

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 405 930 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.04.2004 Patentblatt 2004/15

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

(21) Anmeldenummer: **03020836.7**

(22) Anmeldetag: **13.09.2003**

(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 RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

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

(71) Anmelder:
• **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)
• **BENTELER STAHL/ROHR GMBH**
33104 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:
• **Lange, Fritz**
33178 Borcheln (DE)
• **Bretag, Uwe**
33014 Bad Driburg (DE)
• **Eckert, Andreas**
33165 Lichtenau (DE)
• **Kordisch, Thomas, Dr.**
33739 Bielefeld (DE)
• **Bergs, Norbert**
33161 Hövelhof (DE)

(54) **Verwendung einer Stahllegierung für Kraftstoffverteiler**

(57) Die Erfindung betrifft die Herstellung von Kraftstoffverteilern. Es wird vorgeschlagen, als Werkstoff für Kraftstoffverteiler eine Stahllegierung zu verwenden, 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 bis 1,60 % Mangan, maximal 0,015 % Phosphor, maximal 0,011 % Schwefel, 1,00 bis 1,60 % Chrom, 0,30 bis 0,60 % Molybdän, 0,02 bis 0,05 % Aluminium und 0,12 bis 0,25 % Vanadium, Rest erschmelzungsbedingte Verunreinigungen aufweist. Alternativ dazu kann 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 bis 1,60 % Mangan, maximal 0,015 % Phosphor, maximal 0,011 % Schwefel, 1,00 bis 1,60 % Chrom, 0,30 bis 0,60 % Molybdän, 0,02 bis 0,05 % Aluminium und 0,12 bis 0,25 % Vanadium, Rest erschmelzungsbedingte Verunreinigungen aufweist, als Werkstoff für Kraftstoffverteiler verwandt werden.

EP 1 405 930 A1

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.

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 luft-harten 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.

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):



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 0836

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 101 36 157 A (MOTOREN TURBINEN UNION) 29. August 2002 (2002-08-29) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 17 * * Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 6 * ---	1-4	C22C38/24 F02M47/00 F02M51/00
A	US 5 534 081 A (TAKAGI YOSIAKI ET AL) 9. Juli 1996 (1996-07-09) Das ganze Dokument ---	1-4	
A	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) * Zusammenfassung * ---	1,3	
A	EP 1 001 043 A (DAIDO STEEL CO LTD) 17. Mai 2000 (2000-05-17) Das ganze Dokument ---	1-3	
A	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) * Zusammenfassung * ---	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C22C F02M
A	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) * Zusammenfassung * ---	1-3	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	11. November 2003	Brown, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 0836

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	C.W.WEGST: "Stahlschlüssel" 2001, VERLAG STAHLSCHLÜSSEL WEGST GMBH, MARBACH XP002260922 * Seite 36 * -----	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 11. November 2003	Prüfer Brown, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 02 0836

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-11-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10136157	A	29-08-2002	DE	10136157 A1	29-08-2002
US 5534081	A	09-07-1996	JP	7054736 A	28-02-1995
JP 06058218	A	01-03-1994	JP	3125162 B2	15-01-2001
EP 1001043	A	17-05-2000	JP	2000145964 A	26-05-2000
			DE	69909940 D1	04-09-2003
			EP	1001043 A1	17-05-2000
JP 2002195125	A	10-07-2002	KEINE		
JP 08246109 5	A		KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82