



(10) **DE 11 2012 003 532 T5** 2014.05.08

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/032831**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 003 532.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2012/051971**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.08.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **07.03.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.05.2014**

(51) Int Cl.: **B28B 11/00** (2006.01)
B28B 17/00 (2006.01)
G01B 11/30 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
US-61/527,846 **26.08.2011** **US**

(71) Anmelder:
Dow Global Technologies LLC, Midland, Mich., US

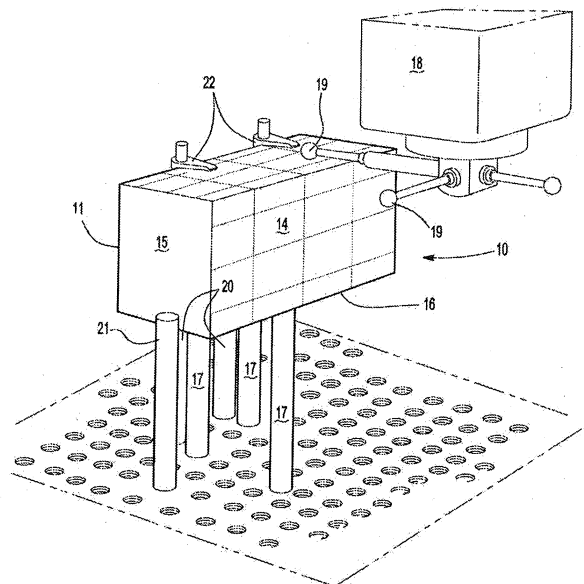
(74) Vertreter:
Casalonga & Partners, 80335, München, DE

(72) Erfinder:
Maurer, Myron John, Saginaw, Mich., US;
Weyburne, Joshua Robert, Beaverton, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verbessertes Verfahren zur Herstellung von keramischen Körpern**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren, umfassend: a) Bestimmen der Krümmung in Extrusionsrichtung eines oder mehrerer linearer Pfade auf einer Außenfläche oder Außenflächen eines extrudierten keramischen Teils, so dass die maximale Krümmung in Extrusionsrichtung des einen oder der mehreren linearen Pfade oder Außenflächen des extrudierten keramischen Grünkörper-Teils bestimmt werden können; b) Identifizieren des linearen Pfads auf der Außenfläche oder der Außenfläche mit einer maximalen konvexen Krümmung; c) Anordnen des Grünkörper-Teils auf einem Träger mit dem linearen Pfad auf der Außenfläche oder der Außenflächenstelle mit der maximalen konvexen Form in Kontakt mit dem Träger; und d) Verarbeiten des Grünkörper-Teils, während es auf dem Träger mit dem linearen Pfad auf der Außenfläche oder der Fläche mit der konvexen Form auf dem Träger angeordnet ist, so dass die Krümmung infolge des Verfahrens reduziert wird.



Beschreibung**PRIORITÄTSANSPRUCH**

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität aus der vorläufigen Anmeldung mit der Seriennummer 61/527,846, eingereicht am 26. August 2011, die hierin durch Bezugnahme in vollem Umfang aufgenommen wird.

GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Verfahren zur Herstellung von keramischen Körpern mit verbessertem Formprofil und auf Filter, die aus den keramischen Körpern hergestellt werden. Die vorliegende Erfindung bezieht sich ferner allgemein auf ein Verfahren zur Herstellung von keramischen Körpern mit verbesserter Leistung und auf Filter, die durch das Verfahren hergestellt werden.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0003] Diesel- und Benzinmotoren emittieren Russpartikel, sehr feine Partikel aus Kohlenstoff und löslichen organischen Stoffen, sowie typische schädliche Motorenabgase (d. h. HC, CO und NO_x). Es wurden Vorschriften erlassen, die die Russmenge, die emittiert werden darf, absenken. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurden Russfilter verwendet. Die Filter müssen regelmäßig regeneriert werden, indem der Russ abgebrannt wird, was zu Belastungen aus axialen und radialen Temperaturgradienten führt, die ein Reißen des Filters aufgrund von Belastungen hervorrufen können, die durch die Differenztemperaturen zusammen mit dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Filtermaterials hervorgerufen werden.

[0004] Um diesen Belastungen standzuhalten, werden keramische Waben, wie etwa Katalysatoren, Wärmetauscher und Filter, kleinere Wabensegmente zu Anordnungen von Segmenten zusammengefügt, um eine größere Wabenstruktur zu bilden (segmentierte Substrate). Zum Beispiel wurden Kittschichten zwischen den Waben verwendet, um die Wärmeleitfähigkeit zu erhöhen, um die maximale Temperatur zu reduzieren, die in der zusammengefügten Wabe erreicht wird, wie von US 6,669,751 beschrieben, das hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird. Um die verbesserte Wärmeleitfähigkeit zu erreichen, wurden in diesen Kittschichten/Dichtlagen/Klebstoffen keramische Partikel verwendet, um die thermische Masse/Leitfähigkeit und die Einfachheit der Anwendung für die kleineren Wabensegmente zu erhöhen. Häufig werden solche Kittschichten durch die Verwendung von keramischen Fasern und keramischen Bindemitteln und organischen Bindemitteln verbessert, wie von der US-Patentschrift Nr. 5,914,187 beschrieben, die hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird, um das Aufbringen des Kitts vor dem Brennen zu erleichtern (z. B. um die Segregation von Partikeln zu reduzieren) und um einige mechanische Eigenschaften, wie etwa die Härte des Kitts, zu verbessern.

[0005] Die Wabensegmente, die zusammengefügt werden, um diese Filter herzustellen, weisen keine perfekt geraden Flächen auf und sind nicht vollkommen eben. Wenn die zusammengeklebten Flächen eine zu große Variation der Geradheit oder Ebenheit entlang der Fläche aufweisen, muss der Kitt, der verwendet wird, um die Flächen der Wabensegmente zu kleben, dicker sein, als wenn die Flächen relativ eben und gerade sind. Dicke Kittschichten können nachteilige Auswirkungen auf die zusammengefügten Waben haben, zum Beispiel wird der Gegendruck erhöht und die Wärmestabilität wird verringert. Es ist bekannt, die Ebenheit von Segmentflächen zu messen, vgl. US 6,596,666 und US 7,879,428, die hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden, die JISB0621-1984 als Testverfahren zur Messung der Ebenheit zitieren. Ebenheit wird im Allgemeinen gemessen, indem zwei parallele Ebenen definiert werden. Eine Ebene wird durch die innerste Fläche einer Seite eines Wabensegments, in Richtung der Mitte des Wabensegments (Ebenenanpassung an die gemessenen Punkte mithilfe der kleinsten Quadrate) definiert und die zweite Ebene wird durch die äußerste Fläche der gleichen Seite eines Wabensegments definiert. Der Abstand zwischen den Ebenen, berechnet als die Differenz zwischen äußerer minus innerer Fläche, ist als Ebenheit bekannt und ist per Definition immer positiv. Niedrigere Ebenheitszahlen werden als besser angesehen. In der Praxis wird die Fläche kartiert, indem mehrere Datenpunkte (z. B. x, y und z) bestimmt werden und eine Anpassungsebene der kleinsten Quadrate basierend auf der Population von Punkten mathematisch berechnet wird. In der Produktion werden fertige Segmente hinsichtlich ihrer Ebenheit gemessen und wenn ein Segment eine Seite mit einer Ebenheit aufweist, die über der akzeptablen Grenze liegt, wird das Segment abgelehnt oder verworfen. Das Verwerfen einer signifikanten Anzahl von Segmenten führt zu unerwünschten Kosten.

[0006] Verfahren zur Herstellung von keramischen Körpern können zu einer Anzahl von Teilen führen, die entlang einer Linie oder einer Oberfläche ein gebogenes Profil (Krümmung) aufweisen. Dieses gebogene Profil kann bei der Verwendung des keramischen Körpers in der vorgesehenen Anwendung Probleme bereiten.

Wenn der keramische Körper verwendet wird, um größere keramische Anordnungen herzustellen, können solche gebogenen Profile (d. h. nicht gerade oder nicht eben) dazu führen, dass das Teil nicht für das Zusammenfügen in einen größeren Anordnung geeignet ist oder zu viel Zement erfordert, um das Teil sachgerecht an die anderen Teile zu kleben.

[0007] Gebraucht wird ein Verfahren zur Herstellung von extrudierten keramischen Körpern ohne eine signifikante Anzahl von Einheiten, die eine nicht akzeptable Krümmung aufweisen. Gebraucht wird ein Verfahren zur Herstellung von segmentierten keramischen Teilen mit verbessertem Fluss (z. B. geringerem Gegendruck); verbesserter Temperaturwechselbeständigkeit und eines das effizienter ist als im Fachgebiet bekannte Verfahren (das z. B. eine höhere Segmentnutzungsquote oder eine niedriger Segmentablehnungsquote aufweist). Gebraucht wird ein Verfahren zur Identifizierung von Segmenten mit einer nicht akzeptablen Krümmung oder Ebenheit und zur Reparatur der Krümmung oder Ebenheit, um dadurch die Verwerfungsquote der Produktion zu reduzieren und die Eigenschaften der keramischen Körper und der Baugruppen aus keramischen Körpern zu verbessern.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die vorliegende Erfindung ist ein Verfahren, umfassend: a) Bestimmen der Krümmung in Extrusionsrichtung eines oder mehrerer linearer Pfade auf einer Außenfläche oder Außenflächen eines extrudierten Keramikteils, so dass die maximale Krümmung in Extrusionsrichtung des einen oder der mehreren linearen Pfade oder Außenflächen des extrudierten keramischen Grünkörper-Teils bestimmt werden kann; b) Identifizieren des linearen Pfads auf der Außenfläche oder der Außenfläche mit einer maximalen konvexen Krümmung; c) Anordnen des Grünkörper-Teils auf einem Träger mit dem linearen Pfad auf der Außenflächen oder der Außenflächenstelle mit der maximalen konvexen Form in Kontakt mit dem Träger; und d) Verarbeiten des Grünkörper-Teils, während es auf dem Träger mit dem linearen Pfad auf der Außenflächen oder der Fläche mit der konvexen Form auf dem Träger angeordnet ist, so dass die Krümmung infolge des Verfahrens reduziert wird.

[0009] Eine andere Ausführungsform der Erfindung ist ein Verfahren, umfassend: a) Identifizieren einer Anzahl, von Punkten eines oder mehrerer linearer Pfade der Außenfläche oder Außenflächen (z. B. ebenen Seiten) eines extrudierten keramischen Grünkörper-Teils mit einem oder mehreren linearen Pfaden auf der Außenfläche oder Außenflächen (ebenen Seiten); b) Identifizieren eines linearen Pfads oder einer Fläche (Seite) mit einer konvexen Form; c) Anordnen des Grünkörper-Teils auf einem Träger mit dem linearen Pfad oder der Fläche (Seite) mit der konvexen Form auf dem Träger; und d) Umwandeln des Grünkörper-Teils in ein keramisches Teil, während es auf dem Träger mit dem linearen Pfad oder der Fläche (Seite) mit der konvexen Form auf dem Träger und in Kontakt mit den Träger angeordnet ist; wobei das resultierende keramische Teil eine reduzierte Krümmung oder Ebenheit mindestens eines der linearen Pfade der Außenfläche oder der Außenflächen (z. B. ebenen Seiten) aufweist. In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Ebenheit einer oder mehrerer ebener Seiten des keramischen Teils bestimmt. Bevorzugt weist eine oder weisen mehrere der ebenen Seiten eines keramischen Teils nach dem Verfahren der Erfindung etwa 0 bis etwa 3,0 mm auf. Bevorzugt beträgt die Krümmung des linearen Pfads der Außenfläche oder der ebenen Seite der Außenfläche etwa 2,0 mm oder weniger und stärker bevorzugt etwa 1,0 mm oder weniger. "Linearer Pfad", wie verwendet, bedeutet eine Linie entlang einer Außenfläche eines extrudierten Grünkörper-Teils, die bevorzugt in Extrusionsrichtung verläuft. Bevorzugt ist der Träger eine Förderstrecke oder eine Platte auf einem Förderer und der Träger ist geeignet, das Teil während der Verfahrensschritte zur Ausbildung des Teils in ein keramisches Teil zu tragen. In einer Ausführungsform wird eine oder werden mehrere der Flächen des keramischen Teils an ein oder mehrere andere keramische Teile mit zusammenpassenden Flächen gekittet. Bevorzugt sind solche zusammenpassenden Flächen ebene Flächen. Bevorzugt weisen die keramischen Teile, Segmente, eine Vielzahl von ebenen Seiten (Flächen) auf. Bevorzugt wird eine oder werden mehrere der linearen Pfade und/oder Flächen kartiert und die Ergebnisse der Kartierung werden verwendet, um die Krümmung und/oder Ebenheit der kartierten linearen Pfade oder Flächen zu berechnen. Bevorzugt wird eine der Flächen des Grünkörper-Teils mit einer Referenzmarkierung markiert, um die Identifikation aller Flächen (Seiten) des Grünkörper-Teils zu erleichtern. Bevorzugt beträgt die resultierende Ebenheit aller Seiten (Flächen) etwa 0 bis 3,0 mm. Bevorzugt beträgt die Krümmung aller ebenen Flächen oder linearen Pfade in Extrusionsrichtung etwa 0 bis etwa 2,0 mm.

[0010] Die Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung extrudierter keramischer Teile mit akzeptabler Krümmung und/oder Ebenheit bereit. Das Verfahren ermöglicht die Korrektur von Teilen mit inakzeptabler Krümmung und/oder Ebenheit. Das Verfahren der Erfindung zur Herstellung keramischer Teile stellt die Herstellung von segmentierten keramischen Teilen bereit, die einen verbesserten Fluss (z. B. geringeren Gegendruck); verbesserte Wärmeleistung aufweisen und das Verfahren ist effizienter als im Fachgebiet bekannte Verfahren (es weist z. B. eine höhere Segmentnutzungsquote oder eine niedrigere Segmentablehnungsquote auf). Das

Verfahren identifiziert Segmente, die eine inakzeptable Krümmung und/oder Ebenheit aufweisen und ermöglicht die Reparatur der Krümmung und/oder Ebenheit, um dadurch die Verwerfungsquote der Produktion zu reduzieren und um die Leistung der zusammengefügt keramischen Teile zu verbessern. Bevorzugt führt das Verfahren der Erfindung zu einer Krümmungs- und/oder Ebenheitszahl des linearen Pfads oder einer ebenen Seite mit einer konvexen Form, die um etwa 25 Prozent oder mehr reduziert ist. Bevorzugt wird die Akzeptanzquote der Produktion einer Vielzahl von keramischen Teilen gegenüber anderen Produktionsprozessen um 10 Prozent erhöht.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Fig. 1 zeigt ein keramisches Segment in einem System zur Messung der Segmentflächen.

[0012] Fig. 2 zeigt ein Segment mit Referenzmarkierungen.

[0013] Fig. 3 zeigt ein Beispiel der Linien, entlang deren die Flächen der Segmente gemessen werden.

[0014] Fig. 4 zeigt ein Diagramm der Messdaten für eine Oberfläche, die die Krümmung einer Oberfläche eines keramischen Teils zeigt.

[0015] Fig. 5 zeigt verschiedene Ausrichtungen der Segmente mit einer Krümmung auf einem Träger.

[0016] Fig. 6 illustriert, wie das feste Koordinatensystem unter Verwendung des Festlegungssystems, das in den Beispielen verwendet wird, definiert wird.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0017] Die hierin präsentierten Erläuterungen und Illustrationen dienen dazu, anderen Fachleuten auf dem Gebiet der Erfindung deren Grundlagen und deren praktische Anwendung bekannt zu machen. Fachleute auf dem Gebiet können die Erfindung in ihren verschiedenen Formen so anpassen und anwenden, wie sie am besten für die Anforderungen einer speziellen Verwendung geeignet ist. Die spezifischen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wie dargelegt, sind nicht als erschöpfend anzusehen oder als die Erfindung beschränkend auszulegen. Der Umfang der Erfindung soll nicht unter Bezugnahme auf die obige Beschreibung bestimmt werden, sondern stattdessen unter Bezugnahme auf die beigefügten Ansprüche, zusammen mit ihrem vollen Umfang an Äquivalenten bestimmt werden, die von den Ansprüchen abgedeckt werden. Die Offenbarungen aller Gegenstände und Literaturhinweise, einschließlich der Patentanmeldungen und Veröffentlichungen, sind hierin durch Bezugnahme für alle Zwecke aufgenommen. Andere Kombinationen sind, wie sich aus den folgenden Ansprüchen entnehmen lässt, die hierin durch Bezugnahme ebenfalls in diese schriftliche Beschreibung aufgenommen werden, ebenfalls möglich.

[0018] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von keramischen Produkten, wobei der Prozentsatz solcher Produkte mit einer akzeptablen Krümmung (Geradheit) und/oder Ebenheit höher ist und wobei ein signifikanter Anteil an keramischen Grünkörpern mit einer inakzeptablen Krümmung und/oder Ebenheit mithilfe des Verfahrens korrigiert werden kann. In einer anderen Ausführungsform bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von keramischen Produkten, die auf ihren Außenflächen lineare Pfade oder ebene Flächen (Seiten) aufweisen, wobei der Prozentsatz solcher Produkte mit einer akzeptablen Krümmung und/oder Ebenheit höher ist und wobei ein signifikanter Anteil an keramischen Grünkörpern mit inakzeptabler Krümmung und/oder Ebenheit mithilfe des Verfahrens korrigiert werden kann. Das Verfahren umfasst im Allgemeinen: a) das Bestimmen der Krümmung eines oder mehrerer linearer Pfade oder ebener Oberflächen auf der Außenfläche eines extrudierten keramischen Grünkörper-Wabenteils, das einen oder mehrere lineare Pfade oder ebene Flächen auf seiner Außenfläche aufweist; b) das Identifizieren eines linearen Pfads oder einer Oberfläche mit einer konvexen Form; c) das Anordnen des Grünkörper-Teils auf einem Träger mit dem linearen Pfad oder der Oberfläche mit der konvexen Form auf dem Träger; und d) das Umwandeln des Grünkörper-Teils in ein keramisches Teil, während es auf dem Träger mit dem linearen Pfad oder der Fläche mit der konvexen Form auf dem Träger und in Kontakt mit dem Träger angeordnet ist. Der keramische Grünkörper, der in diesem Verfahren verwendet wird, ist ein Ausgangsmaterial für ein keramisches Teil, das eine endkonturnahe Form aufweist und wobei das Teil weitgehend getrocknet wurde, das heißt, bei dem ein großer Anteil des flüssigen Trägers oder im Wesentlichen der gesamte flüssige Träger, der mit den keramischen Ausgangsmaterialien gemischt ist, und dadurch das verwendete Gemisch ergibt, um die gewünschte Form des keramischen Teils zu bilden, entfernt ist. "Im Wesentlichen entfernt", wie im Kontext der Entfernung des flüssigen Trägers aus dem nasskeramischen Grünkörper

verwendet, bedeutet, dass der Grünkörper der Entfernung des Bindemittels und der Bildung der keramischen Struktur unterzogen werden kann, ohne dass der flüssige Träger das Verfahren stört. In diesem Kontext bedeutet „im Wesentlichen entfernt“, dass etwa 10 Gewichtsprozent oder weniger und stärker bevorzugt etwa 5 Gewichtsprozent oder weniger des flüssigen Trägers in dem getrockneten keramischen Grünkörper zurückgehalten werden. „Krümmung“, wie hierin verwendet, bedeutet eine Abweichung von der Ebenheit oder Geradheit entlang der Längen- und/oder Breitenabmessungen eines keramischen Körpers. „Geradheit“ bezogen auf einen linearen Pfad bezieht sich auf die Eigenschaft einer Linie auf der Fläche eines keramischen Grünkörpers im Hinblick darauf, wie viel sie von einer perfekt geraden Linie abweicht. Bevorzugt ist dieser lineare Pfad in Extrusionsrichtung des keramischen Körpers angeordnet.

[0019] Die Wabe kann durch jedes geeignete Verfahren, wie etwa durch die im Fachgebiet bekannten Verfahren gebildet werden, wobei das häufigste die Extrusion einer keramischen plastischen Masse ist, die aus keramischen Partikeln und Extrusionsadditiven und Flüssigkeiten besteht, um die Masse plastisch zu machen und die Partikel zu verbinden. Die extrudierte Wabe wird dann in der Regel von Trägerflüssigkeiten getrocknet, organische Additive, wie etwa Gleitmittel, Bindemittel und Tenside, werden durch Erhitzen entfernt und sie wird weiter erhitzt, so dass die keramischen Partikel miteinander fusionieren oder zusammensintern oder neue Partikel erzeugen, die anschließend miteinander fusionieren. Solche Verfahren werden in zahlreichen Patentschriften und offen zugänglicher Literatur beschrieben, aus denen die folgenden US-Patentschriften Nr. 4,329,162; 4,741,792; 4,001,028; 4,162,285; 3,899,326; 4,786,542; 4,837,943 und 5,538,681 nur eine kleine repräsentative Auswahl sind, die alle hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden.

[0020] Keramische Teile werden im Allgemeinen durch Inkontaktbringen eines oder mehrerer Ausgangsmaterialien für die keramische Struktur, keramischer Ausgangsmaterialien, optional eines oder mehrerer Bindemittel und eines oder mehrerer flüssiger Träger hergestellt. Die keramischen Ausgangsmaterialien sind die Reaktanten oder Komponenten, die, wenn sie bestimmten Bedingungen ausgesetzt werden, einen keramischen Körper oder ein keramisches Teil bilden. Alle bekannten keramischen Ausgangsmaterialien können bei der Bildung von nasskeramischen Grünkörpern und schließlich keramischen Körpern verwendet werden, die von dem Verfahren der Erfindung abgeleitet werden. Enthalten in den keramischen Ausgangsmaterialien sind die Ausgangsmaterialien, die verwendet werden, um eines oder mehrere aus Mullit (wie etwa in den US-Patentschriften 7,485,594; US 6,953,554; US 4,948,766 und US 5,173,349 offenbart, die alle hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden), Siliciumcarbid, Cordierit, Aluminiumtitanat, Aluminiumoxid, Zirkonium, Siliciumnitrid, Aluminiumnitrid, Siliciumoxinitrid, Siliciumcarbonitrid, Beta-Spodumen, Strontiumaluminiumsilicaten, Lithiumaluminiumsilicaten, Verbundstoffen aus Mullit und Cordierit und dergleichen herzustellen. Bevorzugte poröse keramische Körper beinhalten Mullit, Siliciumcarbid, Aluminiumtitanat, Cordierit und Zusammensetzungen, die keramische Bindemittel und keramische Fasern, Mullit, Verbundstoffe aus Mullit und Cordierit oder Kombinationen davon enthalten. Bevorzugte Siliciumcarbid werden in den US-Patentschriften Nr. 6,582,796, 6,669,751B1 und in den WO-Veröffentlichungen EP1142619A1, WO 2002/070106A1 beschrieben. Andere geeignete poröse Körper werden durch WO 2004/011386A1, WO 2004/01124A1, US 2004/0020359A1 und WO 2003/051488A1 beschrieben, die alle hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden. Organische Bindemittel, die in dieser Erfindung nützlich sind, beinhalten alle bekannten Materialien, die den nasskeramischen Grünkörper formbar machen. Bevorzugt sind die Bindemittel organische Materialien, die sich abbauen oder bei Temperaturen unter der Temperatur brennen, bei der die keramischen Ausgangsmaterialien reagieren, um keramische Körper oder keramische Teile zu bilden. Zu den bevorzugten Bindemitteln gehören jene, die in Introduction to the Principles of Ceramic Processing, J. Reed, Wiley Interscience, 1988), beschrieben werden, die hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden. Ein besonders bevorzugtes Bindemittel ist Methylcellulose (wie etwa METHOCEL A15LV Methylcellulose, The Dow Chemical Co., Midland, Mich.). Flüssige Träger beinhalten alle Flüssigkeiten, die die Bildung eines formbaren, nasskeramischen Gemischs erleichtern. Zu den bevorzugten flüssigen Trägern (Dispergiermitteln) gehören jene Materialien, die in Introduction to the Principles of Ceramic Processing, J. Reed, Wiley Interscience, 1988), beschrieben werden. Ein besonders bevorzugter flüssiger Träger ist Wasser. Das Gemisch, das bei der Herstellung von nasskeramischen Grünkörpern nützlich ist, kann durch jedes geeignete Verfahren hergestellt werden, wie etwa jenen, die im Fachgebiet bekannt sind. Beispiele beinhalten Mahlen mit einer Kugelmühle, Mischen mit einem Wendelmischer, Mischen mit einem vertikalen Schraubenmischer, Mischen mit einem V-Mischer und Mahlen mit einer Reibungsmühle. Das Gemisch kann trocken (d. h. in Abwesenheit eines flüssigen Trägers) oder nass hergestellt werden. Wenn das Gemisch in Abwesenheit eines flüssigen Trägers hergestellt wird, wird anschließend ein flüssiger Träger unter Verwendung eines der in diesem Absatz beschriebenen Verfahren zugegeben.

[0021] Das Gemisch des keramischen Ausgangsmaterials, optional Bindemittel und flüssige Träger, können mithilfe aller Mittel gebildet werden, die im Fachgebiet bekannt sind. Beispiele beinhalten Spritzgießen, Extrusion, isostatisches Verdichten, Schlickergießen, Walzenverdichten und Foliengießen. Alle diese Verfahren

werden in Introduction to the Principles of Ceramic Processing, J. Reed, Kapitel 20 und 21, Wiley Interscience, 1988, ausführlicher beschrieben, das hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Gemisch in die endkonturnahe Form und Größe des letztlich gewünschten keramischen Körpers, wie etwa eines Durchflussfilters, geformt. "Endkonturnahe Form und Größe" bedeutet die Größe des nasskeramischen Grünkörpers liegt innerhalb von 10 Volumenprozent der Größe des fertigen keramischen Körpers und bevorzugt liegt die Größe und Form innerhalb von 5 Volumenprozent der Größe des fertigen keramischen Körpers. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die keramische Struktur eine Wabenstruktur. Bevorzugt ist die Wabenstruktur in Ebenen angeordnet, die senkrecht zur Extrusionsrichtung verlaufen. In der Anwendung wird jeder gebildete Kanal an einem der beiden Enden mit einem Stopfen verschlossen. Auf einer Seite werden die Kanäle abwechselnd mit einem Stopfen verschlossen. In dem nasskeramischen Grünkörper ist bevorzugt keiner der Kanäle oder Strömungskanäle blockiert oder mit einem Stopfen verschlossen. Bei der Ausführung der Erfindung können die poröse keramische Wabe sowie die Stopfen (Anmerkung: Die Stopfen können aus der gleichen oder einer anderen Keramik bestehen als die Wabe oder können auch einfach aus den Trennwänden der Wabe bestehen, die zusammengedrückt werden, um einen Kanal abzusperren) jede geeignete Keramik oder Kombinationen von Keramiken sein.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der nasskeramische Grünkörper so geformt, dass er als Durchflussfilter verwendet werden kann. In diesem Stadium des Verfahrens weist der nasskeramische Grünkörper zwei gegenüberliegende Seiten auf, die im Wesentlichen planar sind. Der nasskeramische Grünkörper weist eine Querschnittsform auf, die für alle Ebenen, die parallel zu den beiden gegenüberliegenden Seiten sind, konsistent ist. Die Querschnittsform kann jede Form sein, die für die vorgesehene Verwendung geeignet ist und kann unregelmäßig sein oder kann jede bekannte Form aufweisen, wie etwa rund, oval oder polygonal. Bevorzugt weist die Querschnittsform eine ebene Oberfläche auf, die in der Lage ist, den keramischen Körper zu tragen. Bevorzugt ist die Querschnittsform polygonal. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Form rechteckig oder quadratisch. Wenn die Form unregelmäßig ist, muss sie mindestens einen linearen Pfad oder eine Oberfläche aufweisen, die planar ist, so dass der nasskeramische Körper auf dem Träger auf dem linearen Pfad oder der planaren Flächen angeordnet werden kann. Der nasskeramische Grünkörper weist eine Vielzahl von geformten Wänden auf, die sich von einer gegenüberliegenden Seite zur anderen gegenüberliegenden Seite erstrecken. Die Wände bilden eine Vielzahl von Strömungskanälen, die sich von einer gegenüberliegenden Seite zur anderen gegenüberliegenden Seite erstrecken. Bevorzugt sind in diesem Stadium alle Strömungskanäle zu beiden gegenüberliegenden Seiten offen. Dies ermöglicht eine effizientere Entfernung des flüssigen Trägers.

[0023] Danach wird der nasskeramische Grünkörper Bedingungen zur Entfernung des flüssigen Trägers, das heißt, zur Trocknung des nasskeramischen Grünkörpers, ausgesetzt. Der nasskeramische Grünkörper wird auf einer tragenden Struktur angeordnet, während er den Bedingungen zur Entfernung des flüssigen Trägers ausgesetzt wird. Die tragende Struktur erfüllt die Funktion, den nasskeramischen Grünkörper während des Verfahrens zur Entfernung des flüssigen Trägers zu halten. Außerdem erfüllt die tragende Struktur eine oder mehrere der folgenden Funktionen: Verhindern, dass sich der Teil des nasskeramischen Grünkörpers, der in Kontakt mit der tragenden Struktur ist, verformt (das heißt, dass sich die Krümmung eines linearen Pfads oder einer ebenen Oberfläche vergrößert oder die ebene Oberfläche von einer perfekt planaren Struktur abweicht) ; Ermöglichen, dass ein oder mehrere Trocknungsfluide mit dem Teil des nasskeramischen Grünkörpers in Kontakt kommen, der mit der tragenden Struktur in Kontakt ist; und Ermöglichen, dass sich jeder flüssige Träger, der aus dem nasskeramischen Grünkörper austritt, von dem nasskeramischen Grünkörper entfernt.

[0024] Die tragende Struktur (Träger) besteht in einer Ausführungsform aus einem oder mehreren Trägerfolien. In einer anderen Ausführungsform umfasst die tragende Struktur eine oder mehrere Trägerfolien und eine oder mehrere Haltefolien. Die eine oder die mehreren Trägerfolien wirken, um während des Verfahrens zur Entfernung des flüssigen Trägers direkt mit dem nasskeramischen Grünkörper-Teil in Kontakt zu sein und es zu halten. Bevorzugt wird nur eine Trägerfolie verwendet. Die eine oder die mehreren Haltestrukturen wirken, um die Trägerfolie auf eine Weise zu halten, dass der nasskeramische Körper seine gewünschte Form bewahrt oder sich an diese anpasst, sich während des Verfahrens zum Entfernen des flüssigen Trägers nicht weiter verformt. Die eine oder die mehreren Trägerstrukturen können eine oder mehrere der folgenden zusätzlichen Funktionen erfüllen: Erleichtern des Kontakts des Trocknungsfluids mit dem nasskeramischen Grünkörper oder Erleichtern des Wegströmens des flüssigen Trägers von dem keramischen Grünkörper. Bevorzugt enthält die Trägerstruktur eine Haltestruktur. „Bewahrt seine Form“ oder „verformt sich nicht“ bedeutet, dass der nasskeramische Grünkörper seine Form, abgesehen von der Anpassung an die gewünschte Form, nicht verändert und dass der Abschnitt des nasskeramischen Körpers, der in Kontakt mit der Trägerstruktur ist, im Wesentlichen planar oder linear bleibt. Bevorzugte Trägerfolien werden in der gemeinsamen Parallelanmeldung mit dem Titel "DRYING METHOD FOR CERAMIC GREENWARE", eingereicht am 22. Juni 2011,

Seriennummer 13/166,298 und der am 22. Juni 2011 eingereichten PCT-Anmeldung, Nummer PCT/US/11/41410 beschrieben, die beide hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden. In der Ausführungsform, in der der keramische Körper keine ebene Oberfläche enthält, kann die Trägerfolie geformt werden, um die Form des keramischen Körpers zu halten, das heißt, sie weist eine Querschnittsform auf, die mit dem Abschnitt des keramischen Körpers, der in Kontakt mit der Trägerfolie ist, übereinstimmt. Das Verfahren der Erfindung zur Entfernung des flüssigen Trägers aus einem nasskeramischen Grünkörper beinhaltet das Anordnen des nasskeramischen Körpers auf einer Trägerstruktur und das Anordnen des nasskeramischen Grünkörpers auf der Trägerstruktur in einem Ofen unter solchen Bedingungen, dass der flüssige Träger im Wesentlichen aus dem keramischen Grünkörper entfernt wird.

[0025] In diesem Verfahren kann jeder Ofen verwendet werden, der das Entfernen des flüssigen Trägers aus dem nasskeramischen Körper unterstützt. Zu den bevorzugten Öfen, die in der Erfindung nützlich sind, gehören Konvektionsöfen, Infrarotöfen, Mikrowellenöfen, Hochfrequenzöfen und dergleichen. In einer stärker bevorzugten Ausführungsform wird ein Mikrowellenofen verwendet. Der nasskeramische Körper auf einer Trägerstruktur kann in einem Ofen für eine Zeit angeordnet werden, die ausreicht, dass der flüssige Träger im Wesentlichen aus dem keramischen Grünkörper entfernt wird, und kann dann aus dem Ofen entfernt werden. Der nasskeramische Körper auf einer Trägerstruktur kann manuell in dem Ofen angeordnet und aus dem Ofen entfernt werden. Alternativ kann der nasskeramische Körper auf einer Trägerstruktur automatisch in einen Ofen eingeführt, durch diesen bewegt und aus diesem entfernt werden. Jedes automatische Mittel zur Einführung eines Teils in und zur Entfernung eines Teils aus einem Ofen kann verwendet werden. Solche Mittel sind im Fachgebiet gut bekannt. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der nasskeramische Körper auf einer Trägerstruktur auf einem Förderer angeordnet und auf dem Förderer durch einen oder mehrere Öfen transportiert. Die Verweildauer eines nasskeramischen Körpers auf einer Trägerstruktur in dem einen Ofen oder den mehreren Öfen wird so ausgewählt, dass unter den Bedingungen des einen Ofens oder der mehreren Öfen im Wesentlichen der gesamte flüssige Träger entfernt wird. Die Verweildauer ist von allen anderen Bedingungen, der Größe der nasskeramischen Grünkörper-Struktur und der zu entfernenden Menge an flüssigem Träger abhängig. Die Temperatur, der der nasskeramische Körper auf einer Trägerstruktur in dem einen Ofen oder den mehreren Öfen ausgesetzt ist, wird ausgewählt, um das Entfernen des flüssigen Trägers aus dem nasskeramischen Körper zu erleichtern. Bevorzugt liegt die Temperatur oberhalb des Siedepunkts des flüssigen Trägers und unterhalb der Erweichungstemperatur des Materials, aus dem die Trägerstruktur hergestellt wurde, und der Temperatur, bei der sich irgendeines der keramischen Ausgangsmaterialien abbaut. Bevorzugt beträgt die Temperatur, der der nasskeramische Körper auf einer Trägerstruktur in dem Ofen ausgesetzt wird, etwa 60°C oder mehr, stärker bevorzugt etwa 80°C oder mehr und am stärksten bevorzugt etwa 100°C oder mehr. Bevorzugt beträgt die Temperatur, der der nasskeramische Körper auf einer Trägerstruktur in dem Ofen ausgesetzt wird, etwa 120°C oder weniger und am stärksten bevorzugt etwa 110°C oder weniger. Der nasskeramische Grünkörper wird in dem Ofen bevorzugt mit einem Trocknungsfluid in Kontakt gebracht oder es wird ein Vakuum an den Ofen angelegt, um das Entfernen des flüssigen Trägers aus dem nasskeramischen Körper zu erleichtern. Bevorzugt wird der nasskeramische Grünkörper mit einem Trocknungsfluid in Kontakt gebracht. In der Ausführungsform, in der der nasskeramische Grünkörper als Vorläufer für einen Durchflussfilter geformt wird, wobei die Strömungskanäle in dem nasskeramischen Grünkörper an einem Ende nicht mit einem Stopfen verschlossen wurden, ist es bevorzugt, das Trocknungsfluid durch die Strömungskanäle des nasskeramischen Grünkörpers strömen zu lassen. Dies wird dadurch erleichtert, dass das Trocknungsfluid so gelenkt wird, dass es in der gleichen Richtung strömt, in der die Strömungskanäle auf der Trägerstruktur angeordnet sind. Wenn der nasskeramische Grünkörper eine ebene, planare Seite aufweist und der nasskeramische Grünkörper auf der Trägerstruktur auf seiner ebenen planaren Seite angeordnet ist, wird die Strömung des Trocknungsfluids so gelenkt, dass es durch die Strömungskanäle in dem nasskeramischen Grünkörper strömt. In der Ausführungsform, in der der nasskeramische Grünkörper auf der Trägerstruktur auf einem Träger durch einen oder mehrere Öfen gelenkt wird, werden die nasskeramischen Grünkörper so angeordnet, dass die Richtung der Strömungskanäle quer zur Richtung des Förderers liegt und dass das Trocknungsfluid in einer Richtung quer zur Richtung des Förderers gelenkt wird, so dass das Trocknungsfluid durch die Strömungskanäle der nasskeramischen Grünkörper gelenkt wird. Wenn eine Seite des nasskeramischen Grünkörpers auf der Trägerstruktur angeordnet ist, wird das Trocknungsfluid nach oben durch die Trägerstruktur in Richtung des nasskeramischen Grünkörpers gelenkt, so dass das Trocknungsfluid in und durch die Strömungskanäle in dem nasskeramischen Grünkörper strömt. Das Trocknungsfluid kann jedes Fluid sein, das die Entfernung von flüssigem Träger aus der Umgebung des nasskeramischen Grünkörpers verbessert. Bevorzugt ist das Trocknungsfluid ein Gas. Bevorzugte Gase beinhalten Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid, inerte Gase und dergleichen. Am stärksten bevorzugt ist das Trocknungsfluid Luft. Nachdem das Trocknungsfluid mit dem nasskeramischen Grünkörper in Kontakt gebracht wurde, wird es zusammen mit dem flüssigen Träger, der in dem Trocknungsfluid mitgeführt wird, aus der Umgebung des nasskeramischen Grünkörpers entfernt. Die Strömung des Trocknungsfluids wird durch alle Mittel erzeugt, die die Bewegung eines Trocknungsfluids er-

leichtern, wie etwa einer Pumpe, einem Gebläse und dergleichen. Die Strömungsrate des Trocknungsfluids wird gewählt, um das Entfernen des flüssigen Trägers aus der Umgebung des nasskeramischen Grünkörpers zu erleichtern. Andere wichtige Parameter zur Trocknung von keramischen Teilen, die durch die Nützlichkeit die Trägerplatte der vorliegenden Erfindung gewährt werden, sind: zwei Frequenzregime der Mikrowellenleistung (2,45 GHz und 915 MHz), verschiedene Rückwärtsleistungen bei solchen Frequenzen (von etwa 0 bis etwa 100%), relative Feuchtigkeit, die von etwa 0 bis etwa 100% variieren kann, Verweildauer in zyklischen Öfen oder riemenbetriebenen Durchlauföfen, die von etwa 0,01 bis etwa 10 Stunden variieren kann, und eine maximale Teilttemperatur, die im Bereich von etwa 50 bis etwa 150°C liegen kann.

[0026] Nach dem Entfernen des flüssigen Trägers aus dem nasskeramischen Grünkörper, kann der keramische Grünkörper auf die Umwandlung in einen keramischen Körper vorbereitet und in einen keramischen Körper umgewandelt werden. Der keramische Grünkörper wird Bedingungen zum Ausbrennen des Bindemittels und zur Bildung der keramischen Struktur ausgesetzt. Für diesen Zweck geeignete Verfahren sind im Fachgebiet gut bekannt. Die trockenen keramischen Grünkörper-Teile werden durch Erhitzen der trockenen keramischen Grünkörper-Teile auf Temperaturen, bei denen organische Additive und Bindemittel volatilisiert oder weggebrannt werden, kalziniert. Die Teile werden weiter auf Temperaturen erhitzt, bei denen die keramischen Partikel fusionieren oder zusammensintern oder neue Partikel erzeugen, die anschließend miteinander fusionieren. Solche Verfahren werden in zahlreichen Patentschriften und offen zugänglichen Literaturquellen beschrieben, darunter US 4,329,162; 4,471,792; 4,001,028; 4,162,285; 3,899,326; 4,786,542; 4,837,943 und 5,538,681; die alle hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der hergestellte keramische Körper ein nadelförmiger Mullit. In dieser Ausführungsform kann die poröse Grünkörper-Form unter einer Atmosphäre erhitzt werden, die Fluor und eine Temperatur aufweist, die ausreicht, um die Mullitzusammensetzung zu bilden. Fluor kann in der gasförmigen Atmosphäre aus Quellen, wie etwa SiF_4 , AlF_3 , HF, Na_2SiF_6 , NaF und NH_4F , bereitgestellt werden. Bevorzugt ist die Fluorquelle SiF_4 . Der getrocknete Grünkörper kann unter einer Atmosphäre, die ein Fluor enthaltendes Gas enthält, das getrennt bereitgestellt wird, und auf eine Temperatur erhitzt werden, die ausreicht, um die Mullitzusammensetzung zu bilden. "Getrennt bereitgestellt" bedeutet, dass das Fluor enthaltende Gas nicht von den Ausgangsmaterialien in dem Gemisch (zum Beispiel AlF_3) geliefert wird, sondern von einer externen Gasquelle, die in den Brennofen, der das Gemisch erhitzt, gepumpt wird. Dieses Gas ist bevorzugt ein SiF_4 enthaltendes Gas. Das keramische Teil wird bevorzugt für eine Zeit, die ausreicht, um die Vorläuferverbindungen in dem porösen Körper in Fluor-Topas umzuwandeln, auf eine erste Temperatur erhitzt, und dann auf eine zweite Temperatur erhitzt, die ausreicht, um die Mullitzusammensetzung zu bilden. Die Temperatur kann zwischen der ersten und zweiten Temperatur auch zyklisch variiert werden, um eine vollständige Mullitbildung zu gewährleisten. Die erste Temperatur kann etwa 500°C bis etwa 950°C betragen. Die zweite Temperatur kann jede Temperatur sein, die, abhängig von Variablen, wie etwa dem Partialdruck von SiF_4 , geeignet ist. Im Allgemeinen beträgt die zweite Temperatur mindestens 1.000°C bis höchstens 1.700°C. Im Allgemeinen ist die Atmosphäre während des Erhitzens auf die erste Temperatur inert oder bis auf mindestens 500°C ein Vakuum, und zwar wenn ein getrennt bereitgestelltes Fluor enthaltendes Gas wünschenswerterweise eingeführt wird. Der unbehandelte Mullitkörper kann unter einer Hitzebehandlungsatmosphäre, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Luft, Wasserdampf, Sauerstoff, einem inerten Gas und Gemischen davon, für eine Zeit, die ausreicht, um die Mullitzusammensetzung zu bilden, auf eine Hitzebehandlungstemperatur von mindestens 950°C erhitzt werden. Beispiele für inerte Gase beinhalten Stickstoff und Edelgase (das heißt He, Ar, Ne, Kr, Xe und Rn). Bevorzugt ist die Hitzebehandlungsatmosphäre ein inertes Gas, Luft, Wasserdampf oder Gemische davon. Stärker bevorzugt ist die Hitzebehandlungsatmosphäre Stickstoff, Luft oder Luft enthaltender Wasserdampf. Die Zeit bei der Hitzebehandlungstemperatur ist von der Hitzebehandlungsatmosphäre und der ausgewählten Temperatur abhängig. Zum Beispiel erfordert eine Hitzebehandlung in feuchter Luft (mit Wasserdampf gesättigte Luft bei 40°C) im Allgemeinen mehr als mehrere Stunden bis 48 Stunden bei 1.000°C. Dagegen wird Umgebungsluft, Trockenluft oder Stickstoff (Luft mit einer relativen Feuchtigkeit von 20 Prozent bis 80 Prozent bei Raumtemperatur) wünschenswerterweise mindestens 2 Stunden lang auf 1.400°C erhitzt. Im Allgemeinen beträgt die Zeit bei der Hitzebehandlungstemperatur mindestens etwa 0,5 Stunden und hängt von der verwendeten Temperatur ab (das heißt, im Allgemeinen je höher die Temperatur ist, umso kürzer kann die Zeit sein). Die Zeit bei der Hitzebehandlungstemperatur kann bei etwa 1 Stunde oder länger, bevorzugt bei etwa 2 Stunden oder länger, stärker bevorzugt bei etwa 4 Stunden oder länger, noch stärker bevorzugt bei etwa 6 Stunden oder länger oder am stärksten bevorzugt bei mindestens etwa 8 Stunden bis bevorzugt höchstens etwa 4 Tagen, stärker bevorzugt höchstens etwa 3 Tagen, sogar noch stärker bevorzugt höchstens etwa 2,5 Tagen und am stärksten bevorzugt bei höchstens etwa 2 Tagen liegen.

[0028] Die Bildung der keramischen Teile, wie oben beschrieben, beinhaltet das Anordnen der keramischen Teile auf einem Träger, der eine Oberfläche aufweist, die für das Tragen von keramischen Teile geeignet ist,

zum Beispiel eine ebene Oberfläche, und dann das Anordnen der keramischen Teile auf dem Träger in einem oder mehreren Brennöfen nacheinander, wobei die Brennöfen geeignet sind, die oben beschriebenen Schritte auszuführen. Dies trifft auf keramische Grünkörper-Teile zu, die eine planare Oberfläche aufweisen, die von ausreichender Größe ist, um das Teil auf einer solchen planaren Oberfläche zu tragen. Alternativ trifft das Verfahren auf Teile zu, die mindestens einen linearen Pfad aufweisen, der gekrümmt sein kann, wie etwa ein Teil, das einen runden, ovalen oder irregulären Querschnitt aufweist. Dieses Verfahren ist besonders für keramische Teile nützlich, die eine gleichmäßige Form mit planaren Seiten aufweisen, die befähigt sind, mit einer planaren Seite eines anderen keramischen Teils verbunden zu werden. Bevorzugt weisen die Teile eine polygonale Querschnittsform auf, bei der alle Seiten relativ planar sind. In einer stärker bevorzugten Ausführungsform weisen der keramische Grünkörper und schließlich die keramischen Teile eine quadratische oder rechteckige Form auf. Bevorzugt sind die fertigen keramischen Teile befähigt, unter Verwendung eines anorganischen Kitts an andere Teile geklebt zu werden. Eine Anzahl der Teile können zusammengeklebt werden, um ein Teil der gewünschten Form, im Allgemeinen mit dem gewünschten Querschnitt, zu bilden. Die einzelnen Grünkörper-Teile und die fertigen keramischen Teile werden häufig als Segmente bezeichnet.

[0029] Die Grünkörper oder die keramischen Teile werden mit mindestens einer Referenzmarkierung markiert. Die Markierung kann auf jede Weise aufgebracht werden, die es ermöglicht, dass die Referenzseite (Fläche) während des gesamten Rests des Verfahrens zur Bildung eines keramischen Teils identifiziert werden kann. Die Referenzmarkierung kann manuell oder auf automatische Weise aufgebracht werden. Auf bevorzugte Weise ist die Referenzmarkierung für jedes Teil einmalig, so dass die Teile durch das Verfahren verfolgt werden können. Bevorzugt wird die einmalige Referenzmarkierung automatisch auf eine Oberfläche des Teils gestempelt. Die Referenzmarkierung wird bevorzugt nach Extrusion oder Trocknung aufgebracht.

[0030] Nach dem Trocknungsschritt und der Anbringung der Referenzmarkierung, die in jeder Reihenfolge durchgeführt werden können, wird ein oder werden mehrere der linearen Pfade oder planaren Flächen auf der Außenfläche auf Krümmung oder Ebenheit untersucht. "Auf Ebenheit untersucht" bedeutet, dass die Fläche einem Vorgang unterzogen wird, um die Form des Teils zu verstehen, wie zum Beispiel wie eben die Fläche ist. Bevorzugt wird eine Karte der Flächen des keramischen Körpers erzeugt. Die Flächen können durch jede Analysetechnik untersucht werden, die die Bestimmung des Orts einer Anzahl von Punkten ermöglicht, um die Form des Teils zu definieren, zum Beispiel die Form einer Fläche oder eines linearen Pfads auf der Fläche und/oder die Herstellung einer Karte der Form des Teils. Die Messungen und/oder die Herstellung der Karten kann manuell oder automatisch durchgeführt werden. Alternativ kann ein Teil ohne eine ebene Fläche eine Vielzahl von linearen Pfaden entlang des Teils aufweisen, die auf die gleiche Weise untersucht werden. Bevorzugt werden die Messdaten in ein Computerprogramm eingegeben, das eine Karte der Form des Körpers, wie etwa einer oder mehrerer Flächen oder linearer Pfade des Teils, erstellen kann. Bevorzugt werden alle Flächen, wie etwa planare Flächen oder eine Vielzahl der linearen Pfade kartiert. Wenn eine Vielzahl von linearen Pfaden kartiert wird, wird eine ausreichende Anzahl von linearen Pfaden kartiert, um ein Verständnis davon bereitzustellen, wo der lineare Pfad mit der größten Krümmung, die eine konvexe Form aufweist, liegt. Im Handel sind Software-Programme verfügbar, die befähigt sind, solche Karten herzustellen, zum Beispiel Calypso, das von CMM Products LLC verfügbar ist. Die Daten können durch jedes Mittel gesammelt werden, das die Bestimmung der Form eines Teils und/oder die Kartierung der Form der Teile, der planaren Flächen und/oder der linearen Pfade der keramischen Teile erleichtert. Zum Beispiel können die Daten unter Verwendung von Lasern, Stiften und dergleichen gesammelt werden. Die Daten werden mit einer ausreichenden Anzahl von Punkten gesammelt und aufgezeichnet, um die Form des Körpers, die Ebenheit einer Oberfläche oder die Geradheit von linearen Pfaden des Körpers exakt zu bestimmen und/oder eine exakte Karte der Form des Körpers, jeder planaren Oberfläche oder die Geradheit von linearen Pfaden des gemessenen Körpers bereitzustellen. In einer Ausführungsform werden die Daten zusammen mit einer Vielzahl von linearen Pfaden der Oberfläche, bevorzugt auf jeder Oberfläche des Körpers, gesammelt. Bevorzugt werden zwei Sätze von linearen Pfaden verwendet, die senkrecht zueinander stehen. Bevorzugt weist jeder Satz linearer Pfade Linien auf, die parallel zueinander sind. Daten werden zusammen mit einer ausreichenden Anzahl von linearen Pfaden gesammelt, um eine exakte Karte der Form des Körpers bereitzustellen. Bevorzugt werden Daten zusammen mit 3 oder mehr linearen Pfaden in jeder Richtung gesammelt. Die Obergrenze für die Anzahl der linearen Pfade in jeder Richtung ist die Praktikabilität; eine bevorzugte praktische Grenze wird durch die Größe des Körpers und den Abstand zwischen den Linien definiert. In einer Ausführungsform beträgt eine praktische Obergrenze für eine Anzahl von linearen Pfaden 10 oder weniger. Bevorzugt beträgt der Abstand zwischen den linearen Pfaden etwa 1 mm oder mehr und am stärksten bevorzugt 2 mm oder mehr. Bevorzugt beträgt der Abstand zwischen den linearen Pfaden etwa 10 mm oder weniger und am stärksten 5 mm oder weniger. Eine Anzahl von Punkten entlang der linearen Pfade wird aufgezeichnet, um die Bestimmung der Krümmung oder Ebenheit einer Seite (Fläche) oder die Ausrichtung eines linearen Pfads und/oder die Kartierung der Form des Körpers, jeder Fläche und/oder linearer Pfade zu erleichtern. Die Anzahl und der Abstand zwischen den Punkten werden ausgewählt,

um die Bestimmung der Form des Körpers, die Ebenheit einer Oberfläche, die Ausrichtung der linearen Pfade und/oder die exakte Kartierung der Form des Körpers, der Flächen und/oder der untersuchten linearen Pfade zu erleichtern. Bevorzugt beträgt der Abstand zwischen den Punkten auf den linearen Pfaden etwa 1 mm oder mehr und am stärksten bevorzugt 2 mm oder mehr. Bevorzugt beträgt der Abstand zwischen den Punkten auf den linearen Pfaden etwa 10 mm oder weniger und am stärksten bevorzugt 5 mm oder weniger. Die Bestimmung der Krümmung entlang eines linearen Pfads oder der Ebenheit einer Oberfläche und/oder die Kartierung können nach jeder oder jeder Kombination der Schritte bei der Bildung der keramischen Teile durchgeführt werden. Es ist bevorzugt, die Kartierung nach dem Extrusions- oder Trocknungsschritt durchzuführen. Es kann vorteilhaft sein, auch die Oberfläche oder die Seite des Endprodukts als Qualitätskontrollschritt zu kartieren und um den Erfolg des Verfahrens dieser Erfindung zu bestimmen.

[0031] Sobald die Daten und/oder die Karten der Form des Körpers gesammelt sind, werden die linearen Pfade und/oder die ebenen Flächen hergestellt, die Daten und/oder die Karten werden auf Krümmung oder Ebenheit untersucht. Die Ebenheit ist eine Bestimmung davon, wie nahe die Oberfläche an einer perfekten Ebene ist. Es gibt bekannte Verfahren zur Bestimmung der relativen Ebenheit, darunter JISB0621-1984, wie in der US-Patentschrift 7,879,428 beschrieben, deren relevante Teile hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden. Ebenheit wird im Allgemeinen gemessen, indem zwei parallele Ebenen definiert werden. Eine Ebene wird durch die innerste Oberfläche einer Seite eines Wabensegments in Richtung der Mitte des Wabensegments (Anpassungsebene der gemessenen Punkte durch kleinste Quadrate) definiert und die zweite Ebene wird durch die äußerste Oberfläche der gleichen Seite eines Wabensegments definiert. Der Abstand zwischen den Ebenen ist als Ebenheit bekannt. Niedrigere Zahlen werden als besser angesehen. In der Praxis wird die Oberfläche kartiert, indem mehrere Datenpunkte (z. B. x, y und z) bestimmt werden und eine Anpassungsebene der kleinsten Quadrate basierend auf der Population von Punkten mathematisch berechnet wird. Die Ebenen werden so berechnet, dass sie parallel zueinander verlaufen und die Ausrichtung der Ebenen basiert auf der größtmöglichen Annäherungsausrichtung der Fläche insgesamt. Der Abstand zwischen den Ebenen ist die Ebenheit. Eine perfekt ebene Fläche weist eine Ebenheitszahl von 0 auf. Somit stellen höhere Zahlen eine größere Abweichung von einer perfekt ebenen Oberfläche dar. Es ist wünschenswert, dass die Ebenheit einer Oberfläche so ist, dass eine wirksame Bindung zwischen zwei Flächen von angrenzenden keramischen Teilen mit minimaler Klebstoffdicke gebildet werden kann. In der Praxis beträgt die Ebenheit bevorzugt etwa 3,0 mm oder weniger, stärker bevorzugt etwa 2,5 oder weniger und am stärksten bevorzugt etwa 1,5 oder weniger.

[0032] Die gemessenen Daten über oder die Karten der Form des Körpers, zum Beispiel jeder ebenen Fläche oder jedes linearen Pfads, werden dann untersucht. Die Krümmung jeder gemessenen Fläche oder jedes linearen Pfads wird bestimmt und die relative Biegung jeder Oberfläche oder jedes linearen Pfads wird bestimmt. Flächen, die konkav und konvex sind, werden bestimmt. Software ist verfügbar, um die Krümmung einer Flächenseite (Linienseite) auf der Basis der gesammelten Daten oder der Karte des Körpers, der linearen Pfade oder der Flächen zu bestimmen. Beispiele für solche Software-Pakete beinhalten das Eingeben der Kartierungsdaten in einen Visual-Basic-Algorithmus, Sichtprüfung, Flächentabellen und dergleichen. Bei der Verarbeitung werden, nach der Extrusion und/oder dem Trocknen, die linearen Pfade und/oder Flächen eines oder mehrerer Teile, bevorzugt aller solcher Teile, mit einer konvexen Form identifiziert. Die weitere Verarbeitung des keramischen Teils mit den linearen Pfaden oder Flächen von einem oder mehreren Teilen wird bevorzugt an allen Teilen, die eine konvexe Form aufweisen, durchgeführt, die direkt auf dem Träger angeordnet sind, der in jedem der verbleibenden Verarbeitungsschritte verwendet wird. Bevorzugt sind die Flächen oder linearen Pfade des Teils mit einer konvexen Form mit dem Träger an einem Punkt in Kontakt, wenn sie auf dem Träger angeordnet sind. Es wurde festgestellt, dass sich während der anschließenden Verarbeitung die Anzahl von Teilen mit einer konvexen Form reduziert, wenn der konvexe lineare Pfad oder die Flächen unter oder auf der Trägersoberfläche angeordnet werden. Es wurde bestimmt, dass nach der Endverarbeitung ein signifikant höherer Prozentsatz an Teilen reduzierte Krümmungs- oder Ebenheitszahlen aufweisen, verglichen mit Krümmungs- oder Ebenheitszahlen nach Extrusion und/oder Trocknung, wenn vor der weiteren Verarbeitung der konvexe, lineare Pfad oder die Oberfläche nach unten auf dem Träger angeordnet ist. Bevorzugt ist die Anzahl an Teilen mit inakzeptabler Krümmung auf einem linearen Pfad oder einer Oberfläche um 5 Prozent, stärker bevorzugt um 10 Prozent und am stärksten bevorzugt um 20 Prozent reduziert. Verbesserungen bei der Ebenheit, bei der Reduktion der Ebenheitszahlen führen zu dünneren Klebstoffschichten, wenn die Seiten mit anderen Seiten anderer Teile verbunden werden. Segmentierte keramische Objekte mit dünneren Klebstoffschichten weisen geringere Gegendrucke und größere Leistung bei der thermischen Robustheit auf.

[0033] Nach Abschluss der Verarbeitung der keramischen Teile können zwei oder mehrere der Teile unter Verwendung von Verfahren zusammengeklebt werden, die im Fachgebiet bekannt sind, wie sie in der US-Veröffentlichung 2009/02390309; US Patent-Veröffentlichung 2008/0271422; US 5,914,187; US 6,669,751; US 7,879,428; US 7,396,576 offenbart werden, die alle hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden. Der

verwendete Klebekitt kann jeder Klebstoff sein, der für diese Verwendung bekannt ist, einschließlich jener, die in den hierin zitierten Patenten und Patentveröffentlichungen offenbart werden. In einer bevorzugten Ausführungsform bestehen keramische Teile aus mindestens zwei getrennten, kleineren keramischen Teilen (Waben), die mit einem Kitt zusammengeklebt wurden, der aus anorganischen Fasern und einer Bindungsphase besteht, wobei die kleineren Teile und die Fasern durch die Bindungsphase miteinander verbunden sind, die aus einem amorphen, keramischen Silicat-, Aluminat- oder Aluminiumsilicat-Bindemittel besteht. Ein Verfahren zur Bildung einer keramischen Struktur, umfassend das Inkontaktbringen eines ersten keramischen Segments auf mindestens einer seiner Außenseiten (Flächen) mit einem Kitt, der aus anorganischen Fasern besteht, die eine durchschnittliche Länge zwischen 100 Mikrometern bis 1.000 Mikrometern aufweisen, einem Trägerfluid, einem anorganischen kolloidalen Sol und in Abwesenheit anderer anorganischer Partikel, wobei die Fasern eine Feststoffbeladung von mindestens etwa 10 Volumen des Gesamtvolumens des Kitts aufweisen, das mechanische Inkontaktbringen eines zweiten keramischen Segments mit dem ersten keramischen Segment, so dass der Kitt zwischen den keramischen Segmenten angeordnet ist, so dass die keramischen Segmente aneinander haften; Erhitzen der aneinander haftenden Segmente in ausreichendem Umfang, um eine amorphe keramische Bindung zwischen den Fasern des Kitts und den keramischen Segmenten zu bilden, um die größere keramische Struktur (Anordnung) zu bilden. Nachdem ein Segment oder Segmente auf ihrer Außenseite mit dem Kitt in Kontakt gebracht wurden, werden die Segmente mit dem Kitt, der zwischen den Segmenten angeordnet ist, durch jedes für diesen Zweck geeignete Verfahren in Kontakt gebracht. Beispielsweise können die Segmente, wenn sie einen quadratischen Querschnitt aufweisen, in einer Schablone gehalten werden und der Kitt kann in die Lücken zwischen den Segmenten dosiert oder injiziert werden. Die Segmente weisen den Kitt auf der gewünschten Außenseite angelagert auf, wie etwa das Einpassen einer Ecke in eine schiefe Ebene und das Aufbauen ausgehend von diesem ersten Quadrat in jedem beliebigen gewünschten Muster. Die schiefe Ebene kann, falls gewünscht, Abstandshalter aufweisen, die ebenfalls eingebaut werden, so dass die erste Schicht von Segmenten einen äquidistanten Abstand aufweist, der zu einer gleichmäßigeren Dichte der Kittschicht führt. Alternativ können die Segmente auf einer ebenen Seite angeordnet und auf eine ziegelmauerartige Weise aufgebaut werden. Sobald die Segmente aneinander haften, wird das Trägerfluid durch Erhitzen oder jedes andere geeignete Verfahren entfernt, das einfach Verdunstung bei Umgebungstemperatur oder jedes andere nützliche Verfahren enthalten kann, wie etwa jene, die im Fachgebiet bekannt sind. Das Entfernen kann auch während des Erhitzens zur Bildung der amorphen Bindung der Fasern und der Segmente stattfinden. Das Erhitzen kann auch verwendet werden, um alle organischen Additive in den Segmenten oder dem Kitt zu entfernen. Dieses Erhitzen kann jedes geeignete sein, wie etwa jene, die im Fachgebiet bekannt sind, und kann auch während des Erhitzens zur Bildung der amorphen Bindung der Fasern und Segmente aneinander stattfinden. Um die amorphe Bindungsphase zu erzeugen, sollte nicht auf eine so hohe Temperatur erhitzt werden, dass eine Kristallisation (es sei denn eine erwünschte) in der Faser oder eine amorphe Bindungsphase, durchhängende Wabenstruktur oder eine Migration der Glasbindungsphase in einem Umfang stattfindet, die für die Leistung der Wabenstruktur nachteilig sind. In der Regel beträgt die Temperatur mindestens etwa 600°C bis höchstens etwa 1.200°C. Nachdem die Teile in einer Anordnung aneinandergeklebt wurden, kann die Außenseite des segmentierten Teils durch jedes im Fachgebiet bekannte Mittel, zum Beispiel Schleifen, Schneiden oder Schmirgeln, geformt werden. Sobald es geformt ist, wird die Außenseite mit einem keramischen Ausgangsmaterial beschichtet, um eine feste Seite (Haut) zu bilden, und das Teil wird Bedingungen ausgesetzt, um die Beschichtung in eine keramische Beschichtung umzuwandeln.

[0034] In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die keramischen Ausgangsmaterialien und die keramischen Segmente eine Wabenstruktur in der Ebene auf, die senkrecht zur hierin kartierten und vermessenen Strukturoberfläche oder dem linearen Pfad liegt. Bevorzugt liegen die Kanäle, die durch die Struktur verlaufen, parallel zu den kartierten linearen Pfaden oder Flächen. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird jeder zweite Kanal an jedem Ende mit einem Stopfen verschlossen und jeder Kanal wird an nur einem Ende mit einem Stopfen verschlossen. Eine Klasse von keramischen Teilen, für die dieses Verfahren verwendet wird, sind Wandstromfilter. Wandstromfilter umfassen im Allgemeinen Strukturen, die zwei gegenüberliegende Seiten mit Kanälen oder Durchgängen aufweisen, die sich von einer Seite zur anderen Seite erstrecken. In einer Ausführungsform wird jede zweite Öffnung für die Kanäle oder Durchgänge an einem Ende mit einem Stopfen verschlossen und die anderen werden an dem anderen Ende mit einem Stopfen verschlossen. Dies bedeutet, dass für jeden Kanal alle benachbarten Kanäle an dem gegenüberliegenden Ende mit einem Stopfen verschlossen sind. Die praktische Bedeutung dieser Struktur besteht darin, dass, wenn ein Fluid auf einer Seite des Filters eingeführt wird, es in die offenen Kanäle auf dieser Seite strömen muss und durch die Wände zwischen den Kanälen zu den benachbarten Kanälen strömen muss, um die gegenüberliegende Seite zu erreichen und durch diese austreten. Materialien, wie etwa feste Partikel, die größer sind als die Poren in den Wänden, werden aus dem Fluid ausfiltriert und auf der Einführungsseite der Wände der Kanäle zurückgehalten. In bevorzugten Ausführungsformen beträgt die Segmentquerschnittsfläche etwa 5 bis 20 Quadratzoll und die Länge etwa 3 bis etwa 20 Zoll.

[0035] Die keramischen Teile können in allen Anwendungen verwendet werden, bei denen es nützlich ist, über keramische Waben zu verfügen, wie etwa Partikelfilter (z. B. Diesel-Partikelfilter), und Strömungskanal-katalysatorzweige (katalytisch umgewandelt).

Illustrierende Ausführungsformen der Erfindung

[0036] Die folgenden Beispiele werden bereitgestellt, um die Erfindung zu illustrieren, sie sind aber nicht dazu gedacht, deren Schutzbereich zu begrenzen. Alle Anteile und Prozentangaben beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf das Gewicht.

[0037] Um die Abmessungsmerkmale von nadelförmigen Mullitsegmenten zu quantifizieren, wird ein Sechspunkt-Befestigungssystem konstruiert, um ein Segment mit 3,2 Zoll \times 3,2 Zoll \times 12,5 Zoll konsistent zu stützen, wie in **Fig. 1** gezeigt. Drei Pfosten **17** (Bezugsebene A) tragen den Boden des Segments **16**, zwei Pfosten (Bezugsebene B) **20** und Klammern **22** tragen die Rückseite **11** und ein Pfosten (Bezugsebene C) **21** hält die Vorderseite **15**, um eine Ausgangsposition herzustellen. **Fig. 1** zeigt eine Zeiss-Koordinatenmessmaschine (CMM) **18** mit einem Stift **19** zur Messung der Seite (Fläche) der Segmente.

[0038] Nach Abschluss von Extrusion und Trocknung wird die Oberseite (Fläche) **13** des Extrudats markiert **23**, um die spezifische Ausrichtung des Teils **10** zu bezeichnen, wie in **Fig. 2** gezeigt. Die Ausrichtung des Texts bezeichnet ferner Besonderheiten der anderen Seiten bzw. Flächen. Zum Beispiel wird das linke Ende als Vorderseite **15** bezeichnet, während das rechte Ende als Rückseite **12** bezeichnet wurde. Die Unterseite eines Segments **16** wird zuerst auf den drei unteren Pfosten **17**, umfassend die Referenzebene A, angeordnet; danach wird dann die Rückseite **11** des Segments bewegt, bis die hinteren zwei Pfosten **20**, umfassend die Referenzebene B, jede weitere Seitenbewegung beschränken. Das Segment **10** wird dann unter Verwendung der Klammern **22** eingeclipst, sobald die Vorderseite **15** den vorderen Pfosten **21**, umfassend die Referenzebene C, kontaktierte, wodurch jede Vorwärtsbewegung beschränkt wird. Danach wird ein Kontaktstift **19** an einer Zeiss-Koordinatenmessmaschine (CMM) **18** befestigt und ein maßgeschneidertes Programm wird ausgeführt, um drei axiale Scans **24** entlang der Länge jeder Segmentseite durchzuführen und es werden drei Querscans **25**, vorne, in der Mitte bzw. am Ende jeder Seite durchgeführt, wie in **Fig. 3** gezeigt. Transiente axiale Scandaten (x, y, z) werden alle 5 mm entlang der Segmentseite von einem Ausgangspunkt von 12 mm bzw. einem Endpunkt von 292 mm aufgezeichnet, während transiente transversale Scandaten alle 1 mm entlang der Segmentseite aufgezeichnet werden. Die transienten axialen Scandaten werden unter Verwendung eines festen Koordinatensystems erzeugt. Im Wesentlichen werden drei Ebenen bestimmt, die senkrecht zueinander stehen und ebene Ebenen definieren, gegen die die Flächendimensionen von keramischen Teilen berichtet werden. **Fig. 6** illustriert, wie das feste Koordinatensystem unter Verwendung des Festlegungssystems der Erfindung definiert wird. Insbesondere definieren die oberen Punkte der Pfosten **17** die primäre Referenzebene **32** (Referenzebene A). In Verbindung mit den primären Referenzebenen definieren Pfosten **20** die sekundäre Referenzebene **33** (Referenzebene B). In Verbindung mit der primären Referenzebene und der sekundären Referenzebene und der Pfosten **21** wird die tertiäre Referenzebene **34** (Referenzebene C) definiert. Wenn ein Stiftsystem, das mit einem Prozessor verbunden ist, verwendet wird, um die Messungen durchzuführen, berührt der Stift die Kontaktpunkte der Pfosten, zeichnet diese Punkte im Raum auf und definiert die drei Referenzebenen. Der Schnittpunkt der drei Ebenen ist der Referenzpunkt **39**, von dem die x-, y- und z-Koordinaten gemessen werden, vgl. Pfeile **36** (x), **37** (y) und **38** (z). Die transiente Position der keramischen Segmente wird unter Bezugnahme auf diese Ebenen und die Referenzpunkte gemessen. Nach Abschluss des CMM-Scans wird die Krümmung entlang der Länge des Segments aus jedem transienten axialen Scan unter Verwendung des folgenden Protokolls berechnet: Transiente Daten (x, y, z) werden in eine Tabelle eines Microsoft-Excel-Arbeitsblatts übertragen und eine zusätzliche "XACT²"-Datenspalte wird integriert. Danach wird innerhalb des Menüs "Tools/Data Analysis/Regression" eine Polynom-Regression 2. Ordnung wie folgt durchgeführt: Eingabe Y-Bereich (1 Datenspalte):

YACT für Vorder- und Rückseiten; ZACT für Ober- und Unterseiten; Eingabe X-Bereich (2 Datenspalten): XACT und XACT²; mit "OK" bestätigen.

Bestimmen der Krümmungsform aus dem Koeffizienten X Variable 2:

X Variable 2 >0..... KONVEX; X Variable 2 <0..... KONKAV. ANMERKUNG: für eine zweifach differenzierbare Funktion f gilt, wenn das zweite Derivat, f''(x), positiv ist, dann ist die Kurve konvex; wenn f''(x) negativ ist, dann ist die Kurve konkav. Bestimmen der Endpunkte der "Referenzlinie":

KONVEX-Bedingung:

Definieren des $XACT_{MAX}$ Punkts innerhalb von $157 \leq XACT \leq 292$, der die Reaktion maximiert;

Definieren des $XACT_{MIN}$ -Punkts, der die Steigung maximiert, m ; $m = [Y(X) - Y_{XACT,MAX}] / [X_{ACTMAX} - X]$:

KONKAV-Bedingung:

Definieren des $XACT_{MAX}$ Punkts innerhalb von $157 \leq XACT \leq 292$, der die Reaktion minimiert;

Definieren des $XACT_{MIN}$ -Punkts, der die Steigung minimiert, m ; $m = [Y(X) - Y_{XACT,MAX}] / [X_{ACTMAX} - X]$:

Bestimmen der "Seite (Fläche) Tabelle" Referenzliniengleichung..... $Y_{REF} = m \cdot x + B$

KONVEX-Bedingung:

$$Y_{REF} = Y@X_{ACTMIN} - m \cdot (X - X_{ACTMIN})$$

KONKAV-Bedingung:

$$Y_{REF} = m \cdot (XACTMIN - X) + Y@X_{ACTMIN}$$

Berechnen der axialen Krümmung aus dem folgenden Satz von Gleichungen:

KONVEX-Bedingung: Axiale Krümmung = $MIN[Y - Y_{REF}]$

KONKAV-Bedingung: Axiale Krümmung = $MAX[Y - Y_{REF}]$

[0039] Ein repräsentatives Beispiel für dieses Berechnungsverfahren mit darüber gelegten CMM-Daten für die Oberseite (Fläche) eines ACM-Segments wird in **Fig. 4** gezeigt. Gezeigt wird der Endpunkt **26**, Seite (Fläche) Tabelle Referenzlinie **27** und die axiale Krümmung **28**. Die mittlere axiale Krümmung, MAB, wird dann für jede Seite eines Segments aus einem Durchschnitt aus den drei axialen Krümmungsberechnungen errechnet, wie in Gleichung 1 gezeigt.

$$MAB = \frac{\sum_1^3 AxialBow_n}{3} \quad (1) .$$

Ungefähr 200 Grünkörper-Segmente mit $3,2 \times 3,2 \times 12,5$ Zoll werden den CMM-Messungen der Abmessungen unterzogen. Von den bereitgestellten Segmenten weisen 50 auf mindestens einer Seite des Segments ABS (MAB) > 1 auf. Darüber hinaus ist ferner die Art der Krümmung in Abhängigkeit von der Segmentseite aus dem zuvor beschriebenen Messalgorithmus entweder als konkav oder konvex bekannt. Daher werden die 50 "unter Quarantäne gestellten" Segmente dann sorgfältig kontrollierten Kalzinierungs- oder Entbinderungs-Versuchen unterzogen, um die Wirkung der Teilausrichtung auf die Abmessungsmessungen nach der Kalzinierung zu verstehen.

[0040] Danach werden die unter Quarantäne gestellten Segmente für die spezielle Anordnung auf der Seite (Fläche) der Kalzinierungsstände in drei Gruppen aufgeteilt, wie in **Fig. 5** illustriert. Es werden drei Ausrichtungen verwendet: konkave Seite (Oberfläche) unten, **29**, konvexe Seite (Oberfläche) unten, **30**, und Krümmung orthogonal zur Schwerkraft **31**. Die Segmente werden dann gemäß der folgenden Prozedur kalziniert:

[0041] Schritt I: Schritt zum Erhitzen von Raumtemperatur auf 200°C mit 25 K/Std., wobei langsam erhitzt wird, um starke Wärmegradienten im Innern der Teile zu verhindern.

[0042] Schritt II: Schritt zum Erhitzen von 200°C auf 350°C mit 7 K/Std., wobei sehr langsam erhitzt wird, da die kritische Entbinderungsphase stattfindet, die organische Komponenten entfernt; diese exotherme Reaktion wird zu einer stärkeren Erhitzung der Mitte des Teils führen. Niedrige Wärmegradienten werden Rissbildung verhindern. Eine Stickstoffatmosphäre mit 3% Sauerstoff bei maximaler Strömung wird im Verlauf von Schritt I und II angewendet.

[0043] Schritt III: Schritte zum Erhitzen von 350°C auf 500°C mit 25 K/Std.; von 500°C auf 600°C mit 30 K/Std. und von 600°C auf 1.080°C mit 35 K/Std. Der Abschluss der Entbinderungsphase-Stoppen des Stickstoff- und Sauerstoffstroms aufgrund der Wärmebehandlung, die eine erste feste chemische Reaktion der Rohmaterialien induziert, die eine Erhöhung der Porengrößen und der Korngrößen beinhaltet.

[0044] Schritt IV: Halten für 2 Stunden auf einer finalen Kalzinierungstemperatur, um die Porengrößen und die Korngrößen zu erhöhen.

[0045] Schritt V: Schritt zum Abkühlen von 1.080°C auf Raumtemperatur, wobei mehrere negative Rampenraten angewendet werden. Langsames, kontrolliertes Abkühlen der Teile wird starke Wärmegradienten und letztlich Rissbildung vermeiden. Nach Abschluss der Kalzinierung werden die Segmente CMM-Messungen der Abmessungen unterzogen. Die Vorher-Nachher-MAB-Ergebnisse der kalzinierten Segmente sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1

Segment	Konkave Seite unten		Konvexe Seite unten		Krümmung orthogonal zur Schwerkraft	
Nr.	Grünkörper	Kalziniert	Grünkörper	Kalziniert	Grünkörper	Kalziniert
1	-1,1377	,	1,3653	1,0085	-1,04	-1,2359
2	-1,0768	-1,2095	1,5681	1,2103	-1,0371	-1,1596
3	-1,0994	-1,0667	1,0973	0,8767	-0,7908	,
4	-1,1269	,	1,4997	1,2646	-1,1361	-1,354
5	-1,1015	,	1,4523	,	-1,0038	,
6	-1,0557	,	1,3593	1,0172	-1,0427	-1,0329
7	-1,0247	-0,406	1,1409	0,8157	-1,0247	-1,045
8	-1,2041	-1,2752	1,2826	1,0491	-1,0657	-1,2189
9	-1,1383	-1,3279	1,6146	1,3954	-1,0326	-0,0877
10	-1,1612	0,0213	1,4764	1,1614	-1,1038	-1,286
11	-1,0806	-1,1884	1,4022	1,064	-1,0813	-0,8913
12	-1,2145	,	1,3256	0,994	-1,0267	-0,1588
13	-1,2205	-1,4144	1,2365	0,7891	-1,0064	-0,3357
14	-1,1556	-1,424	1,4012	1,0465	-0,7648	-0,8116
15	-1,075	-1,3357	1,1782	0,842	-1,017	-1,4148
16	-1,2162	-1,3504	1,2585	0,9417	-1,0178	,
17	-1,1361	-1,3217	1,0757	0,792	-1,04	-1,2359
MITTEL-WERT	-1,13	-1,10	1,34	1,02	-1,01	-0,92

[0046] Die MAB von ACM-Grünkörper-Segmenten mit 3,2 × 3,2 × 12,5 Zoll verringerte sich um ungefähr 25 Prozent, wenn die konkave Seite (Fläche) unten auf der Seite (Fläche) des Kalzinierungsständers angeordnet wird. Der Grad an Verbesserung der Ebenheit zwischen Grünkörper und Post-Kalzinierung bei ACM-Segmenten mit 3,2 × 3,2 × 12,5 Zoll, die mit der konvexen Seite (Fläche) nach unten auf dem Kalzinierungsstander angeordnet sind, ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2

Segment	KonvexeSeite (Oberfläche) unten	
Nr.	Grünkörper	Kalziniert
1	2,0619	1,6271

2	2,3344	1,7955
3	1,8724	1,1485
4	2,2791	1,921
5	2,2733	,
6	2,1551	2,5923
7	1,8206	2,1067
8	2,145	1,7976
9	2,2774	1,9965
10	2,0806	1,7198
11	2,0622	1,6808
12	2,1209	1,7028
13	1,9672	1,4268
14	2,092	1,5931
15	1,6074	1,22
16	1,823	1,3561
17	2,0063	1,3678
MITTELWERT	2,06	1,69

[0047] Gewichtsteile, wie hierin verwendet, bezieht sich auf 100 Gewichtsteile der Zusammensetzung, auf die spezifisch Bezug genommen wird. In den meisten Fällen bezieht sich dies auf die Klebstoffzusammensetzung dieser Erfindung. Die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wurde offenbart. Ein Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet würde jedoch erkennen, dass bestimmte Veränderungen im Rahmen der Lehren dieser Erfindung enthalten sind. Daher sollten die folgenden Ansprüche studiert werden, um den wahren Schutzbereich und Inhalt der Erfindung zu bestimmen.

[0048] Alle Zahlenwerte, die in der obigen Anmeldung zitiert werden, beinhalten alle Werte zwischen dem niedrigeren Wert und dem höheren Wert in Schritten von einer Einheit, unter der Voraussetzung, dass es einen Abstand von mindestens 2 Einheiten zwischen jedem niedrigeren Wert und jedem höheren Wert gibt. Wenn beispielsweise festgestellt wird, dass die Menge einer Komponente oder eines Werts einer Prozessvariable, wie zum Beispiel Temperatur, Druck, Zeit und dergleichen zum Beispiel von 1 und 90, bevorzugt von 20 bis 80, stärker bevorzugt von 30 bis 70 reicht, ist vorgesehen, dass Werte wie 15 bis 85, 22 bis 68, 43 bis 51, 30 bis 32 usw. ausdrücklich in dieser Spezifikation aufgezählt werden. Für Werte kleiner eins, wird je nach Fall eine Einheit als 0,0001, 0,001, 0,01 oder 0,1 angesehen. Diese sind nur Beispiele dafür, was spezifisch gemeint ist, und alle möglichen Kombinationen von Zahlenwerten zwischen dem niedrigsten Wert und dem höchsten aufgezählten Wert sind entsprechend ausdrücklich als in dieser Anmeldung genannt anzusehen. Wenn nicht anders angegeben, beinhalten alle Bereiche beide Endpunkte und alle Zahlen zwischen den Endpunkten. Die Verwendung von "etwa" oder "ungefähr" in Verbindung mit einem Bereich gilt für beide Endwerte des Bereichs. Somit soll "etwa 20 bis 30" "etwa 20 bis etwa 30" einschließlich mindestens der spezifizierten Endpunkte umfassen. Gewichtsteile, wie hierin verwendet, bezieht sich auf Zusammensetzungen, die 100 Gewichtsteile enthalten. Der Begriff "im Wesentlichen bestehend aus" zur Beschreibung einer Kombination, soll die identifizierten Elemente, Bestandteile, Komponenten oder Schritte, und jene anderen Elemente, Bestandteile, Komponenten oder Schritte beinhalten, die die grundlegenden und neuen Merkmale der Kombination materiell nicht beeinträchtigen. Die Verwendung der Begriffe "umfassend" oder "enthaltend" zur Beschreibung von Kombinationen von Elementen, Bestandteilen, Komponenten oder Schritten, sieht hierin auch Ausführungsformen vor, die im Wesentlichen aus den Elementen, Bestandteilen, Komponenten oder Schritten bestehen. Plurale Elemente, Bestandteile, Komponenten oder Schritte können durch ein einziges integriertes Element, einen Bestandteil, eine Komponente oder einen Schritt bereitgestellt werden. Alternativ könnte ein einziges integriertes Element, ein Bestandteil, eine Komponente oder ein Schritt in getrennte plurale Elemente, Bestandteile, Komponenten oder Schritte aufgeteilt werden. Es ist nicht vorgesehen, dass die Offenbarung von "ein" oder "einem" zur Beschreibung eines Elements, eines Bestandteils, einer Komponente oder eines Schritts zusätzliche Elemente, Bestandteile, Komponenten oder Schritte ausschließt.

Patentansprüche**1. Verfahren, umfassend:**

- a) Bestimmen der Krümmung in Extrusionsrichtung eines oder mehrerer linearer Pfade auf einer Außenfläche oder Außenfläche eines extrudierten Grünkörper-Teils, so dass die maximale Krümmung in Extrusionsrichtung des einen oder der mehreren linearen Pfade oder Außenflächen des extrudierten keramischen Grünkörper-Teils bestimmt werden kann;
- b) Identifizieren des linearen Pfads auf der Außenfläche oder der Außenfläche mit der maximalen konvexen Krümmung;
- c) Anordnen des Grünkörper-Teils auf einem Träger mit dem linearen Pfad auf der Außenfläche oder der Außenflächenstelle mit der maximalen konvexen Krümmung in Kontakt mit dem Träger; und
- d) Verarbeiten des Grünkörper-Teils, während es auf dem Träger mit dem linearen Pfad auf der Außenfläche oder der Fläche mit der konvexen Form auf dem Träger angeordnet ist, so dass die Krümmung infolge des Verfahrens zur Umwandlung des Grünkörper-Teils in ein keramisches Teil reduziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Träger eine Platte, ein Ständer oder ein Förderer ist, und geeignet ist, das Teil während der Verfahrensschritte zum Formen des Teils in ein keramisches Teil zu tragen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Krümmung um etwa 10% oder mehr reduziert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das extrudierte keramische Teil eine oder mehrere ebene Flächen aufweist und eine der mehreren ebenen Flächen des keramischen Teils an ein oder mehrere andere Keramikteile mit ebenen Flächen gekittet ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Teil eine Vielzahl von ebenen Flächen aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Querschnittsform des Teils ein Polygon ist, das eine Vielzahl von ebenen Flächen aufweist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Querschnittsform des Teils ein Quadrat oder ein Rechteck ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Form des Körpers kartiert wird und die Ergebnisse der Kartierung verwendet werden, um die Krümmung einer oder mehrerer Flächen oder linearen Pfade des Teils zu berechnen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine ausreichende Anzahl an Datenpunkten gesammelt wird, um die Krümmung einer oder mehrerer Flächen oder linearen Pfade des Körpers exakt zu bestimmen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Grünkörper-Teil geeignet ist, ein keramisches Teil herzustellen, das eines oder mehrere aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid-Zirkonium, Siliciumcarbid, Siliciumnitrid und Aluminiumnitrid, Siliciumoxinitrid und Siliciumcarbonitrid, Mullit, Cordierit, Beta-Spodumen, Aluminiumtitanat, Strontiumaluminiumsilicaten, Lithiumaluminiumsilicaten, Verbundstoffen aus Mullit und Cordierit oder eine Kombination davon umfasst.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Grünkörper-Teil geeignet ist, ein keramisches Teil herzustellen, das eines oder mehrere aus Siliciumcarbid, Cordierit, Mullit-Verbundstoffen, Mullit und Cordierit umfasst.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Grünkörper-Teil geeignet ist, ein Keramikteil herzustellen, das Mullit umfasst.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Grünkörper-Teil in ein keramisches Teil umgewandelt wird, das Mullit umfasst, indem es einem Schritt zur Trocknung, einem Schritt zur Kalzinierung und einem Schritt zur Mullitisierung unterzogen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Krümmung einer oder mehrerer Flächen oder linearen Pfade des gebildeten keramischen Teils etwa 3,0 oder weniger beträgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Akzeptanzquote bei der Herstellung einer Vielzahl von Keramikteilen um 10 Prozent erhöht wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei eine der Flächen des Grünkörper-Teils mit einer Referenzmarkierung markiert ist, um die Identifikation der Flächen zu erleichtern.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die Ebenheit aller ebenen Seiten bestimmt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei alle resultierenden ebenen Seiten eine Ebenheit von etwa 3,0 mm oder weniger aufweisen.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei der keramische Körper ein Wabenfilter ist.

20. Verfahren, umfassend:

- a) Bestimmen der Ebenheit einer oder mehrerer der ebenen Seiten eines extrudierten, keramischen Grünkörper-Teils, das eine oder mehrere ebene Seiten aufweist;
 - b) Identifizieren einer Seite mit einer konvexen Form;
 - c) Anordnen des Grünkörper-Teils auf einem Träger mit der Seite mit der konvexen Form auf dem Träger; und
 - d) Umwandeln des Grünkörper-Teils in ein keramisches Teil, während es auf dem Träger mit der Seite mit der konvexen Form auf dem Träger angeordnet ist;
- wobei die resultierende Ebenheit mindestens einer ebenen Seite derart ist, dass die Fläche an einer anderen Fläche eines Grünkörper-Teils auf effiziente Weise haften kann.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

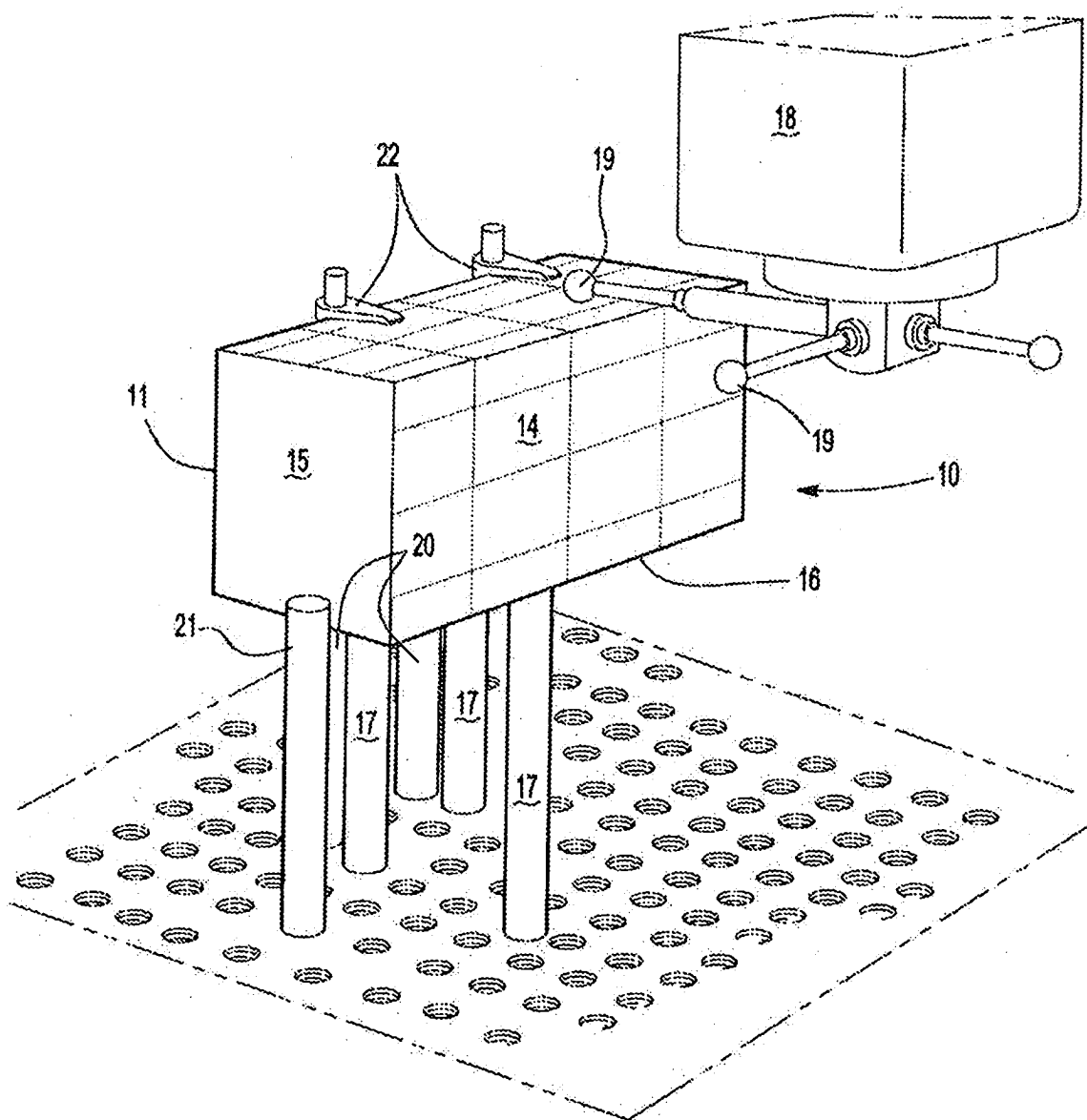
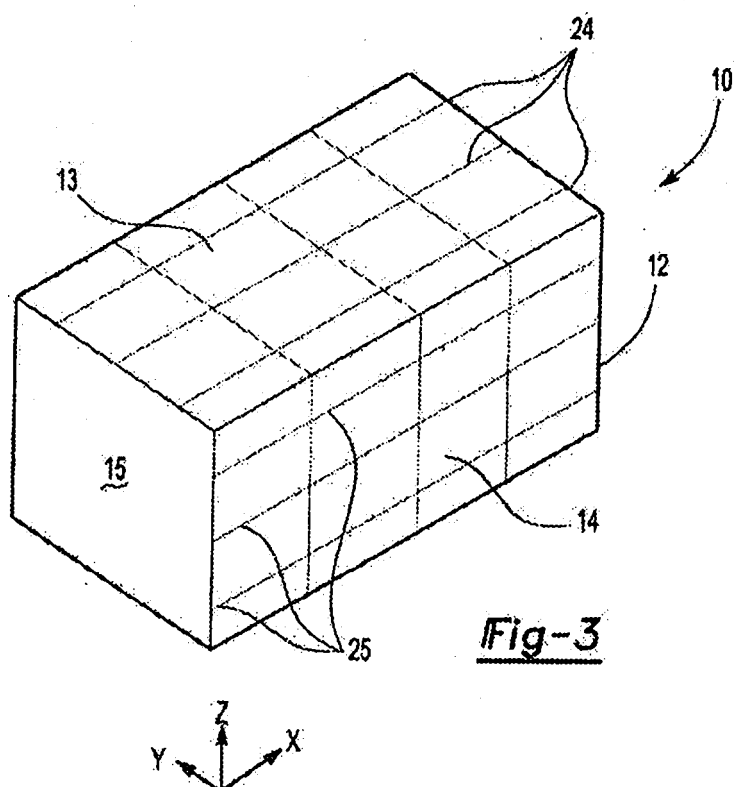
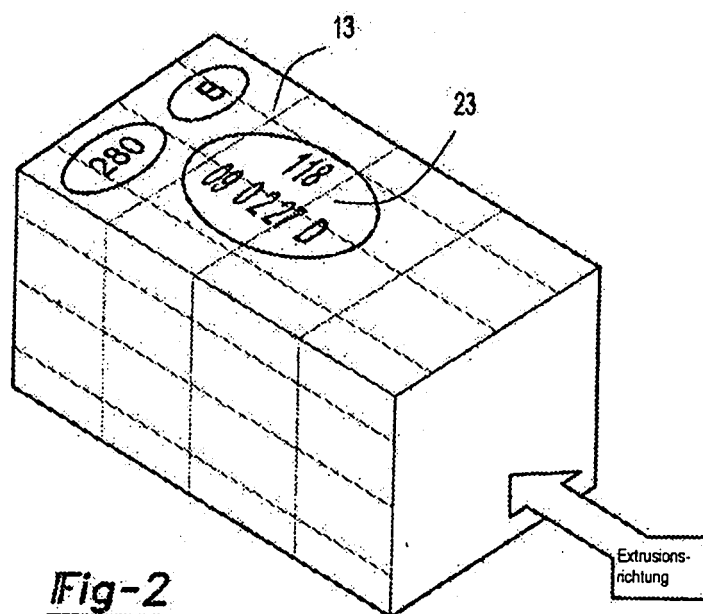


Fig-1



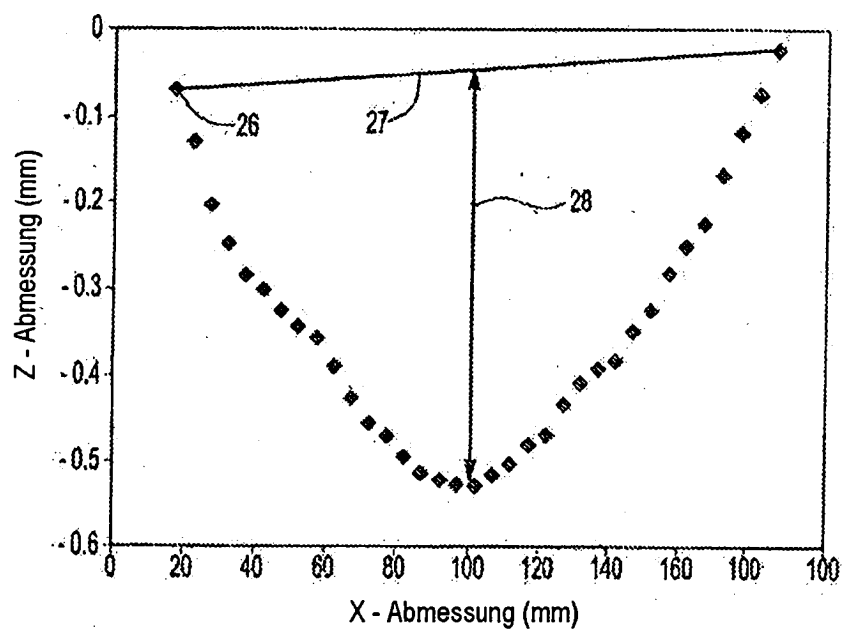


Fig-4

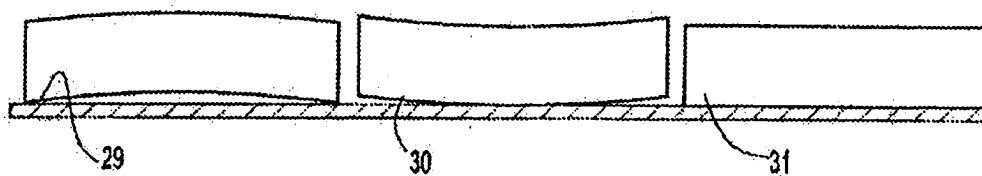


Fig-5

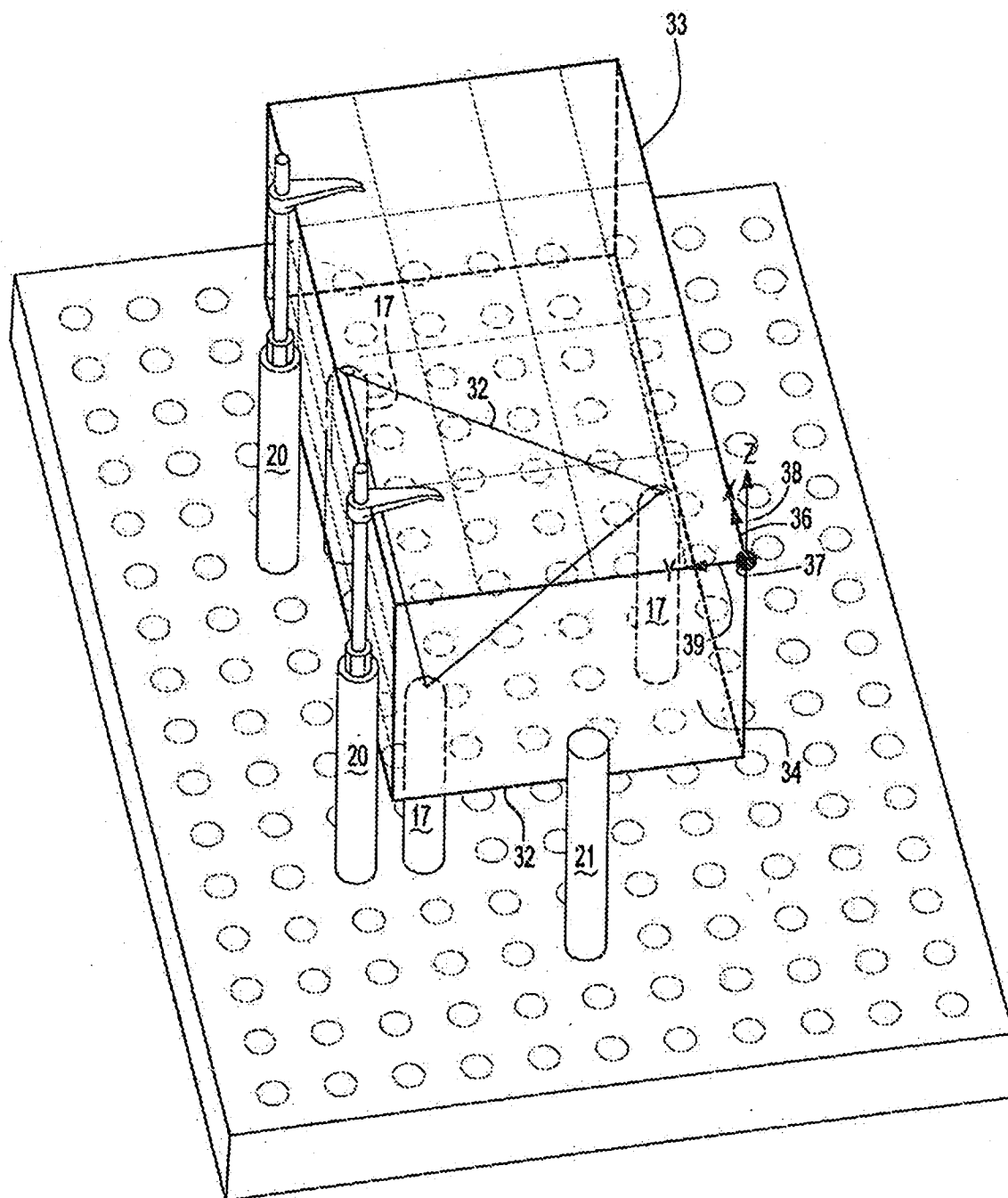


Fig-6