 500 GHz, weiter bevorzugt 1 GHz bis 300 GHz verstanden. "Mikrowellen" im Sinne der vorliegenden Erfindung umfassen Mikrowellenstrahlung und elektromagnetische Felder mit Wellenlängen im Mikrowellenbereich.

[0011] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Mikrowellengeneratoreinheit außerhalb des Gehäuses angeordnet und die darin erzeugte Mikrowellenstrahlung wird mittels Mikrowellendurchtrittselementen in den Innenraum geführt.

[0012] Die Mikrowellengeneratoreinheit kann beispielsweise ein oder mehrere Magnetron(e) umfassen oder von diesen gebildet werden.

[0013] Vorzugsweise umfassen die Mikrowellendurchtrittselemente Mikrowellenleiter oder sind vollständig als solche ausgebildet.

[0014] Die Vorrichtung weist weiterhin vorzugsweise eine oder mehrere gegebenenfalls bewegliche Ablenkeinheit(en) zur Lenkung der in den Innenraum geführten Mikrowellenstrahlung auf.

[0015] Durch die Ablenkeinheit(en) kann die Mikrowellenstrahlung gezielt auf bestimmte Bereiche des Innenraums bzw. auf bestimmte Absorberelemente gerichtet werden und somit kann eine Homogenisierung der Erwärmung bzw. der Temperatur der im Innenraum vorhandenen Absorberelemente erreicht und/oder Hotspots durch Interferenz vermieden oder zumindest verringert werden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Mikrowellengeneratoreinheit als Hohlraumresonator ausgebildet ist, wobei Deckel und Boden des Hohlraumresonators von Plattenkondensatoren gebildet werden, die sich an gegenüberliegenden Seiten des Innenraums befinden.

[0017] Vorzugsweise können die als Plattenkondensatoren ausgebildeten Deckel und Boden relativ zu dem oder den Absorberelementen bewegt werden, so dass die durch den durch die Plattenkondensatoren gebildeten Hohlraumresonator erzeugten Mikrowellen verschie-

dene Bereiche des mit Absorberelementen bestückten Innenraums erreichen kann.

[0018] Dies kann beispielsweise durch eine Bewegung des gebildeten Hohlraumresonators erfolgen, oder es können Absorberelemente an einem gebildeten, räumlich fixierten Hohlraumresonator vorbeigeführt werden.

[0019] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst ein oder mehrere Absorberelemente.

[0020] Die Absorption von Mikrowellen in einem Material und die Umwandlung von deren Energie in Wärme ist durch den Verlustfaktor δ gemäß folgender Beziehung gekennzeichnet:

$$\tan \delta = \epsilon''/\epsilon'$$

[0021] Das in der vorliegenden Erfindung für das oder die Absorberelemente eingesetzte Absorbermaterial weist vorzugsweise einen Wert für $\epsilon'' > 0,01$, weiter bevorzugt $\epsilon'' > 0,05$, und noch weiter bevorzugt $\epsilon'' > 0,1$ auf.

[0022] Da der Wert für ϵ'' temperaturabhängig ist, werden die angegebenen Werte für ϵ'' bevorzugt in einem Temperaturbereich von 700 bis 900 °C erreicht.

[0023] Das für das oder die Absorberelemente verwendete Absorbermaterial hat vorzugsweise eine Wärmekapazität von 500-2000 J/kgK.

[0024] Das für das oder die Absorberelemente eingesetzte keramische Material ist nichtoxidierbar, und ist oder umfasst vorzugsweise eine Oxidkeramik.

[0025] Beispielsweise umfasst oder besteht das Keramikmaterial aus Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 , Silikaten oder Mischungen/Mischoxiden davon.

[0026] Das für die Absorberelemente verwendete Absorbermaterial kann vorzugsweise auf Temperaturen bis zu 2400 °C reversibel aufgeheizt bzw. abgekühlt werden, ohne dass eine chemische Veränderung des Materials wie z. B. Oxidation auftritt.

[0027] Weiter vorzugsweise umfassen oder bestehen das oder die Absorberelemente zumindest aus zwei verschiedenen, z.B. keramischen, Materialien in einer der beschriebenen Ausführungsformen. In dieser Ausführungsform können das oder die Absorberelemente beispielsweise aus Al_2O_3 und MgO bestehen.

[0028] Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass verschiedene Keramikmaterialien verschiedene Verlustfaktoren in Abhängigkeit der Temperatur aufweisen, so dass die Absorption von Mikrowellenstrahlung und die Umwandlung derselben in Wärme für verschiedene Temperaturbereiche optimiert werden kann.

[0029] Das oder die Absorberelemente umfassen oder sind vorzugsweise entweder ortsfest im Innenraum angeordnete Elemente oder lose geschüttete Elemente.

[0030] Ortsfest im Innenraum angeordnete Absorberelemente können beispielsweise Stabform aufweisen und voneinander gleichmäßig beabstandet im Innenraum angeordnet sein. Das/die Absorberelemente kann/können auch durch ein extrudiertes Profil, z.B. in Wabenform, gebildet werden.

[0031] Die Absorberelemente können auch eine lose Schüttung von teilchenförmigen Elementen mit regelmäßiger (beispielsweise runder) oder unregelmäßiger Form und Größe sein.

[0032] Der durchschnittliche mittlere Partikeldurchmesser, beispielsweise wiedergegeben als Gewichtsmittel der durch die größte Extension der Partikel in einer Dimension bestimmten Größe der Partikel, kann dabei beispielsweise von 1 mm bis 10 cm betragen.

[0033] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst weiterhin bevorzugt eine Isolierung zwischen dem Innenraum und dem sie umgebenden Gehäuse, um Verluste der in den Absorberelementen erzeugten/gespeicherten Hochtemperaturwärme möglichst zu minimieren. Diese Isolierung kann beispielsweise ein poröses Material mit geringer Absorption, wie z.B. Quarzkeramik, umfassen oder davon gebildet werden.

[0034] Im Bereich zwischen der Isolierung und dem Gehäuse der Vorrichtung kann ein Kanal zur Durchführung von kaltem Gas zur Kühlung der Isolierungsschicht vorhanden sein. Dieses Gas kann beispielsweise dasselbe Gas sein, wie es auch zur Erwärmung durch die Absorberelemente verwendet wird, und es kann auch dieselbe Temperatur wie dieses vor dem Wärmeaustausch aufweisen, also beispielsweise Raum- oder Umgebungstemperatur.

[0035] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das erhitzte Gas zur Erwärmung eines externen Speichers verwendet wird. Dies kann beispielsweise ein Festbettsspeicher wie z.B. ein Winderhitzer sein. Daher umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer Ausführungsform einen externen Wärmespeicher.

[0036] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Wärme, optionalen Speicherung dieser Wärme, und Abgabe derselben an ein Gas, das dadurch gekennzeichnet ist, dass ein oder mehrere Absorberelemente, die keramisches Material umfassen oder daraus gebildet sind und die im Innenraum eines Gehäuses angeordnet sind, mittels Mikrowellen erhitzt werden und ein Gas an dem oder den erhitzten Absorberelementen so vorbeigeführt wird, dass es sich durch Wärmetausch mit dem oder den Absorberelementen erwärmt.

[0037] Vorzugsweise wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer der beschriebenen Ausführungsformen benutzt.

[0038] Das Gas kann ein Sauerstoff-enhaltendes Gas, wie beispielsweise Luft sein. Das Gas kann auch ein Prozessgas, beispielsweise ein Sauerstoff-enhaltendes Prozessgas, eines industriellen chemischen Prozesses umfassen oder sein.

[0039] Vorzugsweise werden im erfindungsgemäßen Verfahren das oder die Absorberelemente auf eine Temperatur von 900°C bis 2400 °C, weiter bevorzugt von 1300 °C bis 2400 °C aufgeheizt.

[0040] Die Temperatur des Gases vor dem Wärmeaustausch mit dem oder den Absorberelementen beträgt

vorzugsweise 0 °C bis 1500 °C, weiter bevorzugt 10 °C bis 200 °C. Beispielsweise kann das Gas vor dem Wärmeaustausch Raumtemperatur bzw. Umgebungstemperatur aufweisen, z.B. 0 °C bis 40 °C.

[0041] Die Temperatur des vor dem Wärmeaustausch mit dem oder den Absorberelementen kälteren Gases beträgt nach dem Wärmeaustausch mit dem oder den Absorberelementen vorzugsweise 900 °C bis 2400 °C, weiter bevorzugt 1200 °C bis 1900 °C.

[0042] Der Druck des Gases vor dem Wärmeaustausch mit dem oder den Absorberelementen beträgt vorzugsweise annähernd Umgebungsdruck, z.B. 1 bis 2 bar.

[0043] Die Strömungsgeschwindigkeit des Gases durch den Innenraum beträgt vorzugsweise 5 bis 30 m/s.

[0044] Vorzugsweise wurde der Strom zur Erzeugung der Mikrowellenstrahlung durch regenerative Energieerzeugung gewonnen.

[0045] In einer Ausführungsform des Verfahrens kann ein kaltes Gas zur äußeren Kühlung einer zwischen dem Innenraum und dem Gehäuse vorhandenen Isolierungsschicht genutzt werden. Dieses Gas kann beispielsweise dasselbe Gas sein, wie es auch zur Erwärmung durch das oder die Absorberelemente verwendet wird, und es kann auch dieselbe Temperatur wie dieses vor dem Wärmeaustausch aufweisen, also beispielsweise Raum- oder Umgebungstemperatur. Umgebungsgas mit niedriger Temperatur zur Kühlung der Isolierung eingesetzt.

[0046] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das erhitzte Gas zur Erwärmung eines externen Wärmespeichers, wie z.B. eines Winderhitzers, verwendet.

[0047] In der vorliegenden Erfindung kann das zu erhitzende Gas zeitgleich mit der Beaufschlagung der Absorberelemente mit Mikrowellen durch den Innenraum der Vorrichtung geführt werden, es kann dies aber auch erst nach Aufheizung der Absorberelemente auf eine gewünschte Temperatur erfolgen, oder die Hochtemperaturwärme wird zunächst mittels der Absorberelemente gespeichert, und das zu erhitzende Gas wird erst (lange) nach dem Aufheizen der Absorberelemente zum Erhitzen durch die Vorrichtung geführt.

[0048] Die vorliegende Erfindung wird mittels der folgenden Beispiele weiter illustriert, unter Bezugnahme auf die Figuren, welche zeigen:

Fig. 1: eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des Verfahrens unter Nutzung eines außerhalb der gezeigten Vorrichtung angeordneten Mikrowellengenerators zur Mikrowellenerzeugung,

Fig. 2: eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des Verfahrens unter Nutzung eines beweglichen Plattenkondensators zur Mikrowellenerzeugung.

[0049] In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung (1) und des erfindungs-

gemäßen Verfahrens gezeigt, bei der die Mikrowellengeneratoreinheit (nicht in der Figur gezeigt), beispielsweise ein Magnetron, außerhalb des Gehäuses (4), das beispielsweise aus Metall besteht, angeordnet ist. Die von der Mikrowellengeneratoreinheit erzeugten Mikrowellen werden über Wellenleiter (8) in den Innenraum (3) eingekoppelt, in dem sich auch die Absorberelemente (2) befinden. Diese können in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform aus Al_2O_3 , MgO oder einer Mischung von Al_2O_3 und MgO bestehen und sind stabförmig ausgebildet. Sie sind mittels Halterungen (nicht gezeigt) so mit dem Gehäuse verbunden, dass sie mit ihrer langen Achse parallel zueinander sowie gleich beanstandet voneinander angeordnet sind.

[0050] Es ist weiterhin ein bewegliches Mikrowellenablenkelement (9) im Innenraum (3) vorhanden, das die aus den Mikrowellenleitern (8) in den Innenraum (3) vordringende Mikrowellenstrahlung (ab)lenken kann. Somit kann Mikrowellenstrahlung gezielt auf bestimmte Absorberelemente (2) beziehungsweise Teilbereiche des Innenraums (3) gelenkt werden.

[0051] Zum Aufheizen der Absorberelemente (2) wird die von der Mikrowellengeneratoreinheit erzeugte Mikrowellenstrahlung in den Innenraum (3) eingekoppelt und von den Absorberelementen (2) absorbiert, so dass deren Temperatur ansteigt. Beispielsweise kann können die Absorberelemente (2) auf Temperaturen im Bereich von 900-2000 °C aufgeheizt werden.

[0052] Zur Abgabe der in den Absorberelementen (2) erzeugten bzw. gespeicherten Wärme wird ein Gas wie beispielsweise Luft durch eine Gaseinlassöffnung (6, 6') der Vorrichtung (1) zum und durch den Innenraum (3) geführt wo es mit den Absorberelementen (2) direkt in Berührung kommt, so dass ein Wärmetausch stattfindet. Das erwärmte Gas wird dann durch eine Gasaustrittsöffnung (7) wieder aus dem Innenraum (3) bzw. der Vorrichtung (1) herausgeführt.

[0053] Weiterhin ist in der in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsform auch eine poröse Isolierung (11) des Innenraums (3), beispielsweise aus poröser Quarzkeramik, zwischen dem Innenraum (3) und dem Gehäuse (4) vorhanden, um die Wärmeabgabe nach außen möglichst gering zu halten.

[0054] Zwischen der porösen Isolierung (11) und dem Gehäuse (4) ist ein Gasdurchführungskanal vorhanden, durch welchen Gas wie beispielsweise Luft mit geringer Temperatur, beispielsweise Raum- oder Umgebungstemperatur, außen an der Isolierung (11) vorbeigeführt wird um diese zu kühlen und die Isolierung damit zu verbessern. Das an der Isolierung (11) außen vorbeigeführte Gas wird dann mit dem erhitzten Gas zusammen geführt und verlässt die Vorrichtung durch die Gasaustrittsöffnung (7).

[0055] Weiterhin wird kaltes Gas zur äußeren Kühlung der zwischen dem Innenraum (3) und dem Gehäuse vorhandenen Isolierungsschicht (11) genutzt, das über Gaseintrittsöffnungen (12, 12') eintritt, an der Isolationschicht (11) vorbeigeführt wird und zur Gasaustrittsöff-

nung (7) wieder austritt.

[0056] In der in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsform der Vorrichtung und des Verfahrens der vorliegenden Erfindung wird zur Erzeugung der in den Innenraum (3) zur Erwärmung der Absorberelemente (2) eingekoppelten Mikrowellen ein Hohlraumresonator verwendet, dessen Boden und Deckel von an gegenüberliegenden Seiten des Innenraums vorhandenen Platten (13, 13') gebildet wird, die mit Hochfrequenzwechselstrom beaufschlagt werden.

[0057] Der so gebildete Hohlraumresonator ist entlang der Längsachse des Innenraums verschiebbar, wodurch Mikrowellen in unterschiedlichen Bereichen des Innenraums (3) eingekoppelt werden können. Somit können jeweils im Bereich des erzeugten Mikrowellenfeldes befindliche Absorberelemente (2) aufgeheizt werden.

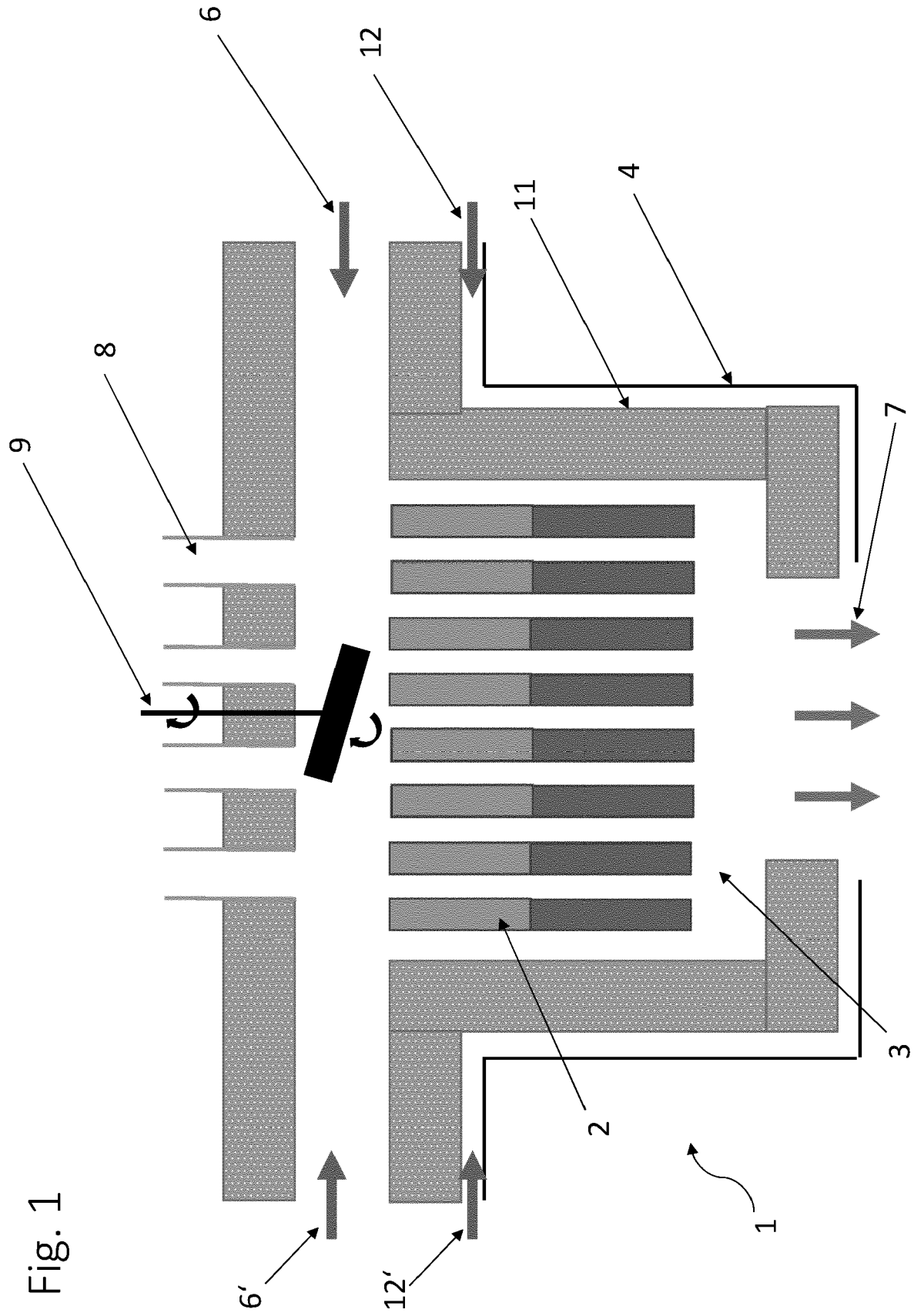
[0058] Zu erhitzenden Gas wird durch eine Gaseintrittsöffnung (6) in den Innenraum (3) geführt, an den Absorberelementen (2) vorbeigeführt, wodurch es sich erwärmt, und tritt durch eine Gasaustrittsöffnung (7) wieder aus.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung und Speicherung von Wärme und Abgabe derselben an ein Gas, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein oder mehrere Absorberelemente (2), die keramisches Material umfassen oder daraus gebildet sind und die im Innenraum (3) eines Gehäuses (4) so angeordnet sind, dass sie von einem Gas durchströmt werden können, eine Mikrowellengeneratoreinheit (5), die Mikrowellen zur Erhitzung der Absorberelemente (2) erzeugt und eine oder mehrere Gaseintrittsöffnungen (6) sowie eine oder mehrere Gasaustrittsöffnungen (7) umfasst.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Mikrowellengeneratoreinheit (5) außerhalb des Gehäuses (4) angeordnet ist und die darin erzeugte Mikrowellenstrahlung mittels Mikrowellendurchtrittselementen (8) in den Innenraum (3) geführt wird.
3. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung eine oder mehrere gegebenenfalls bewegliche Ablenkeinheiten (9) zur Lenkung der in den Innenraum geführten Mikrowellenstrahlung umfasst.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Mikrowellengeneratoreinheit (5) als Hohlraumresonator ausgebildet ist, wobei Deckel und Boden des Hohlraumresonators von Plattenkondensatoren (13, 13') gebildet werden, die sich an gegenüberliegenden Seiten des Innenraums (3) befinden.
5. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Plattenkon-

densatoren (13, 13') relativ zu dem oder den Absorberelementen (2) bewegt werden können.

6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das keramische Material eine Oxidkeramik umfasst.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei das oder die Absorberelemente (2) zumindest zwei verschiedene keramische Materialien umfassen.
8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das oder die Absorberelemente (2) ortsfest im Innenraum (3) angeordnete Elemente oder lose geschüttete Elemente umfasst.
9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, die einen externen Wärmespeicher umfasst.
10. Verfahren zur Erzeugung von Wärme, optionalen Speicherung dieser Wärme, und Abgabe derselben an ein Gas, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder mehrere Absorberelemente (2), die keramisches Material umfassen oder daraus gebildet sind und die im Innenraum (3) eines Gehäuses (4) angeordnet sind, mittels Mikrowellen erhitzt werden und ein Gas an dem oder den erhitzten Absorberelementen (2) so vorbeigeführt wird, dass es sich durch Wärmetausch mit dem oder den Absorberelementen (2) erwärmt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, in dem eine Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 verwendet wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei das oder die Absorberelemente (2) auf eine Temperatur von 900 bis 2400 °C aufgeheizt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Temperatur des Gases nach dem Wärmeaustausch mit dem oder den Absorberelementen (2) 900 °C bis 2400 °C beträgt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei der Strom zur Erzeugung der Mikrowellen ganz oder teilweise durch regenerative Energieerzeugung gewonnen wurde.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei das erhitzte Gas zur Erwärmung eines externen Wärmespeichers verwendet wird.



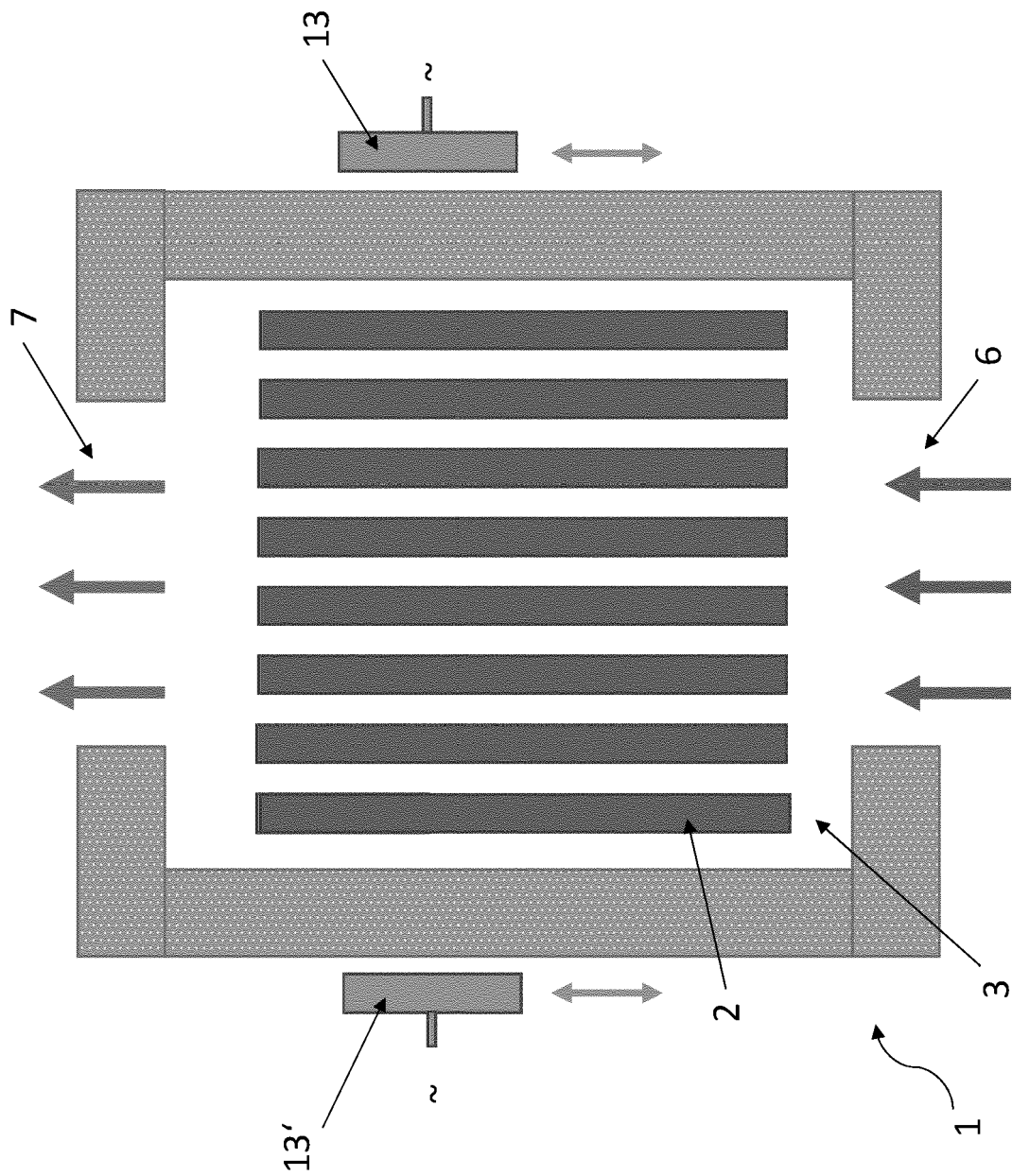


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 21 5525

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)
X	AT 504 351 A4 (HAUPTKORN HERBERT [DE]) 15. Mai 2008 (2008-05-15) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 1, Zeilen 1-16 * * Seite 2, Zeile 23 - Seite 3, Zeile 10 * * Seite 3, Zeile 20 - Seite 4, Zeile 19 * -----	1-15	INV. F22B1/10 F22B1/28
X	DE 24 48 732 A1 (RINN MANFRED JOSEF) 16. Juni 1976 (1976-06-16) * Seite 1, Zeilen 1-33; Abbildung 1 * * Seite 2, Zeilen 17-27 * -----	1-15	
X	EP 1 134 493 A2 (SANYO ELECTRIC CO [JP]; SHINETSU CHEMICAL CO [JP] ET AL.) 19. September 2001 (2001-09-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absätze [0029] - [0043] * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F22B
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Juni 2022	Prüfer Varelas, Dimitrios
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 21 21 5525

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.

23-06-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 504351	A4	15-05-2008	KEINE
DE 2448732	A1	16-06-1976	KEINE
EP 1134493	A2	19-09-2001	CN 1313479 A 19-09-2001
		EP 1134493 A2	19-09-2001
		JP 3607927 B2	05-01-2005
		JP 2001267061 A	28-09-2001
		KR 20010092299 A	24-10-2001
		TW 518912 B	21-01-2003
		US 2001022300 A1	20-09-2001

EPO FORM P0461

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