

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 405 930 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.12.2004 Patentblatt 2004/50

(51) Int Cl.7: **C22C 38/24**, F02M 47/00,
F02M 51/00

(21) Anmeldenummer: **03020836.7**

(22) Anmeldetag: **13.09.2003**

(54) Verwendung einer Stahllegierung für Kraftstoffverteiler

The use of a steel alloy for fuel injection components

L'emploi d'un alliage d'acier dans un système d'injection de combustible

(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 RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK

(30) Priorität: **02.10.2002 DE 10246165**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.2004 Patentblatt 2004/15

(73) Patentinhaber:

- **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)
- **BENTELER STAHL/ROHR GMBH**
33104 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:

- **Lange, Fritz**
33178 Borchen (DE)
- **Bretag, Uwe**
33014 Bad Driburg (DE)
- **Eckert, Andreas**
33165 Lichtenau (DE)

- **Kordisch, Thomas, Dr.**
33739 Bielefeld (DE)
- **Bergs, Norbert**
33161 Hövelhof (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 1 001 043 DE-A- 10 136 157
US-A- 5 534 081

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 018, no. 297 (M-1617), 7. Juni 1994 (1994-06-07) & JP 06 058218 A (HITACHI LTD), 1. März 1994 (1994-03-01)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 2002, no. 11, 6. November 2002 (2002-11-06) & JP 2002 195125 A (OTICS CORP; TOYOTA MOTOR CORP), 10. Juli 2002 (2002-07-10)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1997, no. 01, 31. Januar 1997 (1997-01-31) & JP 08 246109 A (HONDA MOTOR CO LTD; HITACHI METALS LTD), 24. September 1996 (1996-09-24)
- **C.W.WEGST: "Stahlschlüssel" 2001, VERLAG STAHLSCHLÜSSEL WEGST GMBH, MARBACH XP002260922 * Seite 36 ***

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 405 930 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Stahllegierung für Kraftstoffverteiler.

[0002] Der Stahl ist bekannt, so zum Beispiel aus der DE 1483331 A1. Betroffen von der Verwendung sind Kraftstoffverteiler zur Verteilung von Benzin, Methanol und Dieselmotoren sowie Kraftstoffgemischen. Mit oben genannten Verteilern müssen derzeit bei Dieselmotoren Drücke bis zu 1600 bar und bei Benzinmotoren Drücke bis zu 450 bar realisiert werden. Zudem müssen diese Kraftstoffverteiler dynamischen Drücken widerstehen, eine vergleichsweise hohe Betriebsfestigkeit mit geringer Ausfallwahrscheinlichkeit aufweisen und gegenüber den sie durchfließenden Medien werkstoffbeständig sein, was insbesondere eine Beständigkeit gegen Langzeitkorrosion betrifft. Diese Kraftstoffverteiler werden derzeit sowohl in zylindrischer Form (common rail) als auch in kugelförmiger Form (common ball) gefertigt und sind aus geschmiedetem Stahl, geschmiedetem Aluminium, Aluminiumdruckguss, Edelstahl oder hochfestem Stahl hergestellt.

[0003] Aluminium als Werkstoff für Kraftstoffverteiler ist nur bedingt werkstoffbeständig und neigt zur Korrosion. Geschmiedeter Stahl ist im Verhältnis zu Aluminium um bis zu Faktor 3 schwerer. Edelstahl oder hochfester Stahl weisen im Verhältnis zu Guß oder Schmiedelösungen ein homogeneres Ausgangsmaterial ohne Poren und Einschlüsse auf, Edelstahl bedeutet jedoch hohe Materialkosten bei vergleichsweise geringen Grundfestigkeiten. Bei den verwendeten hochfesten Stählen wiederum führt der Wärmeeintrag, den der Werkstoff während der Herstellung des Kraftstoffverteilers beispielsweise während einer Fügeoperation erfährt, zu einer Minderung oder einem völligen Verlust an Festigkeit.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Werkstoff zur Herstellung von Kraftstoffverteilern aufzuzeigen, der den genannten Bauteilanforderungen gerecht wird und eine kostengünstige und optimierte Fertigung gewährleistet.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Ansprüchen 1 oder 2 gelöst.

[0006] Demnach wird eine Stahllegierung, die im luftvergüteten Zustand eine Zugfestigkeit R_m von $>850 \text{ N/mm}^2$, eine Streckgrenze $R_{p0,2}$ von $>700 \text{ N/mm}^2$ und eine Dehnung A_5 von $>15 \%$ sowie die Legierungsbestandteile (in Gewichtsprozent ausgedrückt) 0,09 bis 0,13 % Kohlenstoff, 0,15 bis 0,30 % Silizium, 1,10-1,60 % Mangan, maximal 0,015 % Phosphor, maximal 0,011 % Schwefel, 1,00-1,60 % Chrom, 0,30-0,60 % Molybdän, 0,02-0,05 % Aluminium und 0,12-0,25 % Vanadium, Rest erschmelzungsbedingte Verunreinigungen aufweist, als Werkstoff für Kraftstoffverteiler verwandt. Dabei wird die Stahllegierung über AC_3 -Temperatur erwärmt, an der Luft abgekühlt und anschließend bei 550 bis 650°C angelassen.

[0007] Alternativ wird vorgeschlagen, eine Stahllegierung,

die im luftharten Zustand eine Zugfestigkeit R_m von $>950 \text{ N/mm}^2$, eine Streckgrenze $R_{p0,2}$ von $>700 \text{ N/mm}^2$ und eine Dehnung A_5 von $>14 \%$ sowie die Legierungsbestandteile (in Gewichtsprozent ausgedrückt) 0,09 bis 0,13 % Kohlenstoff, 0,15 bis 0,30 % Silizium, 1,10-1,60 % Mangan, maximal 0,015 % Phosphor, maximal 0,011 % Schwefel, 1,00-1,60 % Chrom, 0,30-0,60 % Molybdän, 0,02-0,05 % Aluminium und 0,12-0,25 % Vanadium, Rest erschmelzungsbedingte Verunreinigungen aufweist, als Werkstoff für Kraftstoffverteiler zu verwenden.

[0008] Die erfindungsgemäß zu verwendende Stahllegierung ist ein lufthärtender, schweißbarer Vergütungsstahl. Aus diesem Stahl wird als Ausgangsmaterial ein Vollstab oder ein Rohr, welches nahtlos oder geschweißt sein kann, mit dem benötigten Innenund / oder Außendurchmesser bereitgestellt.

[0009] Das Halbzeug Vollstab oder Rohr ermöglicht es, einen Kraftstoffverteiler durch zerspanende Bearbeitung auf Automaten zu fertigen und benötigte Anschlussstutzen anzufügen, beispielsweise mittels Schweißen. Zudem eignet sich das homogene Material besser für eine mechanische Bearbeitung als Guss- oder Schmiedeteile. Bei einem Kraftstoffverteiler, der aus Stahlguss besteht oder als Schmiedeteil ausgebildet ist, müssen nachträglich mechanische Bearbeitungen des Innenraums des Druckspeichers und der einstückig angeformten Zuleitungsstutzen vorgenommen werden. Diese Maßnahmen erfordern neben den ohnehin hohen Werkzeugkosten bei Guss- oder Schmiedekörpern einen zusätzlichen weiteren Fertigungsaufwand. Insbesondere im Hinblick auf die Werkzeugkosten sind Kraftstoffverteiler aus Guss oder als Schmiedeteile durchweg nur bei Großserien wirtschaftlich gerechtfertigt. Folglich bewirkt die erfindungsgemäße Verwendung der vorgeschlagenen Stahllegierung, dass ein entsprechender Kraftstoffverteiler gewichtsmäßig leichter, fertigungstechnisch einfacher und insgesamt kostengünstiger herzustellen ist als vergleichbare Kraftstoffverteiler aus Guss- oder Schmiedehalbzeug.

[0010] Die erfindungsgemäß zur Verwendung vorgeschlagene Stahllegierung erreicht die benötigte Betriebsfestigkeit besser als Edelstahl. Insbesondere die hohen Schwingfestigkeitskennwerte des Materials und die gute Kaltzähigkeit heben sich von anderen Stahlsorten ab und garantieren auch bei einer Dauerbeanspruchung von 10 Millionen Schwingspielen und Arbeitstemperaturen von bis zu -40°C , beispielsweise bei einem Kaltstart des Motors in sehr kalten Gegenden, die geforderte Dichtheit und Betriebssicherheit des Kraftstoffverteilers.

[0011] Insbesondere führen bei der erfindungsgemäßen Verwendung der vorgeschlagenen Stahllegierung Fügeoperationen im Rahmen der Herstellung des Kraftstoffverteilers, die einen Wärmeeintrag in das Material bedingen, nicht zu einem nachhaltigen Festigkeitsverlust im Material an den gefügten Stellen. Gerade die Fügestellen bei bisher aus hochfestem Stahl hergestellten

Kraftstoffverteiltern erweisen sich als problematisch. Die beispielsweise mit einer Schweißoperation in einen hochfesten Stahl eingebrachte Wärme führt zu einer Gefügeumwandlung im Fügebereich, wodurch die Martensitstruktur des Stahls aufgehoben wird und der Stahl an Festigkeit verliert. Daher kann es an den Fügstellen zum Bruch des Materials kommen.

[0012] Herkömmlich zur Herstellung von Kraftstoffverteiltern eingesetzte Stähle können nach einer Erwärmung über AC_3 -Temperatur nur durch Abschrecken, sei es mittels Öl oder mittels Wasser gehärtet werden. Diese Härtung ist während einer Fügeoperation schlecht durchführbar. Folglich ist die durch den Wärmeeintrag hervorgerufene Gefügeumwandlung mit Festigkeitsverlust ohne eine weitere Wärmebehandlung mit anschließender Härtung eine dauerhafte. Der erfindungsgemäß zur Herstellung der Kraftstoffverteiler vorgeschlagene Stahl erfährt zwar durch den Wärmeeintrag während des Fügens auch eine Gefügeumwandlung, härtet aber an der Luft, so dass sich auch an den gefügten Stellen durch die Luftabkühlung wieder martensitische Strukturen mit den gewünschten Härtewerten einstellen. Ein kritischer Festigkeitsverlust in den Fügebereichen tritt erfindungsgemäß gerade nicht auf. Daher erlaubt die Verwendung der vorgeschlagenen Stahllegierung gerade im Hinblick auf bereits bisher verwendete Stahlsorten eine konstruktive Freiheit, die aus den Festigkeitsvorteilen des Materials resultiert.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Stahllegierung bestehend aus folgenden Legierungsbestandteilen (in Gewichtsprozent ausgedrückt):

C	0,09-0,13
Si	0,15-0,30
Mn	1,10-1,60
P	maximal 0,015
S	maximal 0,011
Cr	1,00-1,60
Mo	0,30-0,60
Al	0,02-0,05
V	0,12-0,25

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen als Werkstoff für Kraftstoffverteiler im luftvergüteten Zustand mit einer Zugfestigkeit R_m von $>850 \text{ N/mm}^2$, einer Streckgrenze $R_{p0,2}$ von $>700 \text{ N/mm}^2$ und einer Dehnung A_5 von $>15 \%$.

2. Verwendung einer Stahllegierung bestehend aus folgenden Legierungsbestandteilen (in Gewichtsprozent ausgedrückt):

C	0,09-0,13
Si	0,15-0,30
Mn	1,10-1,60
P	maximal 0,015
S	maximal 0,011
Cr	1,00-1,60
Mo	0,30-0,60
Al	0,02-0,05
V	0,12-0,25

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen als Werkstoff für Kraftstoffverteiler im luftgehärteten Zustand mit einer Zugfestigkeit R_m von $>950 \text{ N/mm}^2$, einer Streckgrenze $R_{p0,2}$ von $>700 \text{ N/mm}^2$ und einer Dehnung A_5 von $>14 \%$.

3. Verwendung einer Stahllegierung nach Anspruch 1 oder 2 zur Herstellung von zylinderförmigen Kraftstoffverteiltern.
4. Verwendung einer Stahllegierung nach Anspruch 1 oder 2 zur Herstellung von kugelförmigen Kraftstoffverteiltern.

Claims

1. Use of a steel alloy consisting of the following alloying components (expressed in percentage by weight):

C	0.09-0.13
Si	0.15-0.30
Mn	1.10-1.60
P	maximum 0.015
S	maximum 0.011
Cr	1.00-1.60
Mo	0.30-0.60
Al	0.02-0.05
V	0.12-0.25

the rest is comprised of iron and impurities resulting from steel production melting as material for fuel distributor in air-tempered condition, R_m tensile strength $>850 \text{ N/mm}^2$, apparent $R_{p0.2}$ yielding point $>700 \text{ N/mm}^2$ and A_5 elongation $>15\%$.

2. Use of a steel alloy consisting of the following alloying components (expressed in percentage by weight):

C	0.09-0.13
Si	0.15-0.30
Mn	1.10-1.60

(continued)

P	maximum 0.015
S	maximum 0.011
Cr	1.00-1.60
Mo	0.30-0.60
Al	0.02-0.05
V	0.12-0.25

the rest is comprised of iron and impurities resulting from steel production melting as material for fuel distributor in air-hardened condition, Rm tensile strength >950 N/mm², apparent Rp0.2 yielding point >700 N/mm² and A₅ elongation >14%.

- Use of a steel alloy as per Claim 1 or 2 for production of cylindrical fuel distributors.
- Use of a steel alloy as per Claim 1 or 2 for production of spherical fuel distributors.

Revendications

- Utilisation d'un alliage à l'acier composé des éléments suivants (valeurs exprimées en pourcentage du poids) :

C	0,09 à 0,13
Si	0,15 à 0,30
Mn	1,10 à 1,60
P	max. 0,015
S	max. 0,011
Cr	1,00 à 1,60
Mo	0,30 à 0,60
Al	0,02 à 0,05
V	0,12 à 0,25

le reste se compose de fer et d'impuretés issues du processus de fusion en tant que matériaux pour le distributeur de carburant en état trempé à l'air et revenu, avec une résistance à la traction Rm >850 N/mm², une limite d'allongement Rp 0,2 >700 N/mm² et un allongement à la rupture A₅ >15 %.

- Utilisation d'un alliage à l'acier composé des éléments suivants (valeurs exprimées en pourcentage du poids) :

C	0,09 à 0,13
Si	0,15 à 0,30
Mn	1,10 à 1,60
P	max. 0,015
S	max. 0,011
Cr	1,00 à 1,60

(suite)

Mo	0,30 à 0,60
Al	0,02 à 0,05
V	0,12 à 0,25

le reste se compose de fer et d'impuretés issues du processus de fusion en tant que matériaux pour le distributeur de carburant en état trempé à l'air, avec une résistance à la traction Rm >950 N/mm², une limite d'allongement Rp 0,2 de >700 N/mm² et un allongement à la rupture A₅ >14 %.

- Utilisation d'un alliage à l'acier selon la prétention 1 ou 2 en vue de la fabrication de distributeurs cylindriques de carburant.
- Utilisation d'un alliage à l'acier selon la prétention 1 ou 2 en vue de la fabrication de distributeurs sphériques de carburant.