



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2002 Patentblatt 2002/20

(51) Int Cl.7: **F27B 21/06, F27B 9/04**

(21) Anmeldenummer: **01126388.6**

(22) Anmeldetag: **07.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Püschner GmbH & Co. KG**
28784 Schwanewede (DE)

(72) Erfinder: **Püschner, Peter, Dipl.Ing.**
28790 Schwanewede (DE)

(30) Priorität: **07.11.2000 DE 20018925 U**

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Partner**
Martinistrasse 24
28195 Bremen (DE)

(54) **Vorrichtung zum Trocknen und/oder Sintern von Presskörpern aus Verbundwerkstoffen**

(57) Vorrichtung zum Trocknen und/oder Sintern von Presslingen aus Verbundwerkstoffen, welche Hartstoffe und/oder Metallpulver enthalten, mit einer Vakuumkammer, mit mindestens einem Mikrowellenofen, der einen Hohlraumresonator und eine Einkoppeleinrichtung zum Einkoppeln des Mikrowellenfeldes in den

Hohlraumresonator enthält, und mit einer Mikrowellenquelle zum Anschließen an die Einkoppeleinrichtung. In dieser Vorrichtung ist der Mikrowellenofen in der Vakuumkammer angeordnet und enthält eine Fördereinrichtung zum Verfahren der Presslinge in dem Hohlraumresonator.

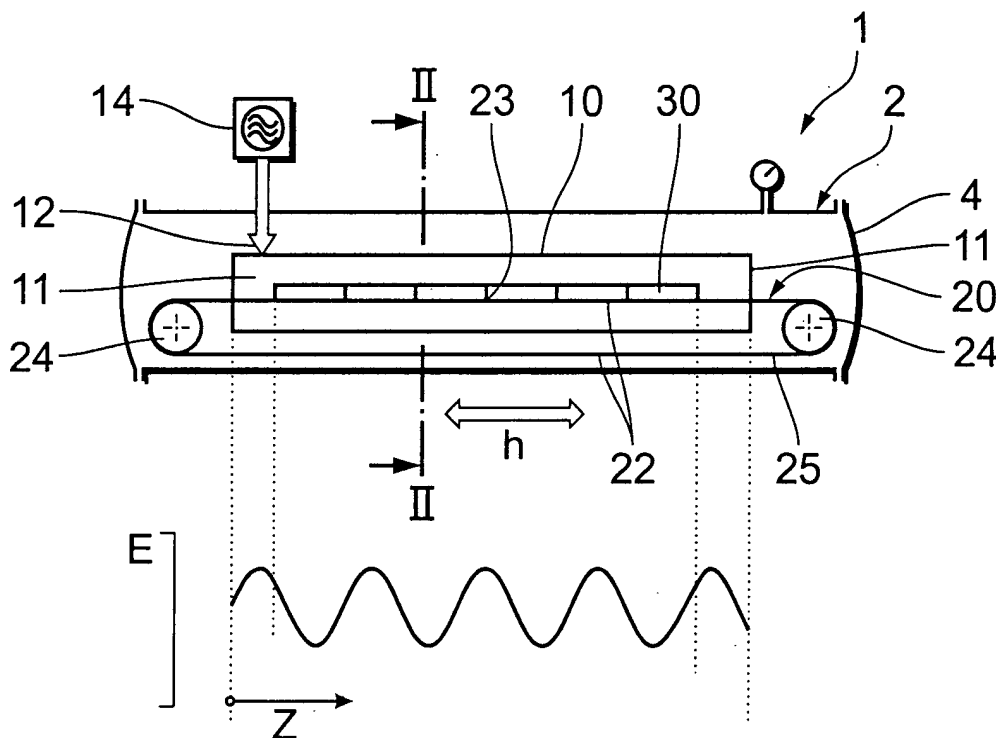


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Trocknen und/oder Sintern von Presskörpern aus Verbundwerkstoffen, welche Hartstoffe und/oder Metallpulver enthalten, mit einer Vakuumkammer und/oder Kammer mit spezieller Gasatmosphäre, mit mindestens einem Mikrowellenofen in der Vakuumkammer, der einen Hohlraumresonator, eine Mikrowellenquelle und eine Einkoppeleinrichtung zum Einkoppeln des Mikrowellenfeldes in den Hohlraumresonator enthält, und mit einer Mikrowellenquelle zum Anschließen an die Einkoppeleinrichtung.

[0002] Aus der DE 196 33 247 A1 ist ein Mikrowellenofen zur Sinterung von Sintergut bekannt, der einen Hohlraumresonator mit einer Mikrowelleneinkoppelvorrichtung aufweist, welche zum Einkoppeln von Mikrowellenfeldern dient, die - im Resonanzbetrieb des Resonators - die zu bearbeitenden Sinterkörper voluminös aufweist. Vorgesehen sind zusätzliche Wärmeabstrahlungsquellen, welche die Abstrahlverluste über die Sintergut-Oberfläche kompensieren oder das Sintergut über die Oberfläche aufheizen. Da Sinterprozesse oftmals unter Vakuum ablaufen müssen, sind entsprechende Einrichtungen vorgesehen, um den Innenraum des Resonators zu evakuieren. Da der Betrieb einer derartigen bekannten Vorrichtung nur nacheinander mit einzelnen Chargen - also im sogenannten Chargenbetrieb - erfolgt, ist der Zeitaufwand zum Öffnen des Hohlraumresonators, anschließenden Bestücken mit dem Sintergut, dem daran anschließenden gasdichten Verschießen und dem anschließenden Evakuieren des Hohlraumresonators beträchtlich, zumal das Mikrowellenfeld vor jedem Bestücken abgeschaltet und der Resonator abgekühlt werden muss. Nachteilig ist außerdem, dass Sintergut in dem Hohlraumresonator stationär angeordnet ist, so dass mehrere Sinterkörper an verschiedenen Positionen im Hohlraumresonator einem Mikrowellenfeld ausgesetzt ist, dessen Stärke ortsabhängig ist, so dass die verschiedenen Sinterkörper je nach Position einem unterschiedlich starken Mikrowellenfeld ausgesetzt werden.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass eine gleichmäßige, insbesondere auch schnelle Trocknung, Erwärmung und/oder Sinterung derart Stoff-Presskörper (Sinterkörper) möglich ist.

[0004] Diese Aufgabe wird bei der Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Mikrowellenofen in einer Vakuumkammer angeordnet ist und eine Fördereinrichtung zum Verfahren der Presslinge in dem Hohlraumresonator enthält.

[0005] Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, dass der Mikrowellenofen sich in einer Vakuumkammer befindet und eine Fördereinrichtung zum Befahren der Presslinge im Hohlraumresonator aufweist, wodurch die Presslinge - oder Sinterkörper - durch das örtlich veränderliche Mikrowellenfeld hindurchbewegt

werden und während der Betriebszeit des Ofens alle etwa denselben zeitlichen Mittelwert der Mikrowellenfeldstärke ausgesetzt sind, so dass eine gleichmäßige Trocknung oder Erwärmung der Presskörper gewährleistet ist. Da der Mikrowellenofen in einer Vakuumkammer untergebracht ist, braucht die Beschickungsöffnung des Hohlraumresonators nicht vakuumdicht schließen, außerdem lassen sich in einfacher Weise auch mehrere Mikrowellenöfen in einer Vakuumkammer anbringen, wodurch der Durchsatz an Presslingen pro Zeiteinheit erhöht werden kann.

[0006] Besonders bevorzugt fördert die Fördereinrichtung die Presslinge aus der Vakuumkammer in den Hohlraumresonator hinein, verfährt dann die Presslinge im Hohlraumresonator und bringt die Presslinge anschließend wieder aus dem Hohlraumresonator heraus. Diese Ausführungsform der Erfindung hat den Vorteil, dass die Bestückung und die Entnahme der Presslinge außerhalb des Hohlraumresonators erfolgt, dass also der Mikrowellenofen zum Einsetzen und zur Entnahme der Presslinge nicht abkühlen muss, da die Bestückung und die Entnahme außerhalb des Mikrowellenofens im kühlen Bereich der Vakuumkammer erfolgt. Auf diese Weise lässt sich die Zykluszeit, innerhalb der eine Charge in der Vorrichtung bearbeitet wird, erheblich verkürzen, der Ausstoß an erwärmten oder getrockneten Presslingen pro Zeiteinheit also erheblich vergrößern.

[0007] Besonders bevorzugt durchquert die Fördereinrichtung den Hohlraumresonator in seiner Längsrichtung durch Öffnungen hindurch, die in einander gegenüberliegenden Stirnseiten des Hohlraumresonators vorgesehen sind.

[0008] Besonders bevorzugt weist die Fördereinrichtung ein umlaufendes Endlosband auf, welches um Rollen außerhalb des Hohlraumresonators umläuft, wobei das obere Trumm des Endlosbandes durch den Hohlraumresonator hindurchgeführt ist und das untere Trumm des Endlosbandes unterhalb des Hohlraumresonators verläuft. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung lassen sich mehrere Mikrowellenöfen in der Vakuumkammer unterbringen, die bevorzugt in Längsrichtung hintereinander fluchtend angeordnet sind und eine gemeinsame Fördereinrichtung aufweisen, welche ein Endlosband aufweist, das durch alle Hohlraumresonatoren hindurch geführt ist, wobei besonders bevorzugt die Umlenkrollen außerhalb der endseitigen Hohlraumresonatoren angeordnet sind, wobei das obere Trumm des Förderbandes durch die Hohlraumresonatoren hindurchläuft und das untere Trumm des Förderbandes unter den Hohlraumresonatoren zurückläuft. Alternativ lassen sich jedoch auch für die mehreren Mikrowellenöfen je eine separate Fördereinrichtung versehen.

[0009] Bevorzugt wird der bzw. die Hohlraumresonatoren in einem Monomode-Betrieb, besonders mit einer H_{10n} -Mode betrieben, wobei $n = 1, 2, 3, \dots$. Dieser Betrieb verfügt über eine definierte und bekannte Feldverteilung und kann auch mit hohen Feldstärken realisiert

werden. Da die Presslinge nur schwach an das Mikrowellenfeld ankoppeln und also hohe Feldstärken aufzubringen sind, ist ein Multimode-Betrieb schwierig zu beherrschen.

[0010] Erfindungsgemäß sind ferner Temperaturmeßeinrichtungen im Hohlraumresonator vorgesehen, welche die Oberflächentemperatur der Presslinge überwacht. Die Presslinge werden bevorzugt auf Graphitträger oder Al_2O_3 -Trägern gelegt, die auf dem Endlosband der Fördereinrichtung liegen. Als Presslinge lassen sich beispielsweise Wolframkarbid-Kobaltgrünlinge oder Metallpresslinge verarbeiten.

[0011] Damit die Trocknung oder Erhitzung der Presslinge auch unter Schutzgas beispielsweise Ar, N_2 stattfinden kann, sind in der Vakuumkammer und gegebenenfalls auch im Hohlraumresonator des Mikrowellenofens Strömungsleiteinrichtungen vorgesehen, welche einen Gasstrom durch die Vakuumkammer und gegebenenfalls auch die Hohlraumresonatoren hindurchleiten.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

[0013] Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung; und

Fig. 2 einen Querschnitt längs der Linie II-2 der Figur 1 in vergrößertem Maßstab.

[0014] In den Figuren 1 und 2 ist ein Längsschnitt und ein Querschnitt durch eine Vorrichtung 1 dargestellt, die eine Vakuumkammer 2 aufweist, welche mittels einer Tür oder Klappe 4 geöffnet und verschlossen werden kann. In der Vakuumkammer 2 befindet sich ein Hohlraumresonator 10, der einen rechteckförmigen Querschnitt besitzt und an seinen beiden längsseitigen Enden Stirnflächen 11 aufweist. Eine Einkoppeleinrichtung 12 führt in den Hohlraumresonator 10 hinein und dient zur Einkoppelung eines Mikrowellenfeldes in den Hohlraumresonator 10. An die Einkoppeleinrichtung 12 ist elektrisch eine Mikrowellenquelle 14 angeschlossen, welche - in der dargestellten Ausführungsform - außerhalb der Vakuumkammer 2 angeordnet ist und ein Mikrowellenfeld geeigneter Frequenz und Stärke in den Hohlraumresonator einspeist.

[0015] In der Vakuumkammer 2 befindet sich eine Fördereinrichtung 20, die ein Endlosband 22 besitzt, welches mit seinem oberen Trumm 23 durch die Stirnflächen 11 des Hohlraumresonators 10 hindurchgeführt ist und um Umlenkrollen 24 herumläuft, die sich außerhalb des Hohlraumresonators, jedoch innerhalb der Vakuumkammer 2 befinden. Das untere Trumm 25 des Endlosbandes 22 wird außerhalb und unterhalb des Hohlraumresonators - in der Vakuumkammer 2 - ge-

führt. An den Stirnflächen 11 des Hohlraumresonators 10 befinden sich entsprechende Schleusen (nicht dargestellt), durch welche das obere Trumm 23 des Endlosbandes 22 in den Hohlraumresonator 10 eintreten und austreten kann.

[0016] Die in der Vorrichtung zu erhaltenden oder zu trocknenden Presskörper, welche aus Verbundstoffen, beispielsweise Wolframkarbit-Kobaltgrünlinge, welche Hartstoffe und/oder Metallpulver enthalten, werden in Graphitträger 30 eingesetzt, die auf das obere Trumm 23 des Endlosbandes 22 der Fördereinrichtung 20 gesetzt werden und dann von der Fördereinrichtung durch den Hohlraumresonator 10 hindurch und/ oder im Hohlraumresonator hin und her mit dem Hub h bewegt werden und dadurch einer schnellen und gleichmäßigen Trocknung bzw. Erhitzung unterzogen werden.

[0017] Der Hohlraumresonator 10 wird bevorzugt im Monomode-Betrieb, und zwar in einer H_{10n} -Mode betrieben. Da dieser Betrieb eine definierte und bekannte Feldverteilung aufweist und leicht mit hohen Feldstärken angeregt werden kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trocknen und/oder Sintern von Presslingen aus Verbundwerkstoffen, welche Hartstoffe und/oder Metallpulver enthalten, mit einer Vakuumkammer, mit mindestens einem Mikrowellenofen, der einen Hohlraumresonator und eine Einkoppeleinrichtung zum Einkoppeln des Mikrowellenfeldes in den Hohlraumresonator enthält, und mit einer Mikrowellenquelle zum Anschließen an die Einkoppeleinrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrowellenofen (10, 12) in der Vakuumkammer (2) angeordnet ist und eine Fördereinrichtung (20) zum Verfahren der Presslinge in dem Hohlraumresonator (10) enthält.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinrichtung (20) die Presslinge von der Vakuumkammer (2) durch eine Öffnung in den Hohlraumresonator (10) transportiert und in Längsrichtung des Hohlraumresonators (10) verfährt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinrichtung (20) den Hohlraumresonator (10) in Längsrichtung durchquert und durch zwei einander gegenüberliegende Stirnflächen (11) des Hohlraumresonators (10) hindurchläuft.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinrichtung (20) in dem Hohlraumresonator angeordnet ist, und dass der Hohlraumresonator (10) eine Öff-

nung zum Beschicken der Fördereinrichtung (20) aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass die Fördereinrichtung (20) ein umlaufendes Endlosband (22) aufweist, welches um Rollen (24) außerhalb des Hohlraumresonators (10) umläuft, und dass das obere Trumm (23) durch den Hohlraumresonator (10) hindurchgeführt ist, und dass das untere Trumm (25) des Endlosbandes (22) außerhalb des Hohlraumresonators (10) verläuft. 10
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 15
dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraumresonator (10) im Monomode-Betrieb des Mikrowellenfeldes betreibbar ist. 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, 25
dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraumresonator (10) des Mikrowellenofens (10, 12, 14) mit einem Mikrowellenfeld in einer H_{10n}-Mode betrieben wird, mit $n = 1, 2, 3, \dots$
8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 30
gekennzeichnet durch Graphitträger (30) oder Al₂O₃-Träger, die von der Fördereinrichtung (20) befördert werden und die Presslinge aufnehmen.
9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 35
dadurch gekennzeichnet, dass die Presslinge (40) Wolfram Karbid-Kobalt Grünlinge oder Metallpresslinge sind.
10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 40
dadurch gekennzeichnet, dass die Fördereinrichtung (20) die in den Graphitträgern oder Al₂O₃-Trägern angeordneten Presslinge mit definiertem Hub in dem Hohlraumresonator (10) gleichmäßig hin und her bewegt. 45
11. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 50
gekennzeichnet durch Temperatur-Meßeinrichtungen im Hohlraumresonator, welche die Oberflächentemperatur der Presslinge überwachen.
12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 55
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Mikrowellenöfen (10, 12) in der Vakuumkammer (2) vorgesehen sind, und dass für jeden Mikrowellenofen (10, 12) je eine Fördereinrichtung (20) vorgesehen

ist, die die Presslinge in bzw. durch den Hohlraumresonator (10) verfährt.

13. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Mikrowellenöfen (10, 12) in der Vakuumkammer (2) mit hintereinander fluchtend angeordneten Hohlraumresonatoren (10) vorgesehen sind, und dass eine gemeinsame Fördereinrichtung, welche ein um Umlenkrollen laufendes Endlosband aufweist, und welches durch alle Hohlraumresonatoren verläuft.
14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 15
gekennzeichnet durch Zuleitungen in die Vakuumkammer zum Zuführen eines Gasgemisches, und Ableitungen aus der Vakuumkammer (2) zum Ableiten des Gasgemisches aus der Vakuumkammer (2). 20
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, 25
gekennzeichnet durch Strömungsleiteinrichtungen in der Vakuumkammer und/oder in dem Hohlraumresonator zum Hindurchleiten des Gasstromes **durch** den/die Hohlraumresonatoren.
16. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, dass die Fördereinrichtung (20) die Presslinge vom Außenraum durch mindestens eine Schleuse hindurch in die Vakuumkammer (2) und innerhalb der Vakuumkammer (2) in den Hohlraumresonator (10) fördert. 35

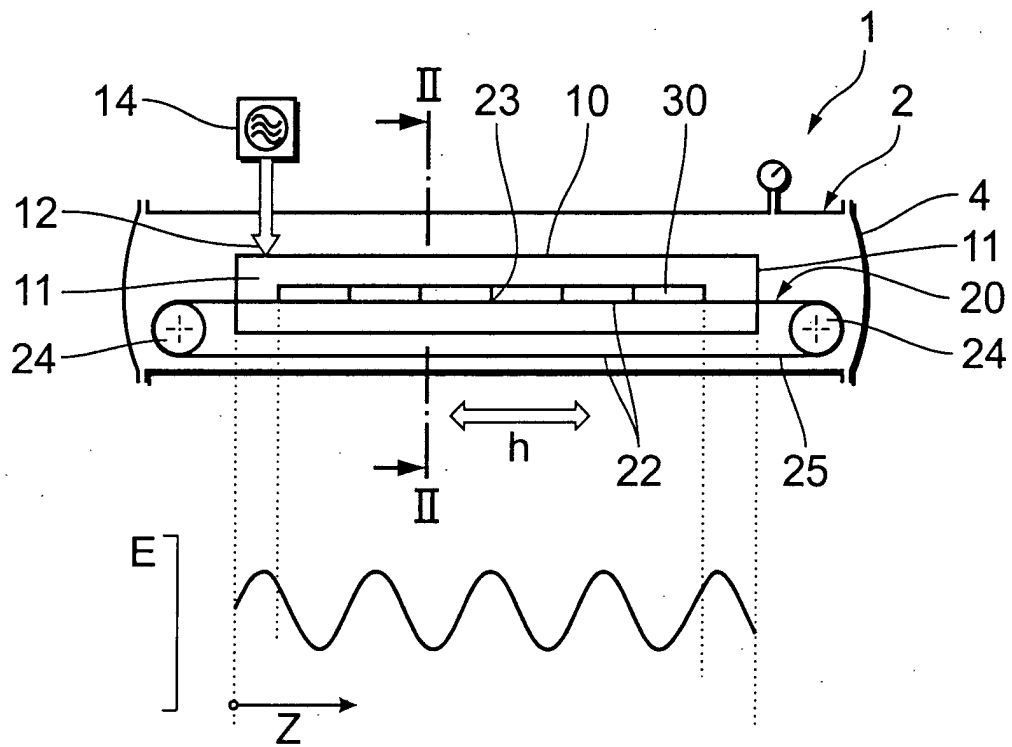


Fig. 1

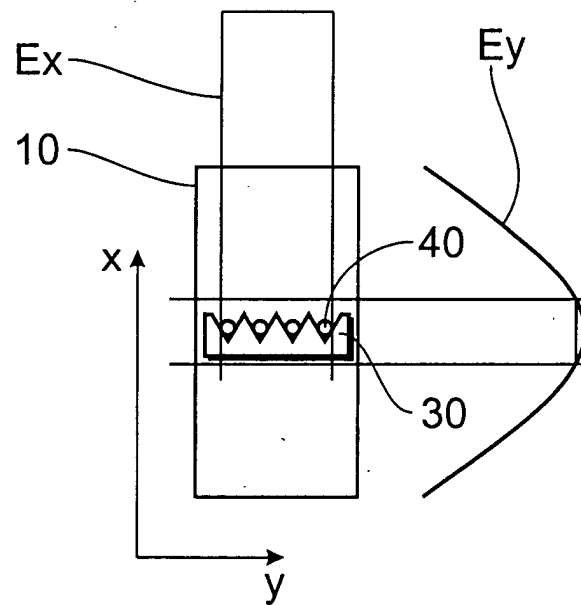


Fig. 2