



(11) **EP 3 120 982 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2017 Patentblatt 2017/04

(51) Int Cl.:
B28B 1/087 ^(2006.01) **B28B 3/02** ^(2006.01)
F23R 3/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16001473.4**

(22) Anmeldetag: **14.08.2012**

(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

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Krusch, Claus**
45257 Essen (DE)

(30) Priorität: **31.08.2011 DE 102011081847**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
12748202.4 / 2 750 844

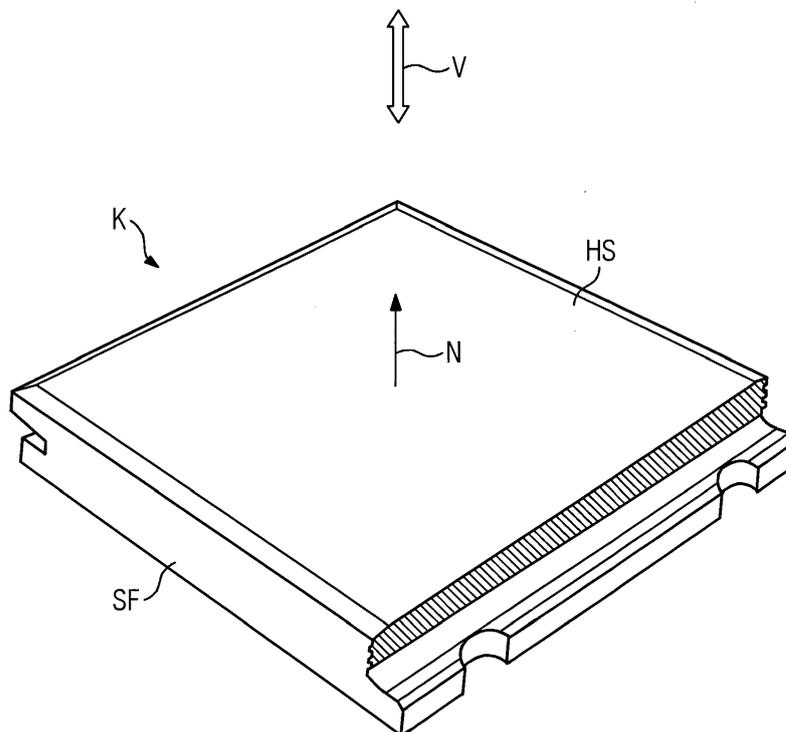
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 01-07-2016 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON FEUERFESTKERAMIKEN FÜR GASTURBINENANLAGEN**

(57) Die verschlossene, unter statischem Druck stehende Gießform wird anschließend gerichtet vibriert. Mit der Vibrations- bzw. Krafteinleitungsrichtung (V), die durch die Lage der Gießform relativ zur Vibrationsrichtung bestimmt wird, kann die Verteilung der Oberflächen- und Volumenfehler (Lunker) im Bauteil (K) gesteuert werden. Die Krafteinleitungsrichtung (V) ist dabei derart zu

wählen, dass sie in Richtung der Oberflächennormalen (N) der qualitätskritischen Bauteilfläche - hier der Heißgasseite (HS) der Feuerfestkeramik - wirkt. Somit kann hier eine nahezu lunkerfreie Oberfläche der Heißgasseite (HS) der Feuerfestkeramik für Gasturbinenanlagen erreicht werden.



EP 3 120 982 A2

Beschreibung

[0001] Verfahren zum Herstellen von Feuerfestkeramiken für Gasturbinenanlagen

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Feuerfestkeramiken für den Einsatz als Hitzeschild im Heißgaspfad von Gasturbinenanlagen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0003] Gasturbinenanlagen bestehen im Wesentlichen aus einem Verdichter, einem Brenner und einer Entspannungsturbine. Im Verdichter wird angesaugte Luft verdichtet, bevor sie im nachgeschalteten und im Verdichterplenum angeordneten Brenner in einer Brennkammer mit Brennstoff gemischt und dieses Gemisch verbrannt wird. Die der Brennkammer nachgeschaltete Entspannungsturbine entzieht dann den entstandenen Verbrennungsabgasen thermische Energie und wandelt diese in mechanische Energie um. Ein mit der Entspannungsturbine verbundener Generator wandelt diese mechanische Energie zur Stromerzeugung noch in elektrische Energie um.

[0004] Im Betrieb der Gasturbinenanlage entstehen in der Brennkammer, die den Heißgaspfad zwischen Brenner und Gasturbine bildet, Temperaturen, die typischerweise in der Größenordnung von ca. 1300 bis 1500 Grad Celsius liegen. Zur thermischen Abschirmung der den Heißgaspfad umschließenden Bauteile und Tragstrukturen werden deshalb entsprechende Brennkammerauskleidungen, beispielsweise in Form von Hitzeschilden, eingesetzt.

[0005] Solche Hitzeschilde können dabei sowohl metallisch als auch keramisch ausgeführt werden. Bei Gasturbinenanlagen werden aufgrund der aggressiven Heißgase keramische Materialien bevorzugt, die beispielsweise mittels eines Gießprozesses hergestellt werden. Hierzu ist ein Werkzeug sowie ein Verfahren zur Herstellung von Feuerfestkeramiken aus der EP 1 741 531 A1 bekannt. Dabei wird eine Gießform eingesetzt, welche als Baugruppe aus mehreren Einzelteilen zusammengebaut ist. Hierbei werden allseitig Formflächen durch die Gießform abgebildet, so dass sich unmittelbar die gewünschte Bauteilform ergibt. Zur Einbringung des Materials ist eine Einfüllöffnung vorhanden, in der sich überschüssiges Material zurückstauen kann.

[0006] Im Verlauf des Gießprozesses können aber in der Gießmasse Luftporen entstehen, die zu Fehlstellen (Lunker) im Grünling bzw. im fertig gebrannten Bauteil führen können. Diese Fehlstellen liegen dabei sowohl im Volumen als auch an der Oberfläche der Feuerfestkeramiken vor. Oberflächenfehler stellen aber gerade auf der Heißgasseite der Feuerfestkeramik das Hauptausschusskriterium im Rahmen der Qualitätskontrolle dar, da diese die mechanischen Eigenschaften besonders beeinflussen. Durch die Lunker kann es zu einer Schwächung der mechanischen Strukturen und damit zu einer verstärkten Rissbildung in der Feuerfestkeramik kommen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren be-

reit zu stellen, das diesen Nachteil vermeidet.

[0008] Diese Aufgabe wird mit dem Verfahren des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Gattungsgemäß umfasst das Verfahren die folgende Schritte:

- Einfüllen einer Gießmasse in eine Bauteilgießform für eine Feuerfestkeramik,
- Verschließen der Gießform, so dass die Gießmasse nach dem Verschließen unter einem definierten statischen Druck steht,
- gerichtetes Vibrieren der Gießform in Richtung (V) einer Oberflächennormalen (N) einer Oberfläche der herzustellenden Feuerfestkeramik, an die besondere Qualitätsanforderungen für den Einsatz als Hitzeschild gestellt werden,
- und anschließendes Entformen und Brennen des gegossenen Bauteils.

[0010] Dadurch, dass die Gießmasse nach dem Einbringen in die Gießform unter Aufrechterhaltung eines definierten statischen Drucks in Richtung der Oberflächennormalen qualitätskritischer Bauteilflächen gerichtet vibriert wird, lässt sich eine nahezu lunkerfreie Oberfläche erzielen. Eine Schwächung des keramischen Hitzeschildes, insbesondere der am stärksten beanspruchten Heißgasseite aufgrund festigkeitsreduzierender Fehlstellen, wird so effektiv verhindert.

[0011] Ein Hitzeschild bestehend aus zumindest einer Feuerfestkeramik die mit dem Verfahren hergestellt ist, ist dabei besonders robust und eine mit einem solchen Hitzeschild ausgerüstete Gasturbinenanlage kann sicher betrieben werden.

[0012] Die Erfindung soll nun anhand der in der Figur beispielhaft dargestellten Feuerfestkeramik K erläutert werden. Im Rahmen des Gießprozesses dieser Feuerfestkeramik kommt ein nicht näher gezeigter Gießformdeckel zum Einsatz, der beim Aufsetzen auf die Gießformschale in die darin befindliche Gießmasse eintaucht und die Gießmasse beim Schließen des Deckels zunehmend bis hin zum Gießformverschluss mit einem zuvor festgelegten statischen Druck beaufschlagt.

[0013] Bei gegebener Deckelgeometrie stellt die Füllhöhe der Gießmasse den wesentlichen Prozessparameter dar, der den Masse-Verdrängungsgrad und damit den resultierenden statischen Druck bestimmt.

[0014] Erfindungsgemäß erfolgt bereits das Aufsetzen des Gießformdeckels unter Vibration.

[0015] Zum sicheren Gießformverschluss ist die Gießform dann mit einer Spannvorrichtung zu versehen, mit der hohe Spannkraften erzeugt werden können. Eine derartige Spannvorrichtung stellen beispielsweise Kniehebelspanner dar.

[0016] Vorzugsweise entspricht die Geometrie des Gießformverschlusses schon der eigentlichen Geometrie der zu erzeugenden Feuerfestkeramik K, so dass eine Nachbearbeitung der Bauteilflächen ganz entfallen kann und auch das Schleifen gegebenenfalls vorhandener An-

gussstege deutlich reduziert werden kann.

Patentansprüche

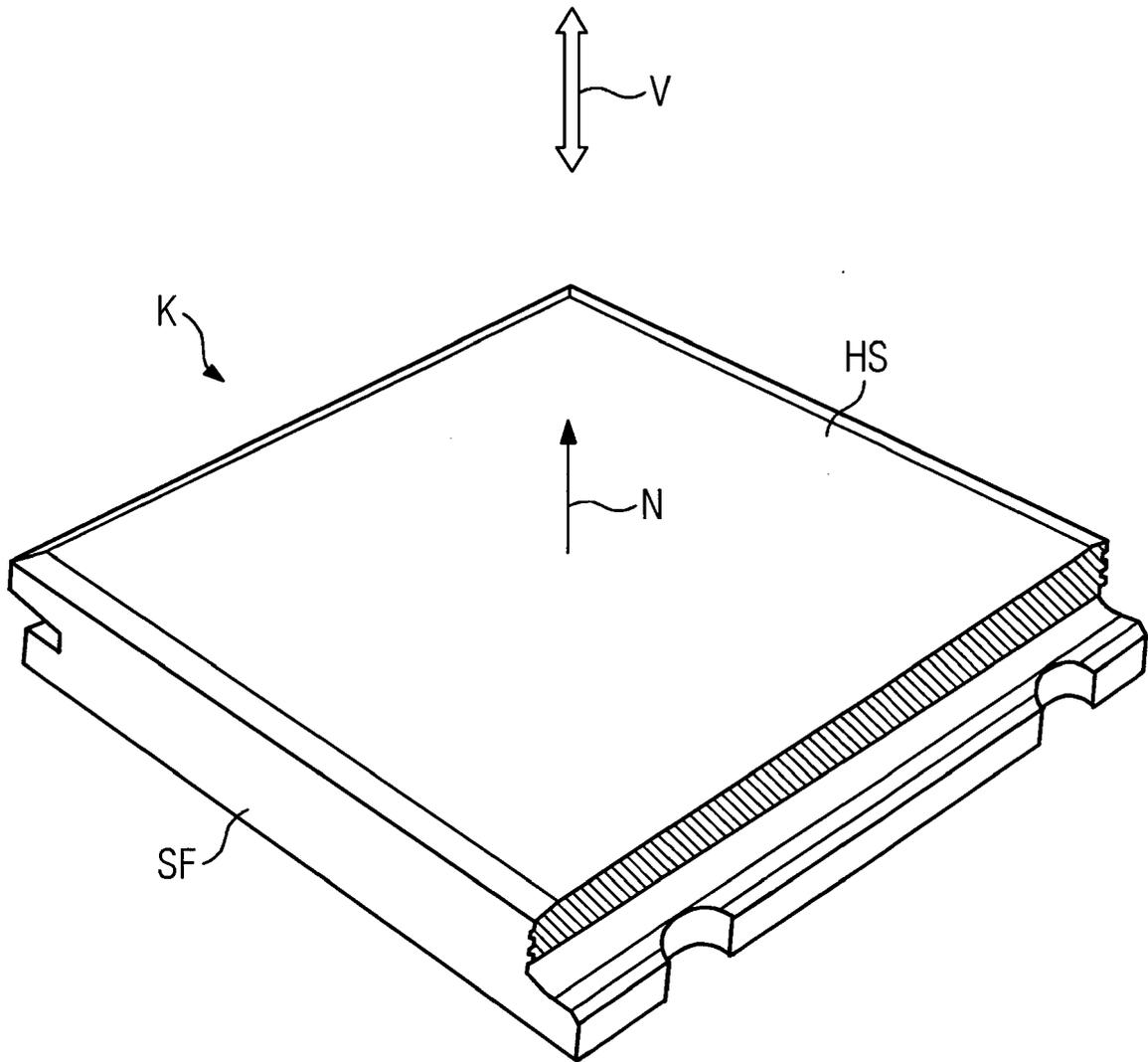
- 5
1. Verfahren zur Herstellung von Feuerfestkeramiken für den Einsatz als Hitzeschild im Heißgaspfad von Gasturbinenanlagen, umfassend die Schritte:
- Einfüllen einer Gießmasse in eine Bauteilgießform für die Feuerfestkeramik, 10
 - Vibration der Gießform,
 - Aufsetzen eines Gießformdeckels mit fortgesetzter Vibration,
 - Aufbringung einer Spannkraft auf den Gießformdeckel mittels einer Spannvorrichtung, so dass die Gießmasse unter Druck steht, 15
 - gerichtetes Vibrieren der Gießform in Richtung (V) einer Oberflächennormalen (N) einer ersten Oberfläche (HS) der herzustellenden Feuerfestkeramik, an die besondere Qualitätsanforderungen für den Einsatz als Hitzeschild gestellt werden, 20
 - und anschließendes Entformen und Brennen des gegossenen Bauteils. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche an die besondere Qualitätsanforderungen gestellt wird, die Heißgasseite (HS) der Feuerfestkeramik (K) ist. 30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Spannvorrichtung erzeugt Druck im Wesentlichen durch die Füllhöhe bestimmt wird. 35

40

45

50

55



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

- EP 1741531 A1 [0005]