

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 9504/2012
(86) PCT-Anmeldenummer: PCT/US2012/060461
(22) Anmeldetag: 16.10.2012
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2014

(51) Int. Cl.: **F02B 19/10** (2006.01)
F02B 19/12 (2006.01)

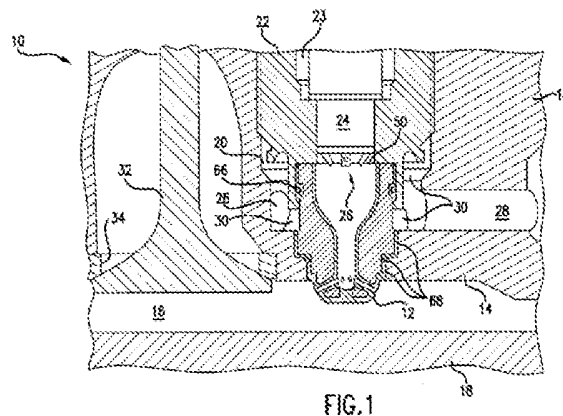
(30) Priorität:
01.12.2011 US 13/309,045 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
CUMMINS INTELLECTUAL PROPERTY, INC.
55432 Minneapolis (US)

(74) Vertreter:
SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE
WIEN

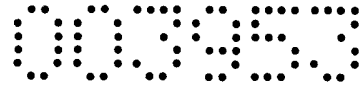
(54) **Vorkammervorrichtung für einen Verbrennungsmotor**

(57) Die Offenbarung betrifft eine verbesserte Vorkammervorrichtung (12) für einen Verbrennungsmotor (10). Die Vorkammervorrichtung (12) ist neben einer Verbrennungskammer (16) angeordnet. Die verbesserte Vorkammervorrichtung (12) ist dazu eingerichtet, das Abführen von Wärme von der Vorkammervorrichtung (12) zu verbessern, insbesondere in dem Bereich neben der Vorkammervorrichtung (12).



ZUSAMMENFASSUNG

Die Offenbarung betrifft eine verbesserte Vorkammervorrichtung für einen Verbrennungsmotor. Die Vorkammervorrichtung ist neben einer Verbrennungskammer angeordnet. Die verbesserte Vorkammervorrichtung ist dazu eingerichtet, das Abführen von Wärme von der Vorkammervorrichtung zu verbessern, insbesondere in dem Bereich neben der Vorkammervorrichtung.



VORKAMMERVORRICHTUNG FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR

TECHNISCHES GEBIET

Diese Offenbarung bezieht sich auf eine verbesserte Vorkammervorrichtung für einen Verbrennungsmotor. Die Vorkammervorrichtung ist neben einer Verbrennungskammer angeordnet. Die verbesserte Vorkammervorrichtung ist dazu gestaltet, die Wärmeabfuhr von der Vorkammervorrichtung zu verbessern, insbesondere in dem Bereich neben der Verbrennungskammer.

HINTERGRUND

Verbrennungsmotoren mit indirekter Einspritzung mischen Kraftstoff und Luft in einem Hohlraum, der entfernt von der Verbrennungskammer liegt. Dieser selbe Hohlraum ist der Ort, wo die Entzündung des Kraftstoffs und der Luft eintritt. Der Hohlraum ist ein Teil einer Vorrichtung, die als Vorkammer bezeichnet wird. Verbrennungsmotoren mit indirekter Einspritzung bieten Vorteile in einer einfachen Kraftstoffeinspritzung und ermöglichen die Verwendung von Designs mit reduzierten Toleranzen verglichen mit Verbrennungsmotoren mit Direkteinspritzung. Außerdem verwenden einige Funkenentzündungsmotoren eine Vorkammervorrichtung (entweder mit Kraftstoff oder passiv), um die Entzündungsenergie zu erhöhen, welche auf die Ladung in der Hauptverbrennungskammer ausgeübt wird. Während dem Betrieb dieser Motoren strömen Gase sowohl in die Vorkammervorrichtung hinein als auch aus dieser heraus, abhängig von der Druckdifferenz zwischen dem Innenhohlraum und der Vorkammervorrichtung und der Hauptkammer. An einer bestimmten Stelle während dem Kompressionstakt strömt Gas, welches sowohl Kraftstoff als auch Luft umfasst, von der Hauptkammer in die Vorkammervorrichtung. Eine mit Kraftstoff versorgte Vorkammervorrichtung wird zusätzlichen Kraftstoff in die Vorkammervorrichtung einführen, um vor der Entzündung den Inhalt der

Vorkammervorrichtung zu erhöhen; eine passive Vorkammervorrichtung wird dies nicht ausführen. Nach der Entzündung wird der Druck innerhalb der Vorkammervorrichtung über den der Hauptkammer steigen und der Inhalt der Vorkammervorrichtung, was verbrannten und unverbrannten Kraftstoff umfasst, wird in die Hauptkammer injiziert, um den Verbrennungsvorgang zu starten.

Die Nähe zur Verbrennung von Kraftstoff und zur Verbrennungskammer verursacht beträchtliche thermische Belastungen der Vorkammervorrichtung, was zu dem Erfordernis führt, die Vorkammervorrichtung zu erheblichen Kosten für einen Benutzer und mit langen Ausfallzeiten für einen Benutzer zu betreiben. Es besteht daher ein Bedürfnis nach einer verbesserten Vorkammer, welche zum Verringern thermischer Beanspruchungen fähig ist, um die Lebensdauer einer Vorkammervorrichtung zu verbessern.

KURZFASSUNG

Diese Offenbarung bietet eine Vorkammervorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Hülle, die aus einem ersten Material mit einer ersten thermischen Leitfähigkeit und einer ersten Festigkeit gebildet ist. Die Hülle umfasst einen inneren Bereich, der eine innere Wand umfasst, einen äußeren Bereich, der eine äußere Wand umfasst, mindestens ein offenes Gebiet, das in der äußeren Wand an einem Umfang der Vorkammervorrichtung gebildet ist, einen Hohlraum, der zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich gebildet ist, eine Kammer, die durch die innere Wand gebildet ist. Ein thermisch leitfähiger Kernbereich ist innerhalb des Hohlraums angeordnet. Der thermisch leitfähige Kernbereich ist in physischem Kontakt mit dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich angeordnet und ist durch das mindestens eine offene Gebiet in der äußeren Wand freigelegt. Der thermisch leitfähige Kernbereich ist aus einem zweiten Material gebildet, das eine zweite thermische Leitfähigkeit, die größer als die erste thermische Leitfähigkeit ist, und eine zweite Festigkeit, die kleiner als die erste Festigkeit ist, hat.

Diese Offenbarung bietet auch eine Vorkammervorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Hülle, die aus einem ersten Material mit einer ersten thermischen Leitfähigkeit und einer ersten Festigkeit gebildet ist. Die Hülle umfasst einen zylindrischen inneren Bereich, einen zylindrischen äußeren Bereich, eine Kammer, die durch den inneren Bereich gebildet ist, wobei die Kammer eine Öffnung an einem ersten Ende aufweist, einen Hohlraum, der zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich gebildet ist, einen Verbindungsbereich, der an einem zweiten Ende der Vorkammervorrichtung, welches in longitudinaler Richtung dem ersten Ende gegenüberliegt, gebildet ist, wobei sich der Verbindungsbereich zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich erstreckt und mit diesen verbunden ist, und wobei ein entferntes Ende des Verbindungsbereichs eine äußere Oberfläche des zweiten Endes der Vorkammervorrichtung bildet, und mindestens eine Passage, die in dem Verbindungsbereich gebildet ist, wobei die Passage von der Kammer ausgeht und sich durch die Hülle erstreckt, mindestens eine Passage, die in dem Verbindungsbereich gebildet ist, wobei die Passage die Kammer mit einer Umgebung der Vorkammervorrichtung verbindet. Ein thermisch leitfähiger Kernbereich, der aus einem zweiten Material mit einer zweiten thermischen Leitfähigkeit, die größer als die erste thermische Leitfähigkeit ist, und einer zweiten Festigkeit, die niedriger ist als die erste Festigkeit, gebildet ist, befindet sich innerhalb des Hohlraums benachbart zum inneren Bereich und zum äußeren Bereich.

Diese Offenbarung bietet auch einen Verbrennungsmotor mit einem Motorkörper, einer Verbrennungskammer, die im Motorkörper gebildet ist, einem Kolben, der in dem Motorblock in der Nähe der Verbrennungskammer angeordnet ist, einem Verbrennungszünder, die in einer Verbrennungszünderkammer an dem Motorblock angeordnet ist und ein Zündungselement enthält, einer Mehrzahl von Kühlmittelströmungspassagen, die ein flüssiges Kühlmittel enthalten und im Motorblock gebildet sind, und einer Vorkammervorrichtung, die zwischen dem Verbrennungszünder und der Verbrennungskammer angeordnet ist. Die Vorkammervorrichtung umfasst eine Hülle, die aus einem ersten Material mit einer

ersten thermischen Leitfähigkeit und einer ersten Festigkeit gebildet ist. Die Hülle umfasst einen inneren Bereich mit einer inneren Wand, einen äußeren Bereich mit einer äußeren Wand, eine Kammer, die durch den inneren Bereich gebildet ist, wobei ein erstes Ende der Kammer eine Öffnung umfasst, die nahe dem Zündungselement gelegen ist, und wobei ein Einspritzende, das longitudinal gegenüber dem ersten Ende gelegen ist, mindestens eine Einspritzpassage umfasst, die sich zwischen der Kammer und der Verbrennungskammer erstreckt, und mindestens einen Hohlraum, der durch den äußeren Bereich und den inneren Bereich gebildet ist. Ein thermisch leitfähiger Kernbereich, der aus einem zweiten Material mit einer zweiten thermischen Leitfähigkeit, die größer ist als die erste thermische Leitfähigkeit, und einer zweiten Festigkeit, die niedriger ist als die erste Festigkeit, gebildet ist, ist zumindest teilweise innerhalb des mindestens einen Hohlraums benachbart zu dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich angeordnet. Die Mehrzahl an Kühlmittelströmungspassagen versorgt den äußeren Bereich der Vorkammervorrichtung mit flüssigem Kühlmittel. Die Vorkammervorrichtung ist um ihren Umfang an jedem Ende abgedichtet zum Verhindern eines Strömens von flüssigem Kühlmittel in die Verbrennungskammer und zum Verhindern eines Strömens von flüssigem Kühlmittel in einen Kontakt mit dem Verbrennungszünder.

Vorteile und Eigenschaften der Ausführungsformen von dieser Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen bei einer Zusammenschau mit den beigefügten Zeichnungen besser ersichtlich.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

Fig.1 ist eine Schnittteilansicht eines Bereichs eines Verbrennungsmotors, wobei eine beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung integriert ist.

Fig. 2 ist eine Perspektivansicht einer Vorkammervorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 3 ist eine Schnittansicht der Vorkammervorrichtung aus Fig. 2 durch die Längsachse der Vorkammervorrichtung entlang der Linie 3-3.

Fig. 4A ist eine Perspektivansicht der Vorkammervorrichtung aus Fig. 2, wobei die Vorkammervorrichtung in einem Winkel durch eine Rippe und durch einen Bereich des thermisch leitfähigen Kerns geschnitten ist.

Fig. 4B ist eine Perspektivansicht der Hülle der Vorkammervorrichtung aus Fig. 2, wobei die Hülle in einem Winkel durch eine Rippe und durch einen Bereich der Hülle, welcher zum Halten des thermisch leitfähigen Kerns gestaltet ist, geschnitten ist.

Fig. 5 ist eine Perspektivansicht eines thermisch leitfähigen Kerns der Vorkammervorrichtung aus Fig. 2 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 6 ist eine Perspektivansicht eines thermisch leitfähigen Kerns einer Vorkammervorrichtung gemäß einer zweiten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 7 ist eine Perspektivansicht eines thermisch leitfähigen Kerns einer Vorkammervorrichtung gemäß einer dritten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 8 ist eine Schnittansicht einer Vorkammervorrichtung gemäß einer vierten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, wobei der Schnitt in einem Winkel durch einen Rippenbereich und durch einen Hohlraumbereich, der einen Kern der Vorkammervorrichtung enthält, vorgenommen worden ist.

Fig. 9 ist eine Schnittansicht einer Hülle der Vorkammervorrichtung aus Fig. 8.

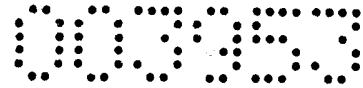


Fig. 10 ist eine Schnittansicht einer Vorkammervorrichtungshülle gemäß einer fünften beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, wobei der Schnitt in einem Winkel durch einen Rippenbereich und durch einen Hohlraumbereich der Vorkammervorrichtung erfolgt ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

Mit Bezug nun auf Fig. 1 ist die vorliegende Offenbarung auf einen Verbrennungsmotor gerichtet, von dem ein Teil in einer Querschnittsansicht gezeigt und im Wesentlichen mit 10 gekennzeichnet ist und eine verbesserte Vorkammervorrichtung 12 aufweist. Der Verbrennungsmotor 10, welcher auch einen Motorkörper umfassen kann, weist einen Zylinderkopf 14 auf. Der Zylinderkopf 14 bildet einen Teil einer Verbrennungskammer 16. Die Verbrennungskammer 16 kann auch einen Kolben 18 enthalten, der in einem Zylinderhohlraum (nicht dargestellt) neben der Verbrennungskammer 16 reziprok gelagert ist. Innerhalb einer Zündungsbohrung 20 ist eine Verbrennungszünderlagerung 22 angeordnet. Gestützt innerhalb einer Verbrennungszünderkammer 23, welche in der Verbrennungszünderlagerung 22 gebildet ist, befindet sich ein Verbrennungszünder 24. Der Verbrennungszünder 24 kann ein Entzündungselement 26 enthalten. Die Vorkammervorrichtung 12 ist zwischen dem Verbrennungszünder 24 und der Verbrennungskammer 16 angeordnet.

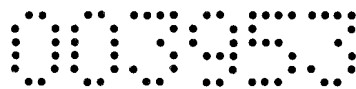
Eine Kühlmittelpassage 28, welche als Teil des Zylinderkopfes 14 gebildet sein kann, versorgt Bereiche 30 in der Nähe der Vorkammervorrichtung 12 mit Kühlfluid. Das Kühlfluid kann sich auch nahe der Verbrennungszünderlagerung 22 befinden.

Weitere Elemente können sich in der Nähe der Verbrennungskammer 16 befinden. Beispielsweise können ein oder mehr Ventile 32 Einlass- und Auslassstellen bereitstellen, damit Luft und/oder Kraftstoff in die Verbrennungskammer 16 eintritt und damit Abgase die Verbrennungskammer 16 verlassen. Ein Ventilsitz 34 kann mit jedem Ventil 32 verbunden sein, um dem Ventil 32 einen Rastort zu bieten, wenn

dieses geschlossen ist.

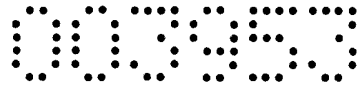
Mit Bezug auf die Figuren 2 bis 5 ist eine Vorkammervorrichtung 12 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung gezeigt. Fig. 2 zeigt eine Perspektivansicht einer beispielhaften Ausführungsform der Vorkammervorrichtung 12. Die Vorkammervorrichtung 12 umfasst eine Hülle 36, die einen Außenbereich hat, der eine äußere Wand 38 umfasst. Die äußere Wand 38 kann eine zylindrische Form haben und kann eine oder mehr Öffnungen oder Löcher 42 enthalten, die in einem Umfang von dieser gebildet sind, womit ein thermisch leitfähiger Kern 40 freigelegt ist, der sich in einem Hohlraum 41 befindet, der zwischen der äußeren Wand 38 und einem Innenbereich der Hülle 36, welche eine innere Wand 46 umfasst, gebildet ist. Die innere Wand 46 kann eine zylindrische Form haben. Eine oder mehr Seitenöffnungen oder -löcher 42 ermöglichen, dass das Kühlfluid aus den Kühlmittelpassagen 28 den thermisch leitfähigen Kern 40 direkt kontaktiert. Wenn eine Mehrzahl von Öffnungen 42 vorhanden ist, können die Öffnungen 42 gleichmäßig über den Umfang der Vorkammervorrichtung 12 verteilt sein, wie in Fig. 2 gezeigt, oder können asymmetrisch verteilt sein. Eine oder mehr Hohlraumöffnungen, Endöffnungen oder Löcher 44 können während einem Herstellungsvorgang verwendet werden, um den thermisch leitfähigen Kern 40 in die Hülle 36 einzuführen. Obwohl das Loch 44 an einem nahen Ende der Vorkammervorrichtung 12 gebildet ist, kann ein Loch, welches das Einführen des Materials des Kerns 40 in die Hülle 36 ermöglicht, auch woanders an der Vorkammervorrichtung 12 gebildet sein. Beispielsweise kann eine Öffnung an dem Umfang gebildet sein, wie detaillierter im Folgenden beschrieben wird.

Die innere Wand 46 kann eine Kammer 48 definieren. Wie in den Figuren 1, 4A und 4B gezeigt, kann die Kammer 48 eine Öffnung 50 haben, welche den Verbrennungszünder 24 aufnehmen kann, insbesondere das Entzündungselement 26. Die Rippen 52 können die äußere Wand 38 mit der inneren Wand 46 verbinden, um der Vorkammervorrichtung 12 Festigkeit zu verleihen. Die Rippen 52 würden daher den Hohlraum 41 in eine Mehrzahl von Hohlräumen teilen. Die Rippen 52



können als Teil der Hülle 36 oder separat gebildet sein. Die Rippen 52 können eine oder mehr Rippenöffnungen oder -passagen 54, welche in den Rippen gebildet sind, aufweisen, um zu ermöglichen, dass der thermisch leitfähige Kern 40 während der Herstellung die Mehrzahl an Hohlräumen 41, die durch die Rippen 52 gebildet sind, ausfüllt. Die Rippenöffnungen oder -passagen 54 können auch bei der Verteilung thermischer Energie helfen. Während der Herstellung kann das Material, das den Kern 40 bildet, geschmolzen sein und kann in den Hohlraum 41 der Hülle 36 durch die Endöffnungen 44 eingeführt werden. Die Hülle 36 kann auf den Schmelzpunkt des Materials, das den Kern 40 bildet, vorerhitzt sein, bevor der Kern 40 eingeführt wird, um diesen Vorgang zu unterstützen. Die Materialien, die für eine Verwendung als Hülle 36 vorgeschlagen werden, haben einen höheren Schmelzpunkt als die Materialien, die zur Verwendung als Kern 40 vorgeschlagen werden, was ermöglicht, dass die Hülle 36 während diesem Vorgang ihre Form beibehält. Nachdem der thermisch leitfähige Kern 40 in den Hohlraum 41 eingesetzt worden ist, kann der Aufbau in einer Weise gekühlt werden, welche im Abbau von Spannungen in der Vorkammervorrichtung 12 hilft. Sobald der Kern 40 hart geworden ist, ist er im Wesentlichen zusammenhängend oder in direktem Kontakt mit der äußeren Wand 38 und der inneren Wand 46, und die Vorkammervorrichtung 12 wird eine feste Kompositstruktur sein. Es ist bevorzugt, dass der Kern 40 in einem größtmöglichen Kontakt mit der äußeren Wand 38 und der inneren Wand 46 ist. Der Herstellungsvorgang kann jedoch Luft zwischen dem Kern 40 und der äußeren Wand 38 sowie zwischen dem Kern 40 und der inneren Wand 46 einschließen, was zu Stellen führt, wo der Kern 40 nicht in Kontakt mit entweder der äußeren Wand 38 oder der inneren Wand 46 sein mag. Es kann auch eine Trennung zwischen dem Kern 40 und der äußeren Wand 38 oder dem Kern 40 und der inneren Wand 46 aufgrund von Unterschieden in der thermischen Leitfähigkeit und den Kühlraten, aufgrund lokaler Verunreinigungen des Kerns 40, der äußeren Wand 38 oder des Kerns 40 oder aufgrund anderer Umstände geben.

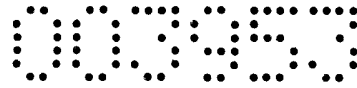
Der Hohlraum 41 kann viele verschiedene Konfigurationen haben. Wie in den Figuren 4A und 4B gezeigt, können die Transferpassagen 43 mit einer oder



mehreren Taschen 64 verbunden sein, welche in einem Verbindungsbereich 60 gebildet sind, womit eine Mehrzahl von Beinen 70, die beispielsweise in Fig. 5 gezeigt sind, mittels der Taschen 64 miteinander verbunden werden. Es ist zu beachten, dass die Taschen 64 tatsächlich Passagen 64 sind, welche eine Transferpassage 43 und damit ein Bein 70 mit einer oder mehreren Transferpassagen 43 und Beinen 70 verbinden. Ein Vorteil der Taschen oder Passagen 64 ist, dass sie sich an einer Stelle befinden, wo während dem Betrieb des Motors 10 hohe Temperaturen herrschen. Der thermisch leitfähige Kern 40 ist daher in der Lage, Hitze von der Region des Verbindungsbereichs 60 in der Vorkammervorrichtung 12 nach oben zu einem Bereich zu leiten, wo das Kühlfluid die Hitze weg von der Vorkammervorrichtung 12 leiten kann, während der Motor 10 in Betrieb ist. In gleicher Weise kann Hitze von der Kammer 48 zu einem Bereich übertragen werden, wo Kühlfluid die Hitze weg von der Vorkammervorrichtung 12 leiten kann.

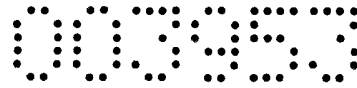
Mit Bezug auf Fig. 6 ist der Kernbereich 45 des Kerns 40 in Taschen oder Passagen 64 angeordnet. Die Transferpassagen 43 und Taschen 64 können jedoch weggelassen sein und die Rippenöffnungen oder -passagen 64 können weggelassen sein, so dass jedes Bein 70 vollständig voneinander getrennt ist. Andere alternative Konfigurationen werden im Folgenden beschrieben.

Die Hülle 36 kann eine minimale Dicke von 1 mm haben. Der thermisch leitfähige Kern 40 kann jedoch mindestens 30% von der Dicke der Vorkammervorrichtung 12 für mindestens 50% der longitudinalen Länge der Vorkammervorrichtung 12 einnehmen. Die Dicke ist radial von der Seite der inneren Wand 46 der Kammer 48 zu dem Bereich der äußeren Wand 38, der am weitesten von der Längsachse 76 der Vorkammervorrichtung 12 entfernt ist, bemessen. Die 50% der longitudinalen Länge können irgendeine Länge der Vorkammervorrichtung 12 sein, welche die 30%-Dickenempfehlung erfüllt, beispielsweise die in Fig. 3 gezeigte Länge 78. Der thermisch leitfähige Kern 40 kann weniger als die Dicke der Vorkammervorrichtung 12 und eine kürzere Länge einnehmen, aber es kann sodann auch eine Verringerung



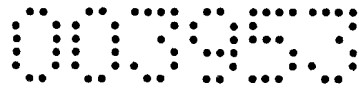
der Vorteile der vorliegenden Offenbarung geben. Das Gestaltungsziel ist, dass die Hülle genügend dick ist, um die einwirkenden Belastungen während dem Betrieb aufnehmen zu können, während das Volumen des Kernmaterials optimiert ist. Diese Anforderungen werden die Dicke der Hülle bestimmen und ob die Rippen 52 erforderlich sind und, sofern Rippen 52 erforderlich sind, die Anzahl an erforderlichen Rippen 52. Während ein Großteil dieser Erläuterungen auf die Hülle 36 fokussiert ist, ist es das Ziel, die Größe, insbesondere die Dicke und die Form des thermisch leitfähigen Kerns 40 zu optimieren, um ein optimales Temperaturprofil der Vorkammervorrichtung 12 zu erhalten.

Es sollte aus der vorangehenden Beschreibung zu verstehen sein, dass der thermisch leitfähige Kern 40 ein einziges Metallstück sein kann, wie durch den Kern 40a in Fig. 5 gezeigt, welcher sich von einer oder mehreren Taschen 64, welche detaillierter im Folgenden beschrieben werden, über eine oder mehrere Seitenöffnungen oder -löcher 42 zu Endöffnungen 44 erstreckt. Bei einer zweiten beispielhaften Ausführungsform können die Rippenöffnungen oder -passagen 54 in den Rippen 52 jedoch entfallen, was bedeuten würde, dass jede Säule oder Bein 70 unabhängig von benachbarten Säulen oder Beinen 70 wäre und nur in der Bodenregion 72 des Kerns 40b durch Bereiche des Kerns 40b, die sich durch die Taschen 64 erstrecken, wie in Fig. 6 gezeigt, verbunden wären. In gleicher Weise können bei einer dritten beispielhaften Ausführungsform die Rippen 52 nicht benötigt sein, in welchem Fall der Kern 40c einen soliden Umfang mit offenen Bereichen in der Bodenregion 72 haben könnte, wo Verbindungsbereiche 60 der Hülle 36 gelegen sein würden, wie beispielsweise in Fig. 7 gezeigt. Gleichermaßen kann der obere Bereich 74 der äußeren Wand 38 jenseits einer oder mehrerer Seitenöffnungen oder -löcher 42 unnötig sein, abhängig von dem für den thermisch leitfähigen Kern 40 gewählten Material und dem in der Kammer 48 erwarteten Druck. Während gezeigt ist, dass sich der thermisch leitfähige Kern 40 bis zur Oberseite der Vorkammervorrichtung 12 erstreckt, mögen bestimmte Designanforderungen nicht voraussetzen, dass sich der Kern 40 über die Region erstreckt, wo sich Kühlfluid nahe dem Äußeren der Vorkammervorrichtung 12 befindet, wenn diese im Betrieb



genutzt wird. Eine vierte beispielhafte Ausführungsform einer Vorkammervorrichtung 112, die in den Figuren 8 und 9 gezeigt ist, hat eine Konfiguration, bei der sich der Kern 40d von einer Region im Hohlraum 41a der Hülle 136a in der Nähe von einer oder mehreren Einspritzöffnungen 58, was im Detail später beschrieben wird, erstreckt und in einer Region im Hohlraum 41a der Hülle 136a gerade oberhalb der Seitenöffnungen 142 endet. Eine fünfte beispielhafte Ausführungsform der Vorkammernhülle 136b ist in Fig. 10 gezeigt. Der Hohlraum 41b der Hülle 136b kann eine oder mehrere Transferpassagen 143 und eine oder mehrere Passagen oder Taschen 164 enthalten. Der Hohlraum 41b erstreckt sich von einer oder mehreren Passagen oder Taschen 164, die sich zwischen einer oder mehreren Einspritzpassagen 58 und dem entfernten Ende 162 der Hülle 136b befinden, und der Hohlraum 41b endet in einer Region in der Nähe von einer oder mehreren Öffnungen oder Aperturen 142b. Bereiche des Kerns 40, welche Luft, Kraftstoff oder Kühlflüssigkeit ausgesetzt sind, können beschichtet oder behandelt sein, um die Wirkungen von Korrosion an den ausgesetzten Bereichen des Kerns 40 zu verhindern oder zu reduzieren.

Ein Ende der Kammer 48 hat ein Injektionsende 56. Innerhalb des Injektionsendes 56 sind eine oder mehrere Passagen oder Injektionsöffnungen 58 gebildet, die sich von der Kammer 48 zu der Umgebung der Hülle 36 in einem Bereich nahe der Verbrennungskammer 16 erstrecken. Die Injektionsöffnungen 58 ermöglichen, dass sich entzündeter Kraftstoff und Luft von der Kammer 48 zu der Verbrennungskammer 16 bewegen, was das Entzünden von Kraftstoff und Luft in der Verbrennungskammer 16 bewirkt. Die Injektionsöffnungen 58 können Teil des Verbindungsbereichs 60 sein, der die äußere Wand 38 mit der inneren Wand 46 verbindet. Der Verbindungsbereich 60 kann einen äußeren Bereich, einen Außenseitenbereich oder ein entferntes Ende 62 haben. Zwischen dem Teil des Verbindungsbereichs 60, der die Einspritzöffnungen oder -passagen 58 enthält, und dem entfernten Ende 62 des Verbindungsbereichs 60 gelegen kann eine oder können mehrere Taschen 64 gebildet sein, in welchen sich ein Teil des thermisch leitfähigen Kerns 40 befinden kann. Die Taschen 64 bieten erhebliche Vorteile in



dem Beherrschen der thermischen Spannungen im Verbindungsbereich 60. Hitze kann durch den thermisch leitfähigen Kern 40 weg von den Taschen 64 zu einem oder mehreren offenen Bereichen oder Löchern 42 geleitet werden, was ermöglicht, dass ein Kühlmittel oder ein Kühlfluid die Hitze entfernt.

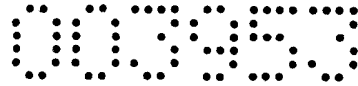
Wie in Fig. 3 gezeigt, können sich die Taschen oder Passagen 64 innerhalb eines bestimmten Orts bezüglich der Kammer 48 und eines Endbereichs oder Außenseitenbereichs 62 der Vorkammervorrichtung 12 befinden. Beispielsweise können sich Taschen 64 entweder teilweise oder vollständig radial oder transversal innerhalb einer imaginären Axialerweiterung 80 der äußeren Abmessungen des unteren Bereichs der Kammer 48, benachbart entlang der Achse 76 gelegen sein. Bei der beispielhaften Ausführungsform sind die Taschen 64 axial oder longitudinal entlang der Vorkammervorrichtung zwischen den Einspritzöffnungen 58 und dem entfernten Ende 62 gelegen. Es kann eine einzelne Tasche 64, die sich in dem Verbindungsbereich 60 befindet, oder eine Mehrzahl von Taschen 64 geben. Wenn eine Mehrzahl von Taschen 64 vorhanden ist, können diese symmetrisch oder asymmetrisch um die Längsachse 76 verteilt sein. Während eine einzige Tasche 64 die Temperatur des Verbindungsbereichs 60 während Verbrennungsvorgängen reduziert, bietet eine Mehrzahl von Taschen oder Passagen 64, die um die Längsachse 76 verteilt sind, den größten Vorteil in Bezug auf eine Temperaturverringerung im Verbindungsbereich 60, während dem Betrieb des Verbrennungsmotors 10.

Das Material der Hülle 36 kann ein hochlegierter Stahl, wie zum Beispiel eine Nickel-Chrom-Beschichtung, oder ein Edelstahl mit einer ersten Festigkeit und einer ersten thermischen Leitfähigkeit sein. Das Material des thermisch leitfähigen Kerns 40 kann eine Kupfer- oder Aluminiumbeschichtung mit einer zweiten Festigkeit und einer zweiten thermischen Leitfähigkeit sein.

Das Material des Kerns 40 wird im Wesentlichen hinsichtlich thermischen Leitfähigkeitseigenschaften gewählt, was in der Regel bedeutet, dass das Material

des thermisch leitfähigen Kerns 40 schwächer sein wird als das Material der Hülle 36. Das Material der Hülle 36 wird im Wesentlichen hinsichtlich Festigkeitseigenschaften gewählt, um dazu in der Lage zu sein, Druck und thermische Belastungen von der Kammer 48 und der Verbrennungskammer 16 zu tragen. Die Materialien, die üblicherweise zum Tragen der vorgenannten Belastungen gewählt werden, haben typischerweise jedoch eine ungenügende thermische Leitfähigkeit, um eine Hitzeansammlung in der Vorkammervorrichtung 12 zu verhindern, insbesondere im Bereich des Verbindungsbereichs 60. Eine zu große Hitze kann zu Zuständen führen, die als Fehler gewertet würden, beispielsweise eine vorzeitige Entzündung, das Brechen von Spitzen, die Erosion von Düsenlöchern oder Einspritzöffnungen, das Schmelzen von Spitzen usw. Der Wärmeleitkoeffizient von Aluminium- und Kupferbeschichtungen ist größer oder gleich $30 \text{ W/m}^2\text{-K}$. Der Wärmeleitkoeffizient von Nickel-Chrom-Beschichtungen und Edelstahlmaterialien ist kleiner oder gleich $20 \text{ W/m}^2\text{-K}$. Der relativ niedrige Wärmeleitkoeffizient der Nickel-Chrom-Beschichtung, von Edelstahl und anderen ähnlichen Materialien führt in dem Bereich des Verbindungsbereichs 60 und möglicherweise in anderen Bereichen der Vorkammervorrichtung 12 zu Temperaturen, die größer als gewünscht sind. Das Erzeugen des Kerns 40 und das Anordnen eines Materials, welches einen höheren Wärmeleitkoeffizienten hat, in den Kern 40 bietet eine erhebliche Temperaturverringerung in Gebieten, die während dem Betrieb einer großen Hitze ausgesetzt sind, wie im Folgenden näher erläutert wird. Der Vorteil der vorliegenden Offenbarung liegt darin, dass die Vorkammer 12 die Vorteile der Festigkeit der Hülle 36 mit der thermischen Leitfähigkeit des Kerns 40 erhält.

Die Hülle 36 kann erzeugt werden durch Laser-Sintern, Metallinjectionsgießen, Feinguss und anderen Techniken, die zum Erzeugen der in dieser Offenbarung beschriebenen Eigenschaften fähig sind, beispielsweise durch Fabrikherstellung oder Werkstückbearbeitung. Die hohle Kernhülle 36 kann auch als mehrere Stücke erzeugt und sodann durch das Einführen des thermisch leitfähigen Kerns 40, durch ein mechanisches Verbinden oder durch andere Techniken miteinander verbunden



werden. Der thermisch leitfähige Kern 40 kann in der Hülle 36 durch eine oder mehrere Techniken gebildet werden. Weil Materialien mit höherer thermischer Leitfähigkeit im Allgemeinen bei niedrigeren Temperaturen schmelzen als Materialien mit niedriger thermischer Leitfähigkeit, kann das Material des Kerns 40 geschmolzen und in die Hülle 36 gegossen werden. Der Kern 40 kann auch in die Hülle 36 mit einer geeigneten Stützung an den äußeren Oberflächen der Hülle 36 injiziert werden. Die Hülle 36 kann wie in dieser Offenbarung gezeigt gebildet sein, oder kann mit massiven äußeren Wänden gebildet und nach dem Einführen des Kerns 40 bearbeitet sein, um den Kern 40 an einer oder mehreren Öffnungen oder Löchern 42 freizugeben.

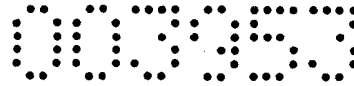
Wie zuvor beschrieben, besteht ein Verfahren zum Einführen des Kerns 40 in den Hohlraum 41 darin, dass das Material des Kerns 40 eingeführt wird, wenn das Material geschmolzen ist. Der Kern 40 kann in den Hohlraum 41 durch eine oder mehrere Öffnungen 44 eingeführt werden. Das geschmolzene Material des Kerns 40 fließt in den Hohlraum 41 und kann dann in die Region von einer oder mehreren Transferpassagen 43 fließen. Das Material des Kerns 40 kann sodann durch die eine oder mehreren Transferpassagen 43 in die eine oder mehreren Taschen oder Passagen 64 fließen, die in dem Verbindungsbereich 60 gebildet sind, um das Material des Kerns 40 in Gebieten anzuordnen, wo während dem Betrieb des Motors 10 hohe Temperaturen herrschen. Bei Konfigurationen, wo es mehrere separate Hohlräume gibt, die in einer Hülle einer Vorkammervorrichtung gebildet sind, kann es erforderlich sein, dass das geschmolzene Material des Kerns in jeden separaten Hohlraum durch eine Öffnung oder ein Loch, welches mit diesem Hohlraum verbunden ist, eingeführt wird. Bei Konfigurationen, wo der Hohlraum einer Vorkammervorrichtung sich nicht bis an eine nahe Oberfläche der Vorkammervorrichtung erstreckt, wie zum Beispiel bei der Konfiguration, die in Fig. 9 gezeigt ist, kann es erforderlich sein, dass das Material des Kerns 40d in eine oder mehrere Öffnungen oder Löcher 142a eingeführt wird, welche an einem Umfang oder einer anderen Stelle der Hülle 136a gebildet sind.



Eine Finite-Elemente-Analyse zeigt, dass eine massive Vorkammer mit hochfestem Stahl eine Spitzentemperatur von größer 800°C in dem Gebiet der Einspritzöffnungen haben könnte. Eine beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt eine Spitzentemperatur von weniger als 400°C in den Gebieten der Einspritzöffnungen 58.

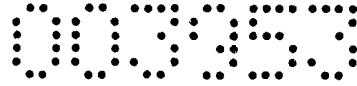
Die Vorkammervorrichtung 12 kann an ihrem Umfang an mindestens zwei Stellen fluidmäßig abgedichtet sein, wenn sie an einem Motorkörper oder Verbrennungsmotor 10 montiert ist. Eine Abdichtungsstelle 66 kann sich in der äußeren Wand 38 befinden, wo die äußere Wand 38 auf die Verbrennungszünderlagerung 22 trifft. Die Absicht hinter der Fluidabdichtung liegt darin, einen Leckstrom von flüssigem Kühlmittel aus den Kühlmittelpassagen 28 in die Kammer 48 und einen Kontakt von diesem mit dem Entzündungselement 26 zu verhindern. Eine weitere Abdichtung kann sich an einer Stelle 68 befinden, welche an einer oder mehreren Stellen an der Vorkammervorrichtung 12 zwischen dem entfernten Ende 62 des Verbindungsbereichs 60 und einer oder mehreren Seitenöffnungen 42 gelegen sein kann. Die Abdichtung an der Stelle 68 dient dazu, einen Leckstrom der Kühlflüssigkeit in die Verbrennungskammer 16 zu verhindern.

Die verschiedenen Ausführungsformen von Vorkammervorrichtungen, die hier gezeigt wurden, sind zu Motorkonfigurationen kompatibel, welche passive und mit Kraftstoff versorgte Vorkammervorrichtungen erfordern. Der Verbrennungsmotor 10 und eine der hier gezeigten Vorkammervorrichtungen können so modifiziert sein, dass eine Kraftstoffeinspritzung oder ein einzuspritzendes Gemisch aus Luft und Kraftstoff in die Kammer 48 erlaubt wird, wo eine Entzündung eintreten kann, was eine beträchtliche Hitze und einen Überdruck in der Kammer 48 erzeugt und bewirkt, dass Verbrennungsgase in die Verbrennungskammer 16 strömen. Kraftstoff und Luft können auch direkt in die Verbrennungskammer 16 injiziert werden. Eine Kraftstoffentzündung kann außerhalb der Vorkammervorrichtung 12 in einem Gebiet um eine oder mehrere Einspritzpassagen 58 und das entfernte Ende 62 oder innerhalb der



Kammer 48 auftreten. Die Kraftstoffentzündung kann in entweder der Kammer 48 oder der Verbrennungskammer 16 starten und sodann sich zu der gegenüberliegenden Kammer fortbewegen. Während eines Kompressionstaktes eines Kolbens 18 wird der Druck in der Verbrennungskammer 16 Verbrennungsgase in die Kammer 48 drängen. Abhängig davon, ob der Druck in der Kammer 48 oder der Verbrennungskammer 16 größer ist, können daher Verbrennungsgase entweder in die oder aus der Kammer 48 von oder zu der Verbrennungskammer 16 strömen. Der Kern 40 wird Hitze von den Stellen, wo eine Kraftstoffentzündung eintritt, oder wo heiße Verbrennungsgase strömen, wie zum Beispiel Kammer 48 oder das Gebiet benachbart zum entfernten Ende 62, zu einem Gebiet bewegen, wo das Kühlfluid Wärme abführen kann. Das Gebiet der Wärmeableitung kann eine Öffnung, wie zum Beispiel die in Fig. 3 gezeigte Öffnung 42, umfassen. Die hier gezeigten Vorkammervorrichtungen können auch mit Motoren verwendet werden, die nicht eine Zündkerze verwenden.

Während verschiedene Ausführungsformen der Offenbarung gezeigt und beschrieben worden sind, ist zu verstehen, dass diese Ausführungsformen nicht darauf beschränkt sind. Die Ausführungsformen können geändert, modifiziert oder durch den Fachmann weitergehend angewandt werden. Daher sind diese Ausführungsformen nicht auf die gezeigten und zuvor beschriebenen Details beschränkt, sondern enthalten all solche Änderungen und Modifikationen.



ANSPRÜCHE

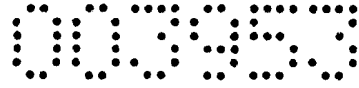
1. Vorkammervorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit:

einer Hülle, die aus einem ersten Material mit einer ersten thermischen Leitfähigkeit und einer ersten Festigkeit gebildet ist, wobei die Hülle umfasst:

- einen inneren Bereich, der eine innere Wand umfasst,
- einen äußeren Bereich, der eine äußere Wand umfasst,
- mindestens ein offenes Gebiet, das in der äußeren Wand an einem Umfang der Vorkammervorrichtung gebildet ist,
- einen Hohlraum, der zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich gebildet ist,
- eine Kammer, die durch die innere Wand gebildet ist, und

einem thermisch leitfähigen Kernbereich, der innerhalb des Hohlraums in physischem Kontakt mit dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich angeordnet ist, und durch das mindestens eine offene Gebiet in der äußeren Wand freigelegt ist,

wobei der thermisch leitfähige Kernbereich aus einem zweiten Material gebildet ist, das eine zweite thermische Leitfähigkeit, die größer als die erste thermische Leitfähigkeit ist, und eine zweite Festigkeit, die kleiner als die erste Festigkeit ist, hat.



2. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 1,

wobei das mindestens eine offene Gebiet eine Mehrzahl von Löchern ist, die in der äußeren Wand gebildet sind.

3. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 1,

wobei die Vorkammervorrichtung ein erstes Ende und ein zweites Ende hat und

wobei das erste Ende einen Verbindungsbereich enthält, der den äußeren Bereich mit dem inneren Bereich verbindet.

4. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 3,

wobei der thermisch leitfähige Kernbereich innerhalb der mindestens einen Tasche gelegen ist, die in dem Verbindungsbereich gebildet ist.

5. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 4,

wobei der Hohlraum an dem zweiten Ende der Vorkammervorrichtung eine Hohlraumöffnung bildet und die Hohlraumöffnung den thermisch leitfähigen Kernbereich freilegt und

wobei sich der thermisch leitfähige Kernbereich von der mindestens einen Tasche zu der Hohlraumöffnung erstreckt.

6. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 1,

wobei der Hohlraum mindestens 30% der Strecke von der inneren Wand radial nach außen zu der äußeren Wand für mindestens 50% der longitudinalen Länge der Vorkammervorrichtung einnimmt.

7. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 1,

wobei eine Mehrzahl von Rippen, die zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich angeordnet sind, den Hohlraum in mehrere Räume teilt.

8. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 1,

wobei das erste Material aus einer Gruppe ausgewählt ist, die ein Nickel-Chrom-Legierung und Edelstähle umfasst.

9. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 1,

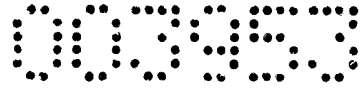
wobei das zweite Material aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Kupferlegierungen und Aluminiumlegierungen umfasst.

10. Vorkammervorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit:

einer Hülle, die aus einem ersten Material mit einer ersten thermischen Leitfähigkeit und einer ersten Festigkeit gebildet ist,

wobei die Hülle umfasst:

- einen zylindrischen inneren Bereich,
- einen zylindrischen äußeren Bereich,
- eine Kammer, die durch den inneren Bereich gebildet ist, wobei die Kammer



eine Öffnung an einem ersten Ende aufweist,

- einen Hohlraum, der zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich gebildet ist,

- einen Verbindungsbereich, der an einem zweiten Ende der Vorkammervorrichtung, welches in longitudinaler Richtung dem ersten Ende gegenüberliegt, gebildet ist, wobei sich der Verbindungsbereich zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich erstreckt und mit diesen verbunden ist, und wobei ein entferntes Ende des Verbindungsbereichs eine äußere Oberfläche des zweiten Endes der Vorkammervorrichtung bildet, und

- mindestens eine Passage, die in dem Verbindungsbereich gebildet ist, wobei die Passage die Kammer mit einer Umgebung der Vorkammervorrichtung verbindet, und

einem thermisch leitfähigen Kernbereich, der aus einem zweiten Material mit einer zweiten thermischen Leitfähigkeit, die größer als die erste thermische Leitfähigkeit ist, und einer zweiten Festigkeit, die niedriger ist als die erste Festigkeit, gebildet ist, und der sich innerhalb des Hohlraums benachbart zum inneren Bereich und zum äußeren Bereich befindet.

11. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 10,

wobei sich eine Erweiterung des thermisch leitfähigen Kernbereichs longitudinal zwischen der Kammer und dem entfernten Ende befindet.

12. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 11,

wobei mindestens eine Tasche longitudinal zwischen der Kammer und dem entfernten Ende gebildet ist und die Erweiterung des thermisch leitfähigen

Kernbereichs innerhalb der mindestens einen Tasche gelegen ist.

13. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 10,

wobei der Verbindungsbereich die mindestens eine Tasche umfasst und sich der thermisch leitfähige Kernbereich in die Tasche erstreckt.

14. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 13,

wobei die mindestens eine Tasche zumindest teilweise zwischen der Kammer und dem entfernten Ende des Verbindungsbereichs gelegen ist.

15. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 14,

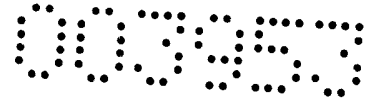
wobei die mindestens eine Tasche zumindest teilweise entlang einer longitudinalen Linie zwischen der mindestens einen Passage und dem entfernten Ende des Verbindungsbereichs gebildet ist.

16. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 13,

welche außerdem eine longitudinale Achse aufweist, wobei die mindestens eine Tasche eine Mehrzahl von Taschen ist, welche symmetrisch um die longitudinale Achse angeordnet ist.

17. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 10,

wobei der Hohlraum an dem ersten Ende der Vorkammervorrichtung geöffnet ist, um eine Hohlraumöffnung zu bilden,



wobei sich der thermisch leitfähige Kernbereich innerhalb der mindestens einen Tasche, die in dem Verbindungsbereich gebildet ist, befindet, und

wobei sich der thermisch leitfähige Kernbereich von der mindestens einen Tasche zu der Hohlraumöffnung erstreckt.

18. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 10,

wobei der Hohlraum mindestens 30% der Strecke von der inneren Wand radial nach außen zu der äußeren Wand für mindestens 50% der longitudinalen Länge der Vorkammervorrichtung einnimmt.

19. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 10,

wobei eine Mehrzahl von Rippen, die zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich angeordnet sind, den Hohlraum in mehrere Räume teilt.

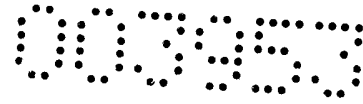
20. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 10,

wobei das erste Material aus einer Gruppe ausgewählt ist, die ein Nickel-Chrom-Legierung und Edelstahl umfasst.

21. Vorkammervorrichtung nach Anspruch 10,

wobei das zweite Material aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Kupferlegierungen und Aluminiumlegierungen umfasst.

22. Verbrennungsmotor mit:



einem Motorkörper,

einer Verbrennungskammer, die im Motorkörper gebildet ist,

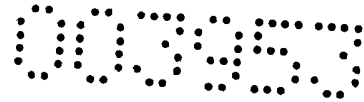
einem Kolben, der in dem Motorblock in der Nähe der Verbrennungskammer angeordnet ist,

einem Verbrennungszünder, die in einer Verbrennungszünderkammer an dem Motorblock angeordnet ist und ein Zündungselement enthält,

einer Mehrzahl von Kühlmittelströmungspassagen, die ein flüssiges Kühlmittel enthalten und im Motorblock gebildet sind,

einer Vorkammervorrichtung, die zwischen dem Verbrennungszünder und der Verbrennungskammer angeordnet ist, und umfasst:

- eine Hülle, die aus einem ersten Material mit einer ersten thermischen Leitfähigkeit und einer ersten Festigkeit gebildet ist, wobei die Hülle umfasst:
- einen inneren Bereich mit einer inneren Wand,
- einen äußeren Bereich mit einer äußeren Wand,
- eine Kammer, die durch den inneren Bereich gebildet ist, wobei ein erstes Ende der Kammer eine Öffnung umfasst, die nahe dem Zündungselement gelegen ist, und wobei ein Einspritzende, das longitudinal gegenüber dem ersten Ende gelegen ist, mindestens eine Einspritzpassage umfasst, die sich zwischen der Kammer und der Verbrennungskammer erstreckt, und
- mindestens einen Hohlraum, der durch den äußeren Bereich und den inneren Bereich gebildet ist, und



- einen thermisch leitfähigen Kernbereich, der aus einem zweiten Material mit einer zweiten thermischen Leitfähigkeit, die größer ist als die erste thermische Leitfähigkeit, und einer zweiten Festigkeit, die niedriger ist als die erste Festigkeit, gebildet ist, und der zumindest teilweise innerhalb des mindestens einen Hohlraums benachbart zu dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich angeordnet ist,

wobei die Mehrzahl an Kühlmittelströmungspassagen den äußeren Bereich der Vorkammervorrichtung mit flüssigem Kühlmittel versorgt und wobei die Vorkammervorrichtung um ihren Umfang an jedem Ende abgedichtet ist zum Verhindern eines Strömens von flüssigem Kühlmittel in die Verbrennungskammer und zum Verhindern eines Strömens von flüssigem Kühlmittel in einen Kontakt mit dem Verbrennungszünder.

23. Motor nach Anspruch 22,

wobei der thermisch leitfähige Kernbereich zu der Umgebung der Vorkammervorrichtung durch mindestens einen offenen Bereich, der in der äußeren Wand gebildet ist, freigelegt ist.

24. Motor nach Anspruch 22,

wobei der thermisch leitfähige Kernbereich zu der Umgebung der Vorkammervorrichtung durch eine Mehrzahl von Öffnungen, die um die Vorkammervorrichtung angeordnet sind, freigelegt ist.

25. Motor nach Anspruch 22,

wobei das Einspritzende einen Verbindungsbereich umfasst, der den äußeren Bereich mit dem inneren Bereich verbindet, und

wobei der Verbindungsbereich ein entferntes Ende enthält.

26. Motor nach Anspruch 25,

wobei der thermisch leitfähige Kernbereich sich innerhalb mindestens einer Tasche, die in dem Verbindungsbereich gebildet ist, befindet.

27. Motor nach Anspruch 26,

wobei die mindestens eine Tasche zumindest teilweise zwischen der mindestens einen Einspritzpassage und dem entfernten Ende des Verbindungsbereichs gebildet ist.

28. Motor nach Anspruch 26,

wobei die Vorkammervorrichtung außerdem eine longitudinale Achse umfasst und die Kammer einen unteren Bereich mit Außenabmessungen umfasst, und

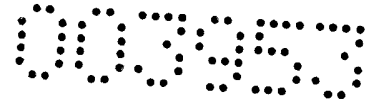
wobei die mindestens eine Tasche sich mindestens teilweise innerhalb einer imaginären Axialerweiterung der Außenabmessungen des unteren Bereichs der Kammer entlang der Longitudinalachse befindet.

29. Motor nach Anspruch 25,

wobei der Hohlraum an dem ersten Ende der Vorkammervorrichtung zum Bilden einer Hohlraumöffnung geöffnet ist und die Hohlraumöffnung den thermisch leitfähigen Kernbereich freilegt.

30. Motor nach Anspruch 29,

wobei der thermisch leitfähige Kernbereich sich innerhalb mindestens einer Tasche, die in dem Verbindungsbereich gebildet ist, befindet und sich von der mindestens einen Tasche zu der Hohlraumöffnung erstreckt.



31. Motor nach Anspruch 22,

wobei der Hohlraum mindestens 30% der Strecke von der inneren Wand radial nach außen zu der äußeren Wand für mindestens 50% der longitudinalen Länge der Vorkammervorrichtung einnimmt.

32. Motor nach Anspruch 22,

wobei eine Mehrzahl von Rippen, die aus einem ersten Material gebildet sind und zwischen dem inneren Bereich und dem äußeren Bereich angeordnet sind, den Hohlraum in mehrere Räume teilt.

33. Motor nach Anspruch 22,

wobei das erste Material aus einer Gruppe ausgewählt ist, die ein Nickel-Chrom-Legierung und Edelmetalle umfasst.

34. Motor nach Anspruch 22,

wobei das zweite Material aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Kupferlegierungen und Aluminiumlegierungen umfasst.

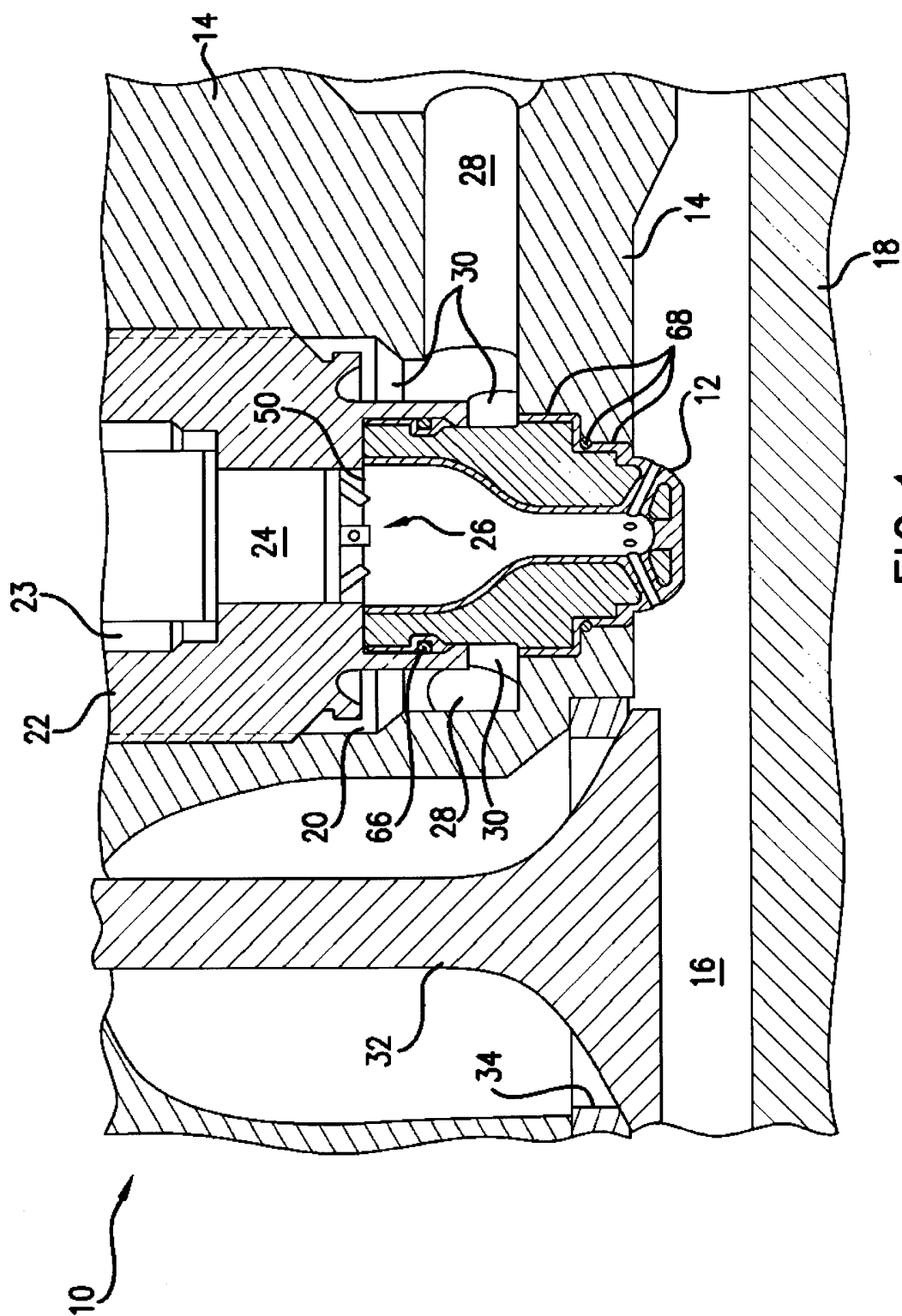
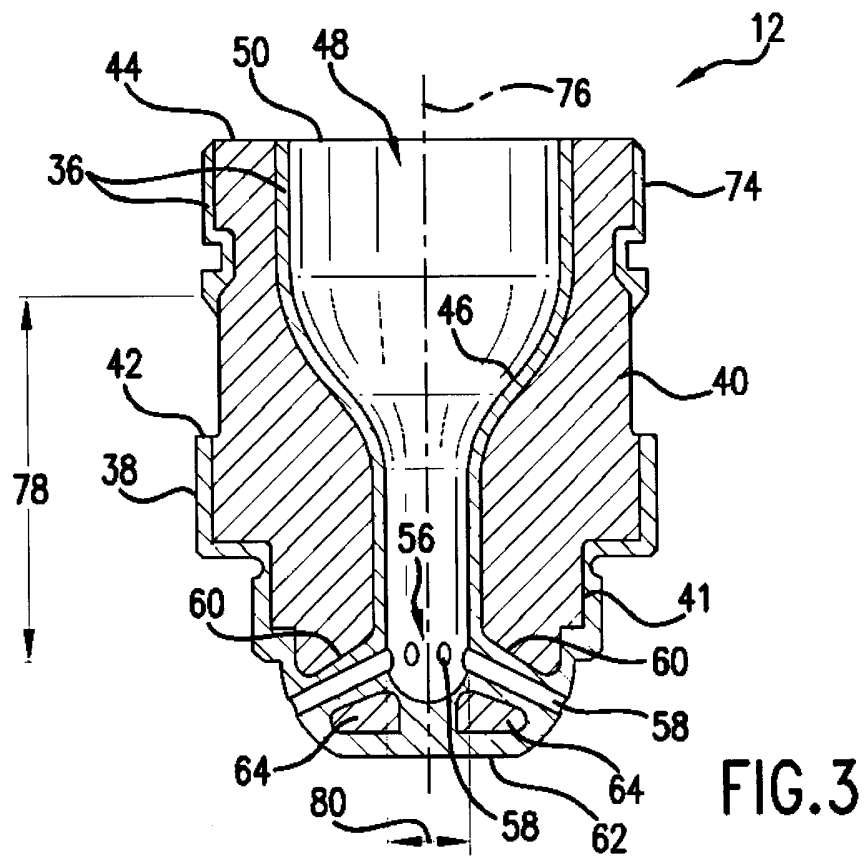
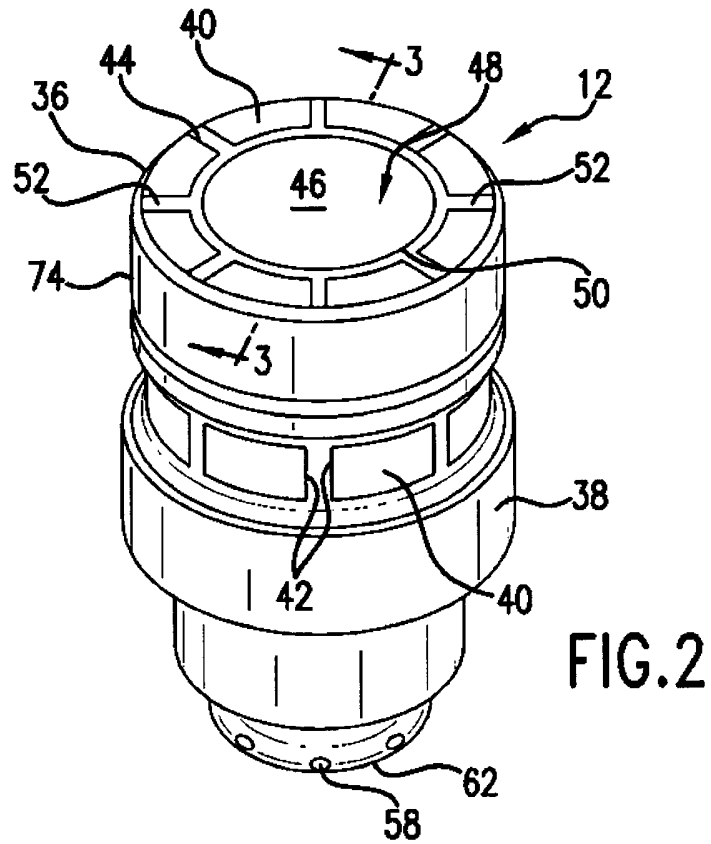


FIG. 1

2/5



3/5

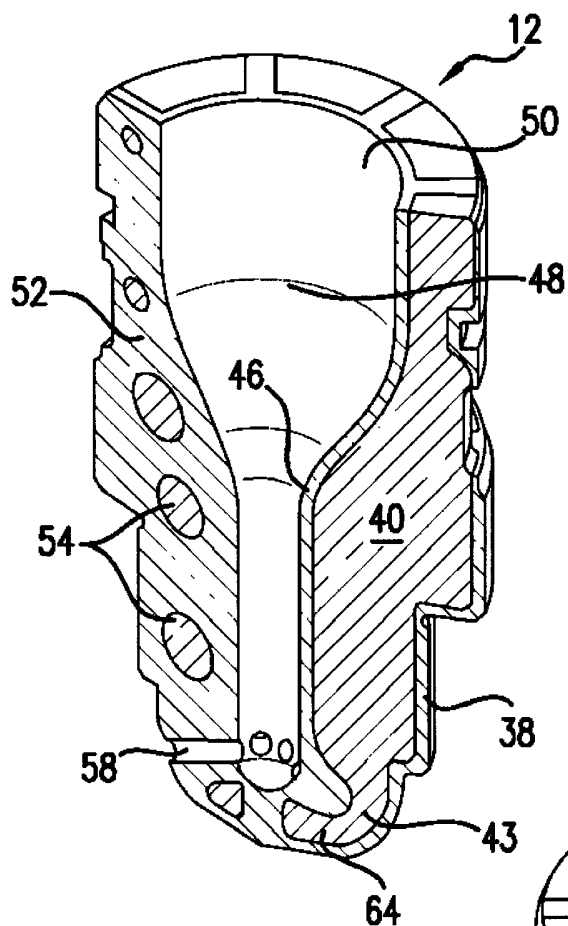


FIG. 4A

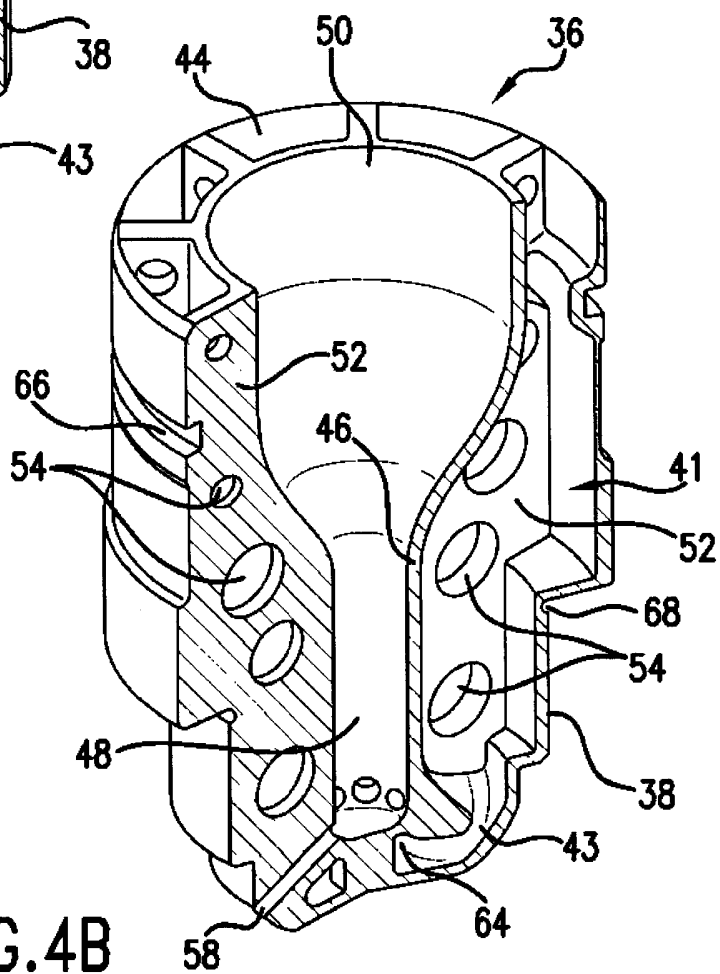
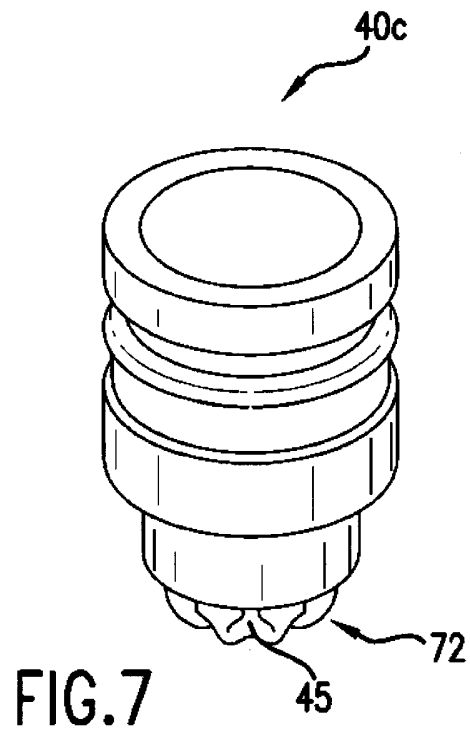
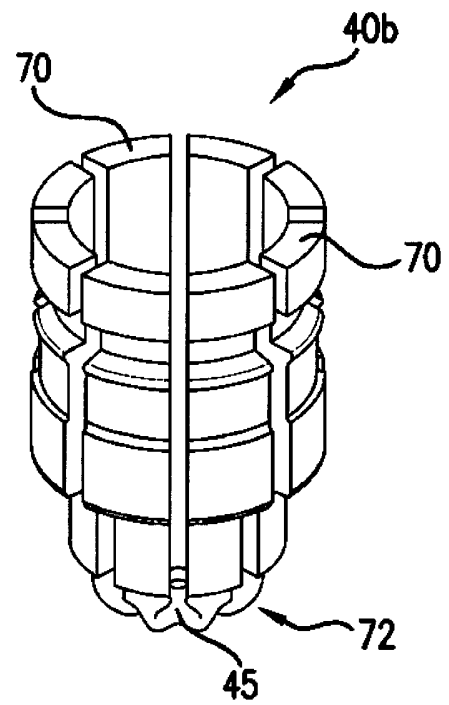
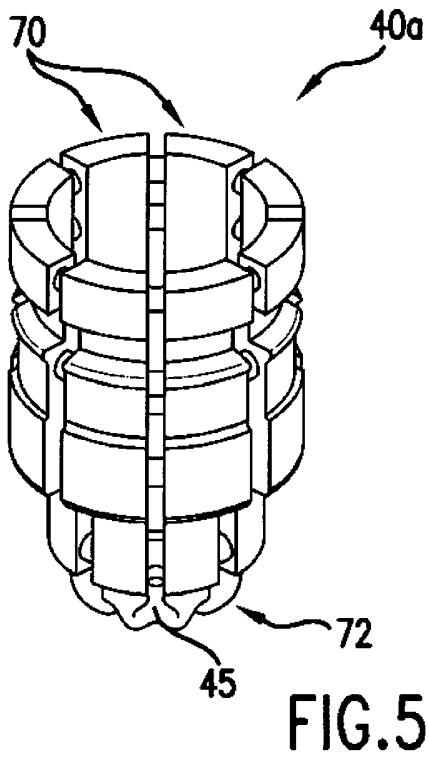


FIG. 4B



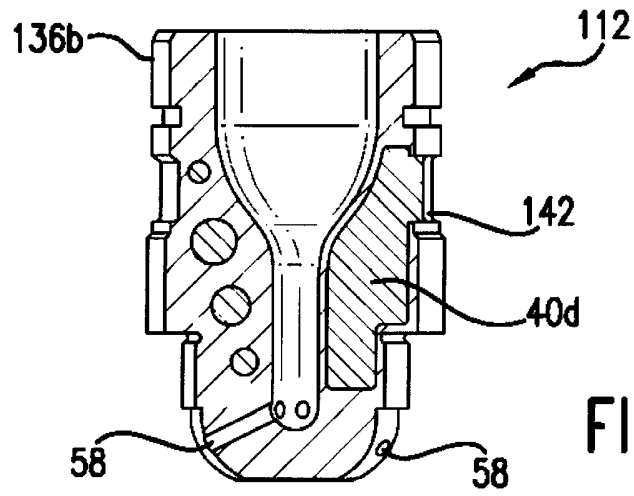


FIG. 8

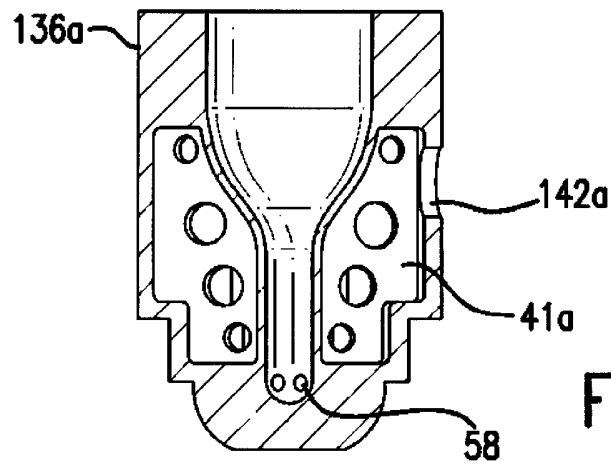


FIG. 9

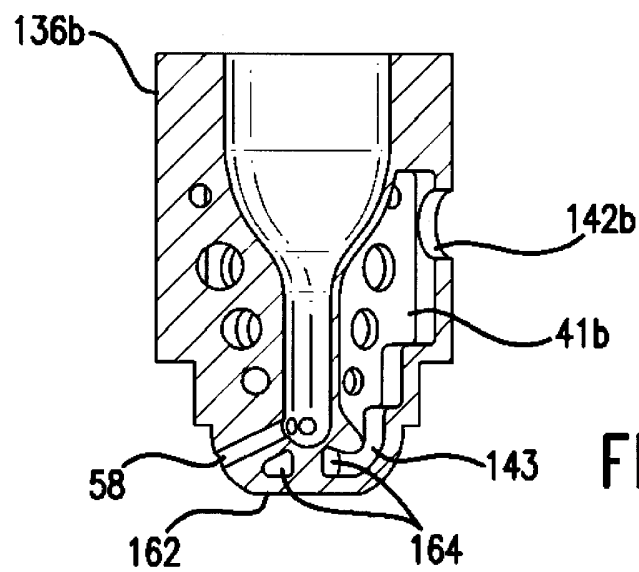


FIG. 10