



(10) **DE 10 2012 200 045 A1** 2013.07.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 200 045.3**

(22) Anmeldetag: **03.01.2012**

(43) Offenlegungstag: **04.07.2013**

(51) Int Cl.: **B28B 1/24 (2012.01)**

B28B 1/30 (2012.01)

H01T 21/02 (2012.01)

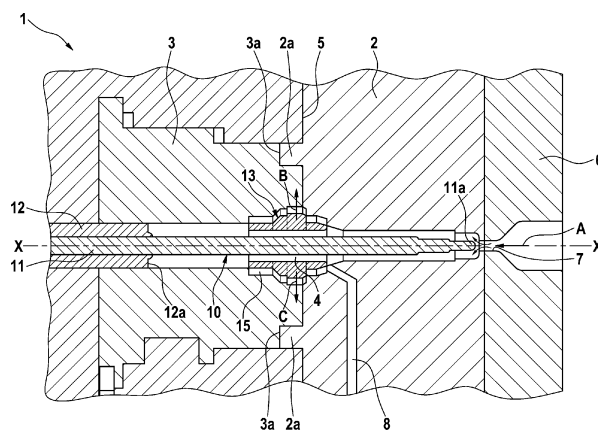
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Loibl, Thomas, 87561, Oberstdorf, DE; Heeren,
Imke, 70199, Stuttgart, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Spritzgusswerkzeug und Verfahren zur Herstellung eines Keramikbauteils**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Keramikspritzgusswerkzeug zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils aus einem ersten und einem zweiten Keramikwerkstoff.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Spritzgusswerkzeug und ein Verfahren zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils, insbesondere eines Kerzensteins (Isolators) für eine Zündkerze aus wenigstens zwei verschiedenen Keramikmaterialien.

[0002] Zündkerzen sind aus dem Stand der Technik in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt und weisen einen Kerzenstein auf, welcher insbesondere aus Kostengründen aus Aluminiumoxidkeramik hergestellt ist. Bisher werden die Kerzensteine aus sprühgetrocknetem Aluminiumoxidkeramikrohstoff halbisostatisch gepresst und in einem anschließenden Schleifverfahren in die typische Isolatorform gebracht. Anschließend erfolgt eine Sinterung des Formteils. Hierbei wurde nun festgestellt, dass sich insbesondere beim Schritt des Pulverpressens innerhalb der Aluminiumoxidkeramik unterschiedliche Porengrößen und unterschiedliche Porenformen ausbilden können. Diese können jedoch auch bei einer Optimierung der Prozessparameter nicht reduziert oder vermieden werden. Zu viele und zu große Poren im Kerzenstein haben jedoch negative Auswirkungen hinsichtlich einer Durchschlagsfestigkeit des Kerzensteins. Daher ist bisher eine Durchschlagsfestigkeit der Kerzensteine von Zündkerzen auf maximal 50 kV/mm begrenzt. Bei neuartigen, hochaufgeladenen Brennkraftmaschinen ist es jedoch notwendig, dass die Kerzensteine eine deutlich gesteigerte Durchschlagsfestigkeit von mindestens 75 kV/mm oder mehr aufweisen müssen. Hierzu fehlen jedoch bisher noch geeignete Werkzeuge und Fertigungsverfahren.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass eine Herstellung eines Keramikbauteils, wie z.B. eines Kerzensteins, aus wenigstens zwei verschiedenen Keramikwerkstoffen möglich ist. Das Keramikbauteil weist so einerseits eine erhöhte Durchschlagsfestigkeit auf und andererseits zusätzlich eine deutlich verbesserte elektromagnetische Verträglichkeit auf, z.B. auch bei sehr hohen Zündspannungen (wie für hochaufgeladene Brennkraftmaschinen). Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils werden die Keramikwerkstoffe nacheinander unter Verwendung von einer Kernanordnung mit einem Zentralkern und einem Druckkern sowie einem zurückziehbaren, geteilten Ringkern (mehnteiliger Schieber) eingespritzt. Der Ringkern stellt dabei während des Spritzens des ersten

Keramikwerkstoffs sicher, dass eine Ringkavität für den zweiten, späteren Spritzvorgang verbleibt. Anschließend wird ein Angussquerschnitt mittels des Zentralkerns verschlossen. Dann erfolgt ein Schritt des Druckausübens, bei dem eine Axialkraft mittels des Druckkerns auf den ersten Keramikwerkstoff aufgebracht wird, um insbesondere die Porengrößen zu reduzieren und die Porenformen möglichst zu vereinheitlichen. Nach dem Zurückziehen des Ringkerns wird dann die Ringkavität mit dem zweiten Keramikwerkstoff gefüllt. Hierbei sind die beiden Keramikwerkstoffe vorzugsweise derart gewählt, dass eine erste Permittivität der ersten Keramik kleiner als eine zweite Permittivität der zweiten Keramik ist. Die zweite Keramik umgibt dabei vorzugsweise das Keramikbauteil ringförmig und in einer gewissen Länge in Axialrichtung des Keramikbauteils. Hierdurch kann beispielsweise ein Kerzenstein hergestellt werden, bei dem die zweite Keramik mit hoher Permittivität an einer Position des Kerzensteins angeordnet ist, an welcher später ein Widerstandselement einer Zündkerze angeordnet ist. Hierdurch wird das Widerstandselement ringförmig und in gewissem Ausmaß auch in Längsrichtung der Zündkerze überdeckt, wodurch eine Kapazität des Kerzensteins im Bereich des Widerstandselements erhöht werden kann. Dadurch können elektromagnetische Störungen während des Zündvorgangs der Zündkerze signifikant vermindert werden.

[0004] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0005] Weiter bevorzugt sind die beiden Keramikwerkstoffe derart angeordnet, dass in radialer Richtung des Keramikbauteils zumindest ein Teilbereich doppelschichtig ausgebildet ist, d.h., dass in Radialrichtung eine Schicht des ersten Keramikwerkstoffs und eine Schicht des zweiten Keramikwerkstoffs vorhanden ist. Bevorzugt sind dabei die beiden Schichten im Wesentlichen gleich dick oder alternativ ist die Schicht aus dem Keramikwerkstoff mit höherer Permittivität dicker. Alternativ können die beiden Keramikwerkstoffe auch in axialer Richtung aufeinander folgen, so dass das Keramikbauteil im Wesentlichen aus zwei hohlzylindrischen Elementen aus verschiedenen Keramikwerkstoffen hergestellt wird.

[0006] Besonders bevorzugt ist der Zentralkern der Kernanordnung an einer Angussseite sich verjüngend zulaufend ausgebildet. Hierdurch wird ein laminares Einströmen des Keramikwerkstoffs in die Kavität im Werkzeug sichergestellt. Besonders bevorzugt ist der Zentralkern dabei konisch ausgebildet. Weiter bevorzugt ist der Zentralkern als zweiteiliger Kern mit einem Ringkern und einem zylindrischen Innenkern ausgebildet.

[0007] Weiter bevorzugt wird das Werkzeug vor dem Schritt des Einspritzens des zweiten Keramikwerk-

stoffs gedreht. Hierdurch ist es möglich, dass an einer Seite des Werkzeugs zwei Zufuhrbereiche für die beiden Keramikwerkstoffe vorhanden sind, was den baulichen Aufwand reduziert.

[0008] Besonders bevorzugt wird der zweite Keramikwerkstoff im Wesentlichen in Axialrichtung des Keramikbauteils in die Ringkavität eingespritzt.

[0009] Weiter bevorzugt werden der erste und/oder zweite Keramikwerkstoff während des Zuführens zum Werkzeug erwärmt. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Keramikwerkstoffe eine ausreichende Fließfähigkeit während der Spritzvorgänge aufweisen.

[0010] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Keramikspritzgusswerkzeug zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils. Das Keramikspritzgusswerkzeug umfasst ein erstes und ein zweites Werkzeugteil, welche eine Kavität definieren, wobei die beiden Werkzeugteile das Werkzeug vorzugsweise lediglich in radialer Richtung teilen und nicht in axialer Richtung teilen. Ferner ist eine erste Angussvorrichtung mit einer Zufuhröffnung zum Zuführen eines ersten Keramikwerkstoffs vorgesehen und eine Kernanordnung mit einem Zentralkern und einem Druckkern. Der Zentralkern und der Druckkern sind in Axialrichtung unabhängig voneinander beweglich, wobei der Zentralkern zumindest teilweise im Druckkern angeordnet ist. Ferner ist eine Endseite des Druckkerns in Axialrichtung an einem Ende der Kavität angeordnet, wobei die Zufuhröffnung der ersten Angussvorrichtung am gegenüberliegenden Ende der Kavität angeordnet ist. Dabei ist der Zentralkern ausgelegt, die Zufuhröffnung der ersten Angussvorrichtung zu verschließen, um einen Druckaufbau mittels des Druckkerns zu ermöglichen. Ferner ist ein geteilter Ringkern (mehnteiliger Schieber) vorgesehen, welcher eine Ringkavität für den zweiten Keramikwerkstoff bereitstellt. Der Ringkern ist radial außerhalb des Zentralkerns angeordnet. Der zweite Keramikwerkstoff wird über eine zweite Angussvorrichtung zugeführt. Somit wird erfindungsgemäß ein Keramikspritzgusswerkzeug bereitgestellt, welches die Einspritzung von zwei unterschiedlichen Keramikwerkstoffen, vorzugsweise mit unterschiedlicher Permittivität ermöglicht, und wobei nach dem Spritzgießen ein Schritt des Druckausübens auf den ersten Keramikwerkstoff möglich ist.

[0011] Bevorzugt weist das Keramikspritzgusswerkzeug einen Zentralkern mit einem Außenquerschnitt auf, welcher einem Innenquerschnitt der Zufuhröffnung der ersten Angussvorrichtung entspricht. Hierdurch kann ein einfaches und sicheres Verschließen der Zufuhröffnung mittels des Zentralkerns durch einfaches axiales Verschieben des Zentralkerns in die Zufuhröffnung realisiert werden. Alternativ verschließt der Zentralkern lediglich die Zufuhröffnung

der ersten Angussvorrichtung, so dass kein Keramikwerkstoff mehr in die Kavität gelangen kann. Ferner wird durch das Schließen der Zufuhröffnung auch ein Abscheren des Keramikwerkstoffs an einem Längsende des Keramikbauteils erreicht, so dass insbesondere eine aufwändige Nachbearbeitung des Längsendes des Keramikbauteils nicht notwendig ist.

[0012] Weiter bevorzugt weist der Zentralkern ein sich verjüngendes Ende, insbesondere ein kegelförmiges Ende, auf. Hierdurch wird eine laminare Strömung in die Kavität des Werkzeugs unterstützt. Vorzugsweise ist der Zentralkern zweiteilig ausgebildet.

[0013] Weiter bevorzugt umfasst das Keramikspritzgusswerkzeug eine Dreheinrichtung, um das Keramikspritzgusswerkzeug zu drehen, vorzugsweise um 90°.

[0014] Die Erfindung betrifft ferner einen Kerzenstein für eine Zündkerze, welcher gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder mittels des erfindungsgemäßen Keramikspritzgusswerkzeugs hergestellt ist und aus wenigstens zwei verschiedenen Keramikwerkstoffen, vorzugsweise mit unterschiedlicher Permittivität, hergestellt ist. Vorzugsweise weist der Kerzenstein dabei eine Durchschlagsfestigkeit von größer oder gleich 75 kV/mm auf.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0015] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. Gleiche bzw. funktional gleiche Teile sind dabei jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. In der Zeichnung ist:

[0016] [Fig. 1](#) eine schematische Schnittansicht eines Spritzgusswerkzeugs gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer ersten Stellung,

[0017] [Fig. 2](#) eine Schnittansicht des Spritzgusswerkzeugs von [Fig. 1](#) in einer zweiten Stellung,

[0018] [Fig. 3](#) eine schematische Schnittansicht eines mit dem Spritzgusswerkzeug aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) hergestellten Keramikbauteils,

[0019] [Fig. 4](#) eine schematische Schnittansicht eines Spritzgusswerkzeugs gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung und

[0020] [Fig. 5](#) eine schematische Schnittansicht eines Keramikbauteils, welches mittels des zweiten Spritzgusswerkzeugs von [Fig. 4](#) hergestellt ist.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

[0021] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) ein Keramikspritzgusswerkzeug **1** und ein Verfahren zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils im Detail beschrieben.

[0022] Wie insbesondere aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ersichtlich ist, umfasst das Keramikspritzgusswerkzeug ein erstes Werkzeugteil **2** und ein zweites Werkzeugteil **3**, welche eine Kavität **4** definieren. Eine Trennstelle **5** zwischen dem ersten und zweiten Werkzeugteil **2, 3** verläuft dabei in radialer Richtung zu einer Axialrichtung X-X des Keramikspritzgusswerkzeugs **1**. In der Kavität **4** ist eine Kernanordnung **10**, umfassend einen Zentralkern **11** und einen Druckkern **12**, angeordnet. Ferner ist in der Kavität **4** ein geteilter Ringkern **13** (mehnteiliger Schieber) angeordnet, welcher während des Spritzvorgangs mittels eines ersten Keramikwerkstoffs eine Ringkavität **14** (siehe [Fig. 2](#)) freihält. Der Ringkern **13** ist, wie in [Fig. 1](#) durch die Pfeile B, C angedeutet, mehnteilig und in radialer Richtung in einen Raum **15** verschiebbar, so dass ein zweiter Keramikwerkstoff in die so entstandene Ringkavität **14** eingespritzt werden kann.

[0023] Das Keramikspritzgusswerkzeug **1** umfasst ferner eine erste Angussvorrichtung **6** mit einer zylindrischen Zufuhröffnung **7** und eine zweite Angussvorrichtung, welche in diesem Ausführungsbeispiel ein Zufuhrkanal **8** ist. Der zweite Keramikwerkstoff wird dabei, wie in [Fig. 2](#) durch den Pfeil D angedeutet, durch den Zufuhrkanal **8** zugeführt.

[0024] Die beiden Kerne der Kernanordnung **10** sind dabei in Axialrichtung X-X unabhängig voneinander verschiebbar. Dabei ist der Zentralkern **11** zylindrisch ausgebildet und weist ein sich verjüngendes Ende **11a** auf, welches in diesem Ausführungsbeispiel abgerundet ist. Der Druckkern **12** ist ein hohlzylindrischer Kern mit einer Druckfläche **12a**, welche ein Ende der Kavität **4** begrenzt. Die beiden Kerne der Kernanordnung **10** sind dabei individuell voneinander in Axialrichtung verschiebbar, d.h., verschiebbar bzw. zurückschiebbar.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines, wie in [Fig. 3](#) gezeigten Kerzensteins **20** läuft dabei wie folgt ab. Zuerst werden das erste und das zweite Werkzeugteil **2, 3** geschlossen, wobei das erste Werkzeugteil **2** mehrere Nasen **2a** und das zweite Werkzeugteil **3** mehrere Ausnehmungen **3a** aufweist, welche einander entsprechend geformt sind, um ein einfaches Verbinden und Lösen zu ermöglichen. Vorher wurde der Ringkern **13** und die Kernanordnung **10** in der Kavität **4** in der in [Fig. 1](#) gezeigten Position angeordnet. Dabei ist der Ringkern **13** mit etwas Abstand vom Zentralkern **11** der Kernanordnung angeordnet. Dann wird ein erster Ke-

ramikwerkstoff über die erste Angussvorrichtung **6** durch die Zufuhröffnung **7** zugeführt, wie in [Fig. 1](#) durch den Pfeil A angedeutet. Hierdurch füllt sich die Kavität **4** mit dem ersten Keramikwerkstoff **21**. Die in der Kavität **4** befindliche Luft kann dabei über nicht gezeigte Entlüftungskanäle entweichen. Sobald die Kavität **4** vollständig mit dem ersten Keramikwerkstoff **21** gefüllt wurde, wird der Zentralkern **11** in Richtung des Pfeils E vorgeschoben. Da ein Außendurchmesser des Zentralkerns **11** einem Innendurchmesser der Zentralöffnung **7** entspricht, wird die Zentralöffnung **7** durch den Zentralkern **11** verschlossen, wobei der Zentralkern in die Zentralöffnung eingeführt wird. Dabei erfolgt auch eine Abscherung des ersten Keramikmaterials an einem zur ersten Angussvorrichtung **6** gerichteten Ende des Formlings.

[0026] Anschließend wird der Druckkern **12** in Richtung der Pfeile F bewegt, um Druck auf den ersten Keramikwerkstoff **21** auszuüben. Hierdurch wird eine Porengröße des Keramikwerkstoffs reduziert und möglichst gleichförmige Porenformen des Keramikwerkstoffs erreicht.

[0027] Anschließend wird, wie in [Fig. 1](#) durch die Pfeile B, C angedeutet, der mehnteilige Ringkern **13** radial nach außen in den Raum **15** verfahren, um die Ringkavität **14** bereitzustellen, wobei einzelne Teile des Ringkerns in Radialrichtung unterschiedlich weit verschoben werden können, was in der Figur nicht dargestellt ist. Dann wird, wie in [Fig. 2](#) durch den Pfeil D angedeutet, durch den Zufuhrkanal **8** der zweite Keramikwerkstoff **22** zugeführt. Hierdurch wird die Ringkavität **14**, welche sich durch das radiale Bewegen des Ringkerns **13** unmittelbar an dem ersten Keramikwerkstoff **21** gebildet hat, mit dem zweiten Keramikwerkstoff **22** ausgefüllt. Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, wird dabei der zweite Keramikwerkstoff **22** im Wesentlichen in axialer Richtung X-X durch den Zufuhrkanal **8** in die Radialkavität **14** zugeführt.

[0028] Nach einer gewissen Zeit wird der derart hergestellte Formling dann aus dem Keramikspritzgusswerkzeug entnommen, wobei die Kerne, insbesondere der Zentralkern **11**, zurückgezogen werden. [Fig. 3](#) zeigt dabei einen derartigen Formling **20**, welcher dann in einem nachfolgenden Sinterschritt noch gesintert wird.

[0029] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, ist es somit mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. dem erfindungsgemäßen Keramikspritzgusswerkzeug **1** möglich, einen Kerzenstein herzustellen, welcher in Radialrichtung zwei Schichten, nämlich eine erste Schicht aus einem ersten Keramikwerkstoff **21** und eine zweite Schicht aus einem zweiten Keramikwerkstoff **22**, aufweist. Dabei ist eine Dicke des zweiten Keramikwerkstoffs **22** in Radialrichtung derart gewählt, dass eine minimale Dicke wenigstens gleich einer maximalen Dicke des ersten Keramikwerkstoffs **21** im zwei-

schichtigen Bereich **24** des Kerzensteins ist. Ferner ist auch eine durchgehende Durchgangsöffnung **23** im Kerzenstein zur Aufnahme einer Mittelelektrode und weiterer Elemente einer Zündkerze vorgesehen. Anschließend erfolgt ein Sintern des Formlings. Dabei wurde der erste Keramikwerkstoff **21** unmittelbar nach dem Einspritzen verdichtet, so dass das hergestellte hohlzylindrische Bauteil eine höchste Durchschlagsfestigkeit aufweist.

[0030] In den **Fig. 4** und **Fig. 5** ist ein Keramikspritzgusswerkzeug **1** und ein damit hergestellter Formling gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt und es wird ein Verfahren zur Herstellung eines alternativen Kerzensteins **30** beschrieben. Wie aus **Fig. 5** ersichtlich ist, weist der Kerzenstein **30** des zweiten Ausführungsbeispiels einen ersten Bereich **31** aus dem ersten Keramikwerkstoff und einen zweiten Bereich **32** aus dem zweiten Keramikwerkstoff auf. Somit ergibt sich nur ein ringförmiger Kontaktbereich **34** zwischen dem ersten und zweiten Keramikwerkstoff. Ferner ist wieder eine Durchgangsöffnung **33** vorgesehen.

[0031] Das zur Herstellung eines derartigen Kerzensteins **30** notwendige Werkzeug ist in **Fig. 4** dargestellt. Das Werkzeug entspricht im Wesentlichen dem des ersten Ausführungsbeispiels, wobei für das zweite Keramikspritzgusswerkzeug ein deutlich größerer, geteilter Ringkern **13** und ein entsprechend größerer Raum **15** vorgesehen ist. Wie aus **Fig. 4** ersichtlich ist, deckt der Ringkern **13** im Ausgangszustand eine Kavität ab, welche später für den zweiten Keramikwerkstoff des zweiten Bereichs **32** vorgesehen ist. Somit wird zuerst wiederum der erste Keramikwerkstoff über die Zufuhröffnung **7** (Pfeil A) eingespritzt, anschließend wird der Zentralkern **11** in Richtung des Pfeils E vorgeschoben, um die Zentralöffnung **7** zu verschließen. Anschließend erfolgt ein Druckvorgang in Axialrichtung X-X mittels des Druckkerns **12**. Dann wird der Ringkern **13** wieder in Radialrichtung bewegt, um eine entsprechende Ringkavität für den zweiten Keramikwerkstoff freizugeben (Pfeile B, C). Danach erfolgt das Einspritzen des zweiten Keramikwerkstoffs **32** über den Zufuhrkanal **8**.

[0032] Wie in den Ausführungsbeispielen beschrieben, können somit erfindungsgemäß hohle zylindrische Keramikbauteile aus zwei verschiedenen Keramikwerkstoffen in effizienter Weise hergestellt werden. Durch das Aufbringen des in Axialrichtung X-X wirkenden Drucks auf den ersten Keramikwerkstoff können Porengrößen und Porenformen reduziert und vereinheitlicht werden, was zu besseren elektromagnetischen Ergebnissen in einer nachfolgenden Verwendung des Keramikbauteils führt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils, insbesondere eines Kerzensteins für eine Zündkerze, wobei das Keramikbauteil (**20**; **30**) eine Durchgangsöffnung (**23**; **33**) aufweist, umfassend die Schritte:

- Schließen eines in Radialrichtung des Keramikbauteils geteilten Werkzeugs (**1**) mit einem eingelegten, in Axialrichtung (X-X) geteilten Ringkern (**13**), einem ersten Werkzeugteil (**2**) und einem zweiten Werkzeugteil (**3**), welche eine Kavität (**4**) definieren,
- Anordnen einer Kernanordnung (**10**) mit einem Zentralkern (**11**) und einem Druckkern (**12**) in der Kavität,
- wobei der Zentralkern und der Druckkern in Axialrichtung (X-X) unabhängig voneinander bewegbar sind, und
- wobei der Druckkern ein axiales Ende der Kavität (**4**) definiert und den Zentralkern (**11**) zumindest teilweise aufnimmt,
- wobei der Zentralkern (**11**) derart in der Kavität (**4**) angeordnet wird, dass ein ringförmiger Angussquerschnitt an einem freien Ende (**11a**) des Zentralkerns (**11**) gebildet wird,
- Einspritzen eines ersten Keramikwerkstoffs (**21**) durch den ringförmigen Angussquerschnitt,
- Verschließen des Angussquerschnitts mittels des Zentralkerns (**11**),
- Bewegen des Druckkerns (**12**) in Axialrichtung (X-X) in Richtung der Angussseite, um Druck auf den eingespritzten ersten Keramikwerkstoff (**21**) auszuüben,
- Zurückziehen des Ringkerns (**13**) in radialer Richtung, so dass eine Ringkavität (**14**) entsteht, und
- Einspritzen eines zweiten Keramikwerkstoffs (**22**) in die Ringkavität (**14**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Keramikwerkstoff (**21**; **31**) eine geringere Permittivität als der zweite Keramikwerkstoff (**22**; **32**) aufweist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zentralkern (**11**) an der Angussseite sich verjüngend zulaufend ausgebildet ist, um ein laminares Einstromen des Keramikmaterials bereitzustellen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug (**1**) vor dem Schritt des Einspritzens des zweiten Keramikwerkstoffs (**22**; **32**) gedreht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Keramikwerkstoff (**22**; **32**) im Wesentlichen in Axialrichtung (X-X) des Werkzeugs (**1**) in die Ringkavität (**14**) eingespritzt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder zweite Keramikwerkstoff während des Zuführens zum Werkzeug erwärmt wird.

7. Keramikspritzgusswerkzeug zur Herstellung eines hohlzylindrischen Keramikbauteils (**20**; **30**), insbesondere eines Kerzensteins für eine Zündkerze, umfassend

- ein erstes Werkzeugteil (**2**),
- ein zweites Werkzeugteil (**3**),
- wobei das erste und zweite Werkzeugteil eine Kavität (**4**) definieren,
- eine erste Angussvorrichtung (**6**) mit einer Zufuhröffnung (**7**) zum Zuführen eines ersten Keramikwerkstoffs (**21**; **31**),
- eine Kernanordnung (**10**), umfassend einen Zentralkern (**11**) und einen Druckkern (**12**), wobei der Zentralkern (**11**) und der Druckkern (**12**) in Axialrichtung unabhängig voneinander bewegbar sind, wobei der Zentralkern (**11**) teilweise im Druckkern (**12**) angeordnet ist und wobei der Druckkern (**12**) in Axialrichtung ein Ende der Kavität (**4**) definiert,
- einen wenigstens zweiteiligen Ringkern (**13**), wobei die Teile des Ringkerns (**13**) in Radialrichtung bewegbar sind, um eine Ringkavität (**14**) für einen zweiten Keramikwerkstoff (**22**; **23**) freizugeben, und
- eine zweite Angussvorrichtung (**8**) zum Zuführen des zweiten Keramikwerkstoffs (**22**; **32**),
- wobei die Zufuhröffnung (**7**) der ersten Angussvorrichtung (**6**) mittels des Zentralkerns (**11**) verschließbar ist.

8. Keramikspritzgusswerkzeug nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Außenquerschnitt des Zentralkerns (**11**) einem Innenquerschnitt der Zufuhröffnung (**7**) entspricht.

9. Keramikspritzgusswerkzeug nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zentralkern (**11**) ein sich verjüngendes Ende (**11a**) aufweist.

10. Keramikspritzgusswerkzeug nach einem der Ansprüche 7 bis 9, ferner umfassend eine Dreheinrichtung, um das Keramikspritzgusswerkzeug (**1**) zu drehen.

11. Kerzenstein (**20**; **30**) für eine Zündkerze, hergestellt nach einem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 6.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

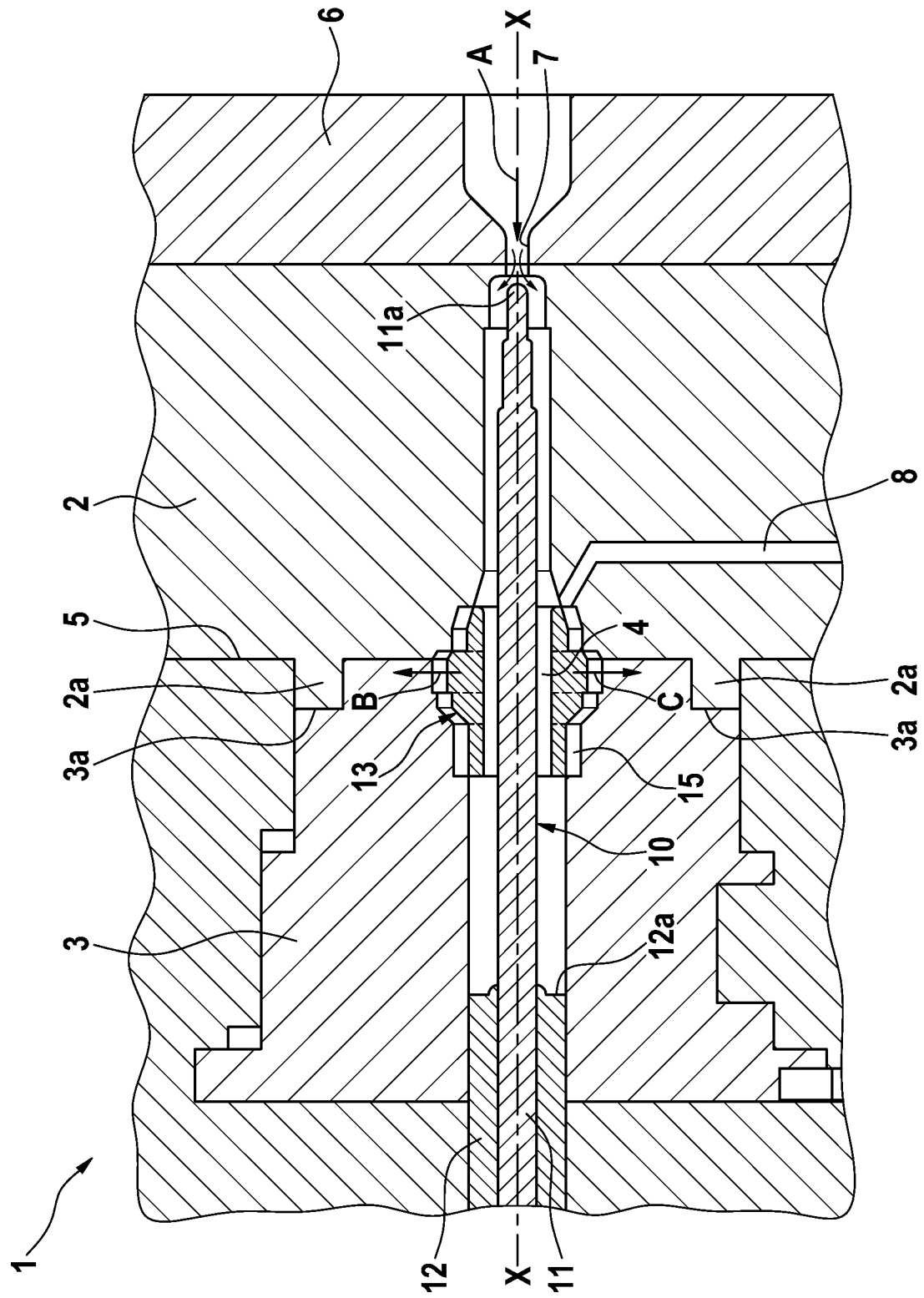


FIG. 1

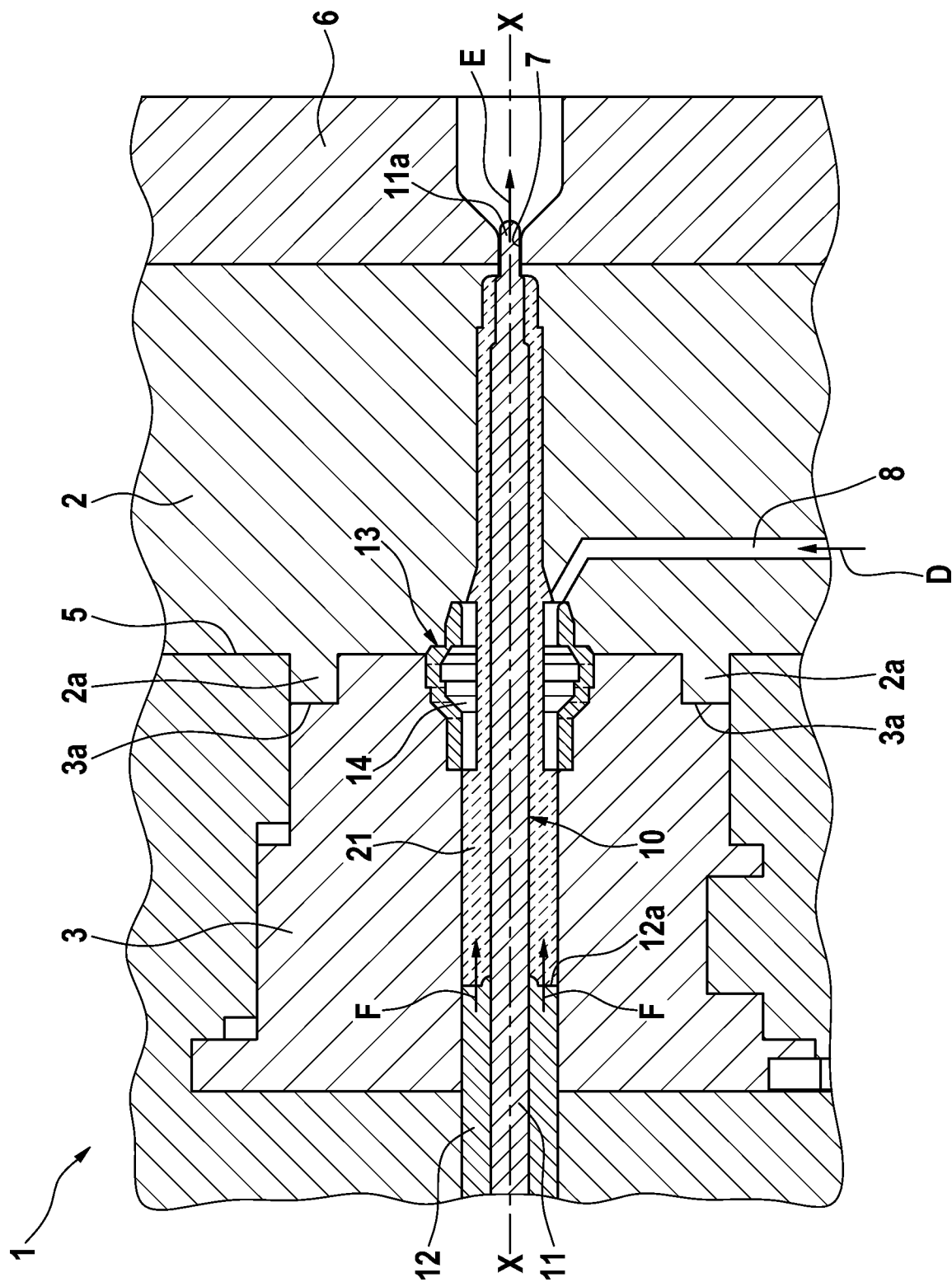


FIG. 2

