



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 353 061 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.2003 Patentblatt 2003/42

(51) Int Cl.7: **F02M 61/16**

(21) Anmeldenummer: **03405171.4**

(22) Anmeldetag: **12.03.2003**

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

(72) Erfinder: **Schlager, Dietmar, Dr.**
8408 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067,
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)

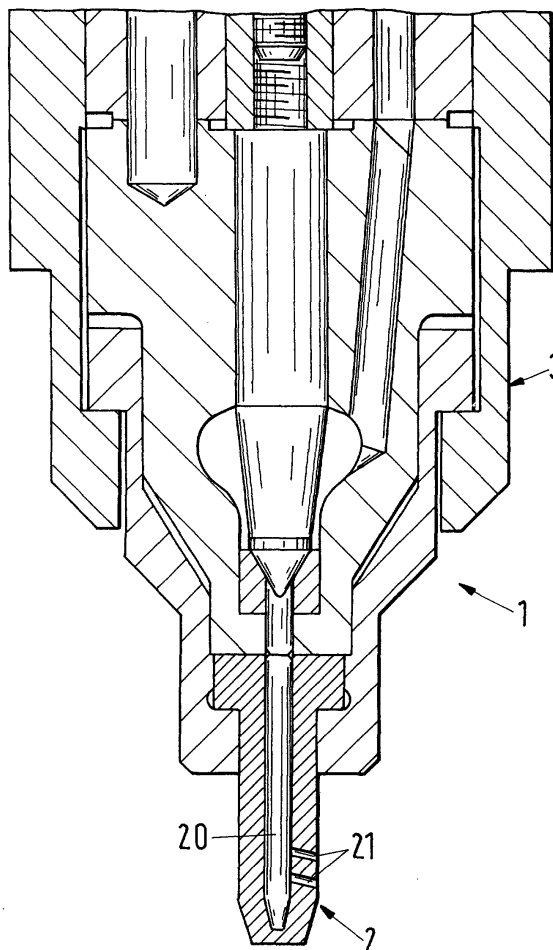
(30) Priorität: **11.04.2002 EP 02405289**

(71) Anmelder: **Wärtsilä Schweiz AG**
8401 Winterthur (CH)

(54) **Werkstoff für einen Düsenkopf und Düsenkopf aus einem solchen Werkstoff**

(57) Es wird ein Werkstoff für einen Düsenkopf (2) einer Brennstoffeinspritzdüse (1) einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Grossdieselmotors, vorgeschlagen, welcher Werkstoff eine Chrom-Basis-Legierung ist, die abgesehen von üblicherweise auftretenden Verunreinigungen in Gewichtsprozent 0%-50% Nickel (Ni), 0%-5% Kohlenstoff (C), 0%-5% Silizium (Si) und mindestens 50% Chrom (Cr) enthält. Ferner wird ein Düsenkopf (2) vorgeschlagen, der aus einem dergleichen Werkstoff hergestellt ist.

Fig.1



EP 1 353 061 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Werkstoff für einen Düsenkopf einer Brennstoffeinspritzdüse, einen Düsenkopf aus einem solchen Werkstoff und eine Brennstoffeinspritzdüse einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Grossdieselmotors.

[0002] Bei Grossdieselmotoren, die beispielsweise als Antriebsaggregate für Schiffe oder zur Stromerzeugung in Stationäranlagen verwendet werden, wird der Brennstoff - typischerweise ist das ein Schweröl oder ein anderer Dieselmotoren - mittels Brennstoffeinspritzdüsen in den Verbrennungsraum eingebracht. Diese Einspritzdüsen umfassen üblicherweise einen teilweise in den Verbrennungsraum hineinragenden Düsenkopf, der auch als Zerstäuber bezeichnet wird. Der Düsenkopf ist ein Verschleissstück, das einem hohen thermischen, mechanischen und chemischen Belastungskollektiv unterliegt. Je nach Grad der Belastung können am Düsenkopf Schäden, beispielsweise Materialabtrag infolge von Korrosion, Erosion und/oder Abrasion auftreten, oder Risse, die bis zum Auseinanderbrechen führen können.

[0003] Die mechanischen Belastungen beruhen auch auf dem hohen Einspritzdruck, der über tausend bar betragen kann. Im Inneren des Düsenkopfs können Materialverluste durch Kavitation und/oder Erosion auftreten. Die thermischen Belastungen beruhen auf den hohen Temperaturen im Brennraum und den enormen Temperaturwechseln zwischen der Verbrennungstemperatur und der Temperatur der frisch zugeführten Spülluft. Auch im Inneren des Düsenkopfs, durch welches der Brennstoff eingebracht wird, führt das intermittierende Einspritzen zu schockartigen Temperaturwechseln. Die chemische Belastung des Düsenkopfs ist hauptsächlich in der Hochtemperatur- oder Heisskorrosion begründet. Die Heisskorrosion, die in erster Linie durch im Brennstoff enthaltenes Vanadium, Natrium und Schwefel verursacht wird, begünstigt die Materialabzehrung und Erosion. Insbesondere die Korrosion ist der Grund dafür, dass ein Düsenkopf bereits nach wenigen tausend Betriebsstunden unbrauchbar sein kann und ersetzt werden muss.

[0004] Als Werkstoff für die Düsenköpfe in Grossdieselmotoren werden heute üblicherweise Stähle oder Legierungen auf Nickel- oder Cobalt-Basis, beispielsweise Stellite 6, verwendet. Mit der Cobalt-Basis-Legierung Stellite 6 lassen sich heute für Düsenköpfe in Grossdieselmotoren ausreichende Bauteilstandzeiten im Hinblick auf Erosion, Abrasion und Kavitation (insbesondere in den Bohrungen des Düsenkopfs) erreichen. Verbesserungsbedarf besteht jedoch noch im Hinblick auf die Resistenz gegen Heisskorrosion und den dadurch bedingten bzw. verstärkten Materialverlust. Die Entwicklung lässt erwarten, dass bei zukünftigen, noch leistungsfähigeren Grossdieselmotoren auch die Belastungsanforderungen speziell für die Düsenköpfe weiter zunehmen werden.

[0005] Aus der EP-A-0 529 208 ist eine Legierung auf Chrom-Basis bekannt, die einen Nickelgehalt von 30% bis 48% aufweist und ferner 1.5% - 15% Wolfram und/oder 1%-6.5% Molybdän enthält, wobei die Summe aus dem Wolfram und dem Molybdängehalt 15% nicht überschreitet. Diese Legierung wird als Beschichtungsmaterial (Hard Facing) offenbart, das insbesondere für die Beschichtung von Ventilen in Automotoren geeignet ist. Der Wolfram und/oder Molybdängehalt ist dabei wesentlich, um dem Beschichtungsmaterial die nötige Festigkeit und Härte zu verleihen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Werkstoff und einen daraus hergestellten Düsenkopf vorzuschlagen, der dem hohen Belastungskollektiv im Grossdieselmotor besser gewachsen ist und insbesondere eine hohe Heisskorrosionsbeständigkeit aufweist.

[0007] Die diese Aufgabe lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0008] Erfindungsgemäss wird also ein Werkstoff für einen Düsenkopf einer Brennstoffeinspritzdüse einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Grossdieselmotors vorgeschlagen, welcher Werkstoff eine Chrom-Basis-Legierung ist, die abgesehen von üblicherweise auftretenden Verunreinigungen in Gewichtsprozent 0%-50% Nickel (Ni), 0%-5% Kohlenstoff (C), 0%-5% Silizium (Si) und mindestens 50% Chrom (Cr) enthält.

[0009] Der erfindungsgemässe Düsenkopf für eine Brennstoffeinspritzdüse einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Grossdieselmotors, ist aus einem derartigen Werkstoff hergestellt.

[0010] Eine erfindungsgemässe Chrom-Basis-Legierung erweist sich als besonders widerstandsfähig gegen Korrosion, speziell Heisskorrosion, Erosion, Abrasion, Materialverlust und Kavitation. Ein Düsenkopf, der aus einer solchen Chrom-Basis-Legierung gefertigt ist, kann dem hohen Belastungskollektiv im Grossdieselmotor sehr gut widerstehen. Auch seine mechanische Festigkeit, seine Beständigkeit gegen Rissbildung und seine dauerhafte Widerstandsfähigkeit gegen Pulsationsbelastungen genügen den Anforderungen. Es hat sich gezeigt, dass mit einem erfindungsgemässen Düsenkopf in einem Grossdieselmotor eine Betriebsdauer von 8000 bis 15000 Betriebsstunden ermöglicht wird.

[0011] Insbesondere der hohe Chrom-Gehalt des erfindungsgemässen Werkstoffs ist von besonderer Bedeutung für die Resistenz gegenüber intensiven Angriffen durch Hochtemperaturkorrosion, wie sie typischerweise im Verbrennungsraum eines mit Schweröl betriebenen Grossdieselmotors auftreten. Chrom bildet auf der Oberfläche der Düsenköpfe dichte und festhaftende Chromoxidschichten, welche dem Werkstoff eine chemische Beständigkeit verleihen. Bedingt durch den hohen Chrom-Gehalt, kann Chrom zudem rasch aus dem Innern des Düsenkopfs an die Oberfläche des Düsenkopfs diffundieren und dort entstandene Verletzungen in der Oxidschicht ausheilen.

[0012] Vorzugsweise enthält der Werkstoff minde-

stens ein reaktives Element aus der Gruppe, die aus den Elementen Lanthan (La), Cer (Ce), Yttrium (Y), Hafnium (Hf), Scandium (Sc) und den Seltenen Erden besteht, wobei der Gehalt an jedem reaktiven Element höchstens 5% beträgt.

[0013] Die Funktion der reaktiven Elemente in dem Werkstoff ist es, die Stabilität der Chromoxidschicht in sich selbst und ihre Anhaftung an dem Düsenkopf in positiver Weise zu beeinflussen. Schon geringe Mengen solcher reaktiver Elemente können das Oxidationsverhalten und insbesondere das Anhaften der Oxidschicht speziell auch bei Temperaturwechselbelastungen deutlich verbessern.

[0014] Im Hinblick auf die mechanisch technologischen Eigenschaften beträgt der Nickel-Gehalt vorzugsweise mindestens 45% Durch den dadurch bedingten geringeren Chrom-Gehalt ist der Werkstoff weniger spröde und kann besser verarbeitet bzw. bearbeitet werden.

[0015] In einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform besteht der erfindungsgemässe Werkstoff abgesehen von üblicherweise auftretenden Verunreinigungen in Gewichtsprozent aus mindestens 45% Nickel (Ni), 50%-55% Chrom (Cr), 0%-5% Kohlenstoff (C), 0%-5% Silizium (Si) und 0%-5% eines oder mehrerer reaktiver Elemente. Es hat sich gezeigt, dass sich mit einer solchen Zusammensetzung der Legierung Düsenköpfe herstellen lassen, die dem hohen Belastungskollektiv im Grossdieselmotor in hervorragender Weise widerstehen können und insbesondere eine hohe Heisskorrosionsbeständigkeit aufweisen.

[0016] Das Hinzufügen von Komponenten wie beispielsweise Wolfram oder Molybdän, welche die Härte bzw. die Festigkeit erhöhen sollen, ist bei dem erfindungsgemässen Werkstoff nicht notwendig.

[0017] In der Praxis hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Gehalt an jedem reaktiven Element höchstens 1%, insbesondere höchstens 0,2% beträgt. Der Gehalt an Kohlenstoff (C) ist bevorzugt höchstens 1%, insbesondere höchstens 0.05% und der Gehalt an Silizium (Si) höchstens 1%, insbesondere höchstens 0.5%.

[0018] Üblicherweise reicht das Vorhandensein eines der reaktiven Elemente in dem erfindungsgemässen Werkstoff aus. Je nach Anwendungsfall kann es jedoch auch vorteilhaft sein, den Werkstoff mit mehreren der reaktiven Elemente herzustellen.

[0019] Für die Eigenschaften eines Werkstoffs, speziell einer Legierung, ist häufig nicht nur seine chemische Zusammensetzung massgebend, sondern auch der Herstellungsprozess. Für den erfindungsgemässen Werkstoff bzw. den daraus gefertigten Düsenkopf hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn er durch ein heissisostatisches Pressverfahren hergestellt wird.

[0020] Der Werkstoff wird vorzugsweise hergestellt aus entsprechendem Metallpulver mit einer hauptsächlichlichen Korngrösse von 10 bis 200 Mikrometern, insbesondere 40 bis 150 Mikrometern. Damit ist gemeint, dass der überwiegende Teil der Pulverkörner eine Grös-

se von 10 bis 200, insbesondere 40 bis 150 Mikrometern aufweist.

[0021] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hat der Düsenkopf eine Längsbohrung und mindestens ein von der Längsbohrung ausgehendes Düsenloch zum Einbringen von Brennstoff in einen Verbrennungsraum, wobei der Übergang von der Längsbohrung zum Düsenloch verrundet ist, vorzugsweise elektrochemisch (elysiert). Durch das Verrunden der Übergangsbereiche werden scharfe Kanten im Strömungsweg des Brennstoffs vermieden, wodurch die Strömungsbedingungen optimiert werden.

[0022] Der erfindungsgemässe Düsenkopf eignet sich insbesondere für eine Brennstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, speziell einen Dieselmotor. Besonders geeignet ist der erfindungsgemässe Düsenkopf bzw. die damit versehene Brennstoffeinspritzdüse für Grossdieselmotoren, beispielsweise längsgespülte Zweitakt-Grossdieselmotoren mit Kreuzkopfantrieb oder Viertakt-Grossdieselmotoren.

[0023] Weitere vorteilhafte Massnahmen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0024] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der schematischen Zeichnung zeigt die einzige Figur:

Fig. 1: eine Schnittdarstellung einer Brennstoffeinspritzdüse mit einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Düsenkopfs.

[0025] Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung einer Brennstoffeinspritzdüse eines Grossdieselmotors, speziell eines Zweitakt-Grossdieselmotors mit Längsspülung, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist. Die Brennstoffeinspritzdüse 1 umfasst ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Düsenkopfs 2, der an einem Düsenkörper 3 befestigt ist. Vorzugsweise ist der Düsenkopf 2 - wie dargestellt - lösbar mit dem Düsenkörper 3 verbunden, so dass der Düsenkopf separat austauschbar ist, das heisst, ohne dass die gesamte Brennstoffeinspritzdüse 1 ausgetauscht werden muss.

[0026] Der Düsenkopf 2 weist eine Längsbohrung 20 auf, sowie mehrere, beispielsweise fünf, Düsenlöcher 21, von denen in Fig. 1 nur zwei dargestellt sind. Die Düsenlöcher 21 gehen jeweils von der Längsbohrung 20 aus und erstrecken sich von dort in radialer, leicht nach unten geneigter Richtung. Im Betrieb wird der Brennstoff, üblicherweise ein Schweröl oder ein anderer Dieselmotorenstoff, in an sich bekannter Weise intermittierend an den Arbeitszyklus des Grossdieselmotors angepasst unter Hochdruck durch die Längsbohrung 20 und die Düsenlöcher 21 in den nicht näher dargestellten Verbrennungsraum eingespritzt.

[0027] Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht der Düsenkopf 2 aus einem Werkstoff, der eine Chrom-Ba-

sis-Legierung ist, welche ein reaktives Element umfasst. Als reaktives Element eignet sich eine Seltene Erde oder ein ähnliches Metall. Geeignet sind insbesondere Lanthan (La), Cer (Ce), Yttrium (Y), Hafnium (Hf), Scandium (Sc). Vorzugsweise weist der Werkstoff einen hohen Nickel-Anteil von 45% bis 50% bezogen auf das Gewicht auf, um eine bessere Bearbeitbarkeit zu gewährleisten..

[0028] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel liegt der Nickel-Gehalt der Legierung über 45% und als reaktives Element ist Lanthan mit einem Gewichtsanteil von weniger als 0,1% enthalten. Abgesehen von üblichen Verunreinigung ist der Rest Chrom.

[0029] Es ist natürlich auch möglich, dass der Werkstoff mehr als ein reaktives Element umfasst. Vorzugsweise ist jedes reaktive Element mit höchstens 1%, speziell höchstens 0,2% bezogen auf das Gewicht enthalten.

[0030] Der erfindungsgemässe Düsenkopf 2 wird vorzugsweise mittels einem heissisostatischen Pressverfahren (HIP: hot isostatic pressing) hergestellt.

[0031] Zur Herstellung werden die Ausgangswerkstoffe - hier also Chrom, Nickel und Lanthan als reaktives Element - in an sich bekannter Weise zu Pulver verdüst. Die Korngrösse des Pulver liegt bei diesem Ausführungsbeispiel grösstenteils zwischen 45 und 150 Mikrometer. Durch heissisostatisches Pressen wird aus dem Pulver ein Rohling beziehungsweise ein Halbzeug, z. B. eine Stange, hergestellt. Aus dem Rohling wird durch mechanische, üblicherweise spanende Bearbeitungsmethoden der Düsenkopf 2 angefertigt. Die Längsbohrung 20 sowie die Düsenlöcher 21 werden gebohrt. Vorzugsweise werden dann die Übergangsbereiche (Kanten) zwischen der Längsbohrung 20 und den Düsenlöchern 21 abgerundet. Diese Kanten werden vorzugsweise elektro-chemisch verrundet (elysiert).

[0032] Die Prozessparameter für das heissisostatische Pressen können für den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden.

[0033] Der erfindungsgemässe Werkstoff bzw. der daraus hergestellte Düsenkopf 2 weist eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Heisskorrosion und den damit verbundenen Materialverlust auf. Er ist auch den anderen Anforderungen des thermischen, mechanischen und chemischen Belastungskollektivs in einem Grossdieselmotor in sehr guter Weise gewachsen. Mit solchen Düsenköpfen 2 lässt sich eine Betriebsdauer von 8000 bis 15000 Stunden erzielen. Selbst nach solch langer Betriebsdauer haben sich die Düsenköpfe noch immer in einem guten Zustand präsentiert.

[0034] Diese enorme Standzeit ist insbesondere unter wirtschaftlichen Aspekten ein grosser Vorteil.

[0035] Der erfindungsgemässe Düsenkopf eignet sich somit auch für zukünftige Generationen von Grossdieselmotoren, die noch leistungsfähiger sind und noch höhere Anforderungen an die Belastbarkeit der Düsenköpfe stellen.

Patentansprüche

1. Werkstoff für einen Düsenkopf (2) einer Brennstoffeinspritzdüse (1) einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Grossdieselmotors, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff eine Chrom-Basis-Legierung ist, die abgesehen von üblicherweise auftretenden Verunreinigungen in Gewichtsprozent 0%-50% Nickel (Ni), 0%-5% Kohlenstoff (C), 0%-5% Silizium (Si) und mindestens 50% Chrom (Cr) enthält.
2. Werkstoff nach Anspruch 1, welcher mindestens ein reaktives Element aus der Gruppe enthält, die aus den Elementen Lanthan (La), Cer (Ce), Yttrium (Y), Hafnium (Hf), Scandium (Sc) und den Seltenen Erden besteht, wobei der Gehalt an jedem reaktiven Element höchstens 5% beträgt.
3. Werkstoff nach Anspruch 1 oder 2, welcher abgesehen von üblicherweise auftretenden Verunreinigungen in Gewichtsprozent aus mindestens 45% Nickel (Ni), 50%-55% Chrom (Cr), 0%-5% Kohlenstoff (C), 0%-5% Silizium (Si) und 0%-5% eines oder mehrerer reaktiver Elemente besteht.
4. Werkstoff nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gehalt an jedem reaktiven Element höchstens 1%, insbesondere höchstens 0,2% beträgt, der Gehalt an Kohlenstoff (C) höchstens 1%, insbesondere höchstens 0,05% und der Gehalt an Silizium (Si) höchstens 1%, insbesondere höchstens 0,5%.
5. Werkstoff nach einem der vorangehenden Ansprüche hergestellt durch ein heissisostatisches Pressverfahren.
6. Werkstoff nach einem der vorangehenden Ansprüche hergestellt aus entsprechendem Metallpulver mit einer hauptsächlichen Korngrösse von 10 bis 200 Mikrometern, insbesondere 40 bis 150 Mikrometern.
7. Düsenkopf für eine Brennstoffeinspritzdüse einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Grossdieselmotors, hergestellt aus einem Werkstoff gemäss einem der Ansprüche 1-6.
8. Düsenkopf nach Anspruch 7, mit einer Längsbohrung (20) und mindestens einem von der Längsbohrung (20) ausgehendem Düsenloch zum Einbringen von Brennstoff in einen Verbrennungsraum, wobei der Übergang von der Längsbohrung (20) zum Düsenloch (21) verrundet ist, vorzugsweise elektro-chemisch.
9. Brennstoffeinspritzdüse für eine Brennkraftmaschi-

ne mit einem Düsenkopf gemäss Anspruch 6 oder 7.

10. Brennkraftmaschine, insbesondere Grossdieselmotor mit einer Brennstoffeinspritzdüse gemäss Anspruch 9 ⁵

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

