



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 047 159 A1** 2009.03.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 047 159.0**

(22) Anmeldetag: **25.09.2007**

(43) Offenlegungstag: **05.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C22C 38/06** (2006.01)
C22C 38/18 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2007 041 432.5 29.08.2007

(71) Anmelder:

Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

(74) Vertreter:

**Anwaltskanzlei Gulde Hengelhaupt Ziebig &
Schneider, 10179 Berlin**

(72) Erfinder:

**Kiese, Jürgen, Dr., 03051 Cottbus, DE; Georgeou,
Zacharias, 38440 Wolfsburg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

US2005/02 17 764 A1

US 54 25 821 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Stahllegierung und Verwendung derselben in Ventilen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Stahllegierung und deren Verwendung in Ventilen für Verbrennungskraftmaschinen. Die erfindungsgemäße Stahllegierung hat die Zusammensetzung

(i) 8-23 Gew.% Al;

(ii) 0-8 Gew.% Cr;

(iii) 0-5 Gew.% ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus der Gruppe C, Ti, Zr, Si, V und Nb, wobei ein Gewichtsanteil einzelner Elemente an der Legierung maximal 1 Gew.% beträgt;

(iv) 0 bis 100 ppm B; und

wobei Fe sowie herstellungsbedingte Verunreinigungen den auf 100 Gew.% verbleibenden Restanteil an der Legierung einnehmen.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Stahllegierung und deren Verwendung in Ventilen für Verbrennungskraftmaschinen.

[0002] Bestandteil moderner Hubkolbenmotoren sind Ventile, die aus warmfesten und zunderbeständigen Werkstoffen bestehen. Aufgabe der Ventile ist es, einen oder mehrere Kanäle so zu öffnen, dass der Zylinder optimal mit Luft (Dieselmotor) oder einem Kraftstoff/Luftgemisch (Ottomotor) versorgt wird und verbranntes Gemisch den Zylinder möglichst vollständig und mit geringen Verlusten verlässt. In den übrigen Takten sollen die Zylinder den Zylinderraum gegenüber dem Ansaugkanal abdichten.

[0003] Die Temperaturen können bei Einlassventilen 500°C und bei Auslassventilen 900°C erreichen. Bei maximaler Drehzahl werden Ventile über 50 mal in der Sekunde geöffnet und wieder geschlossen. Es können Kräfte von bis zu 200 N auf den Ventilsitz wirken. Bei der Auslegung von Ventilen ist neben der zu gewährleistenden mechanischen Integrität und Temperaturbeständigkeit auch die Gefahr einer durch chemische Prozesse induzierten Oxidation zu beachten. Moderne Werkstoffe müssen diesen Anforderungen genügen.

[0004] Baulich lassen sich Ventile für Verbrennungskraftmaschinen zunächst in Ventilkopf und Ventilschaft gliedern. Der Ventilkopf übernimmt die Dichtfunktion zusammen mit dem Ventilsitzring. Der Übergang vom Ventilschaft zum Ventilkopf wird als Hohlkehle bezeichnet. Als Ventilschaft bezeichnet man den zylindrischen Teil eines Ventils, der zur Führung, Kraftübertragung und Wärmeabfuhr dient. Als Ventilteller wird schließlich die Unterseite des Ventilkopfes bezeichnet. Wegen der hohen Beanspruchung ist das Schaftende des Ventils zumeist mit Hartmetall gepanzert. Spezielle Gummikunststoffkappen an den Ventilschäften verhindern, dass Motoröl in die Gaskanäle eindringt.

[0005] Ventile lassen sich im Wesentlichen in drei Baugruppen unterteilen: Monometallventile, Bimetallventile und Hohlventile.

[0006] Bei Monometallventilen sind Ventilkopf und Ventilschaft aus demselben Werkstoff geformt. Monometallventile bestehen beispielsweise aus Chrom-Silizium-Stahl. Der Ventilschaft kann zusätzlich verchromt sein und verschleißbeanspruchte Stellen sind in der Regel gehärtet.

[0007] Bimetallventile zielen auf eine Kombination der jeweils für Ventilschaft und Ventilkopf optimalen Werkstoffe. Die beiden Komponenten werden durch Reibschweißen miteinander verbunden. Im Bereich des Kopfstücks werden zumeist Chrom-Man-

gan-Stähle eingesetzt, insbesondere besteht der Ventilteller aus einem solchen Stahl. Für den Ventilschaft finden häufig Chrom-Nickel-Stähle Einsatz. Bimetallventile werden als Einlass- und Auslassventile eingesetzt.

[0008] Hohlventile werden überwiegend auslassseitig eingesetzt und lassen sich wiederum in Ventile mit Hohlshaft und mit Hohlkopf untergliedern. Hohlshaftventile sind solche, deren Schäfte mit einer in die Ventilachse gerichteten, nach außen dauerhaft verschlossenen Bohrung versehen sind. Bei Hohlkopfventilen ist der Ventilteller hohl. Das für den Wärmetransport eingesetzte Natrium befindet sich frei beweglich im Hohlraum des Ventilschaftes beziehungsweise des Hohlkopfes.

[0009] Die im Stand der Technik verwendeten Stahllegierungen für Ventile, insbesondere für Ventilköpfe, weisen bereits eine hohe Korrosionsbeständigkeit und ein für die Einsatzzwecke geeignetes mechanisches Belastungsprofil auf. Diese Legierungen haben in der Regel jedoch hohe Dichten, so dass dem Ventilteller hier Grenzen gesetzt sind. Ein verringertes Gewicht der Ventile würde sich jedoch positiv auf Kraftstoffverbrauch und Ansteuerverhalten der Ventile auswirken. Es besteht daher ein Bedürfnis nach Werkstoffen, die sich den besonderen Anforderungen im Bereich des Ventils stellen, aber gegenüber herkömmlichen Werkstoffen einen Gewichtsvorteil bringen.

[0010] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch Bereitstellung der erfindungsgemäßen Stahllegierung der Zusammensetzung

(i) 8–23 Gew.% Al;

(ii) 0–8 Gew.% Cr;

(iii) 0–5 Gew.% ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus der Gruppe C, Ti, Zr, Si, V und Nb, wobei ein Gewichtsanteil einzelner Elemente an der Legierung maximal 1 Gew.% beträgt;

(iv) 0 bis 100 ppm B; und

wobei Fe sowie herstellungsbedingte Verunreinigungen den auf 100 Gew.% verbleibenden Restanteil an der Legierung einnehmen, gelöst.

[0011] Die erfindungsgemäße Stahllegierung zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass sie eine Dichte im Bereich von 6,0–7,5 g/cm³ besitzt, wohingegen konventionelle Stähle bei etwa 7,8 g/cm³ liegen. Die erfindungsgemäßen Stahllegierungen weisen jedoch trotzdem die notwendige Oxidationsbeständigkeit und Festigkeit auf.

[0012] Vorzugsweise beträgt ein Anteil von Bor 50 bis 100 ppm. Wie es scheint verhindern Borgehalte in diesem Bereich, insbesondere von ca. 60 ppm, eine Rissbildung an den Korngrenzen.

[0013] Vorzugsweise beträgt ein Anteil von Aluminium an der Legierung 12–20 Gew.%, insbesondere 15,5–16,5 Gew.%. Besonders bevorzugt ist eine Legierung mit etwa 16 Gew.% Aluminium, deren Dichte bei etwa 6,4 g/cm³ liegt. Durch die genannten Festlegungen des Aluminiumgehaltes ist sichergestellt, dass in zumindest erheblichem Umfang als intermetallische Phase Fe₃Al gebildet wird, welche ersten Voruntersuchungen zufolge in besonderem Maße die Werkstoffeigenschaften prägt. Bei Aluminiumgehalten von mehr als 23 Gew.% wird in zunehmendem Maße als intermetallische Phase FeAl gebildet, das nicht die erwünschten Eigenschaften für den Einsatz in Ventilen besitzt.

[0014] Bevorzugt ist weiterhin – auch in Kombination mit den vorgenannten bevorzugten Ausführungsformen – dass ein Anteil von Chrom an der Legierung 0,01–2 Gew.% beträgt. Die Gegenwart von Chrom in den genannten Bereichsgrenzen hat offenbar einen positiven Effekt auf die Duktilität der Stahllegierung.

[0015] Bevorzugt ist ferner – wiederum auch in Kombination mit jeder der zuvor geschilderten bevorzugten Ausführungsformen der Legierung – dass ein Anteil von Zirkonium an der Legierung 0,01–0,6 Gew.% beträgt. Die Gegenwart von Zirkonium erhöht vermutlich die Hochtemperaturfestigkeit der Legierung.

[0016] Schließlich ist bevorzugt – wiederum auch in Kombination mit jeder der zuvor geschilderten bevorzugten Ausführungsformen der Legierung – dass ein Anteil von Niob an der Legierung 0,1–2 Gew.% beträgt. Die Gegenwart von Niob erhöht vermutlich die Festigkeit und vereinfacht die Umformbarkeit der Legierung.

[0017] Aufgrund der chemischen und mechanischen Eigenschaften eignet sich die erfindungsgemäße Stahllegierung besonders für die Verwendung zur Herstellung eines Ventils oder eines Ventilkopfes für eine Verbrennungskraftmaschine. Diese Verwendungen stellen einen weiteren Aspekt der Erfindung dar.

[0018] Schließlich liegt ein letzter Aspekt der Erfindung in der Bereitstellung eines Ventils für eine Verbrennungskraftmaschine, das ganz oder zumindest im Bereich des Ventilkopfes aus der zuvor geschilderten erfindungsgemäßen Stahllegierung besteht.

[0019] Die Herstellung der erfindungsgemäßen Stahllegierung kann vollständig prozessiert oder in Teilschritten durch Gießen oder durch thermomechanische Umformung erfolgen. Bevorzugt ist die Herstellung eines Halbzeugs durch Strangguss und anschließendes Profilwalzen, gegebenenfalls unter gleichzeitiger thermischer Beaufschlagung. Das Ventil wird geschmiedet.

[0020] Ist das Ventil ein Bimetallventil, so kann der Ventilkopf aus der erfindungsgemäßen Stahllegierung bestehen und der Ventilschaft aus einem üblichen Stahl für Ventilschäfte hergestellt werden. Die Komponenten des Bimetallventils werden durch Reibschweißen gefügt.

Patentansprüche

1. Stahllegierung der Zusammensetzung
 - (i) 8–23 Gew.% Al;
 - (ii) 0–8 Gew.% Cr;
 - (iii) 0–5 Gew.% ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus der Gruppe C, Ti, Zr, Si, V und Nb, wobei ein Gewichtsanteil einzelner Elemente an der Legierung maximal 1 Gew.% beträgt;
 - (iv) 0 bis 100 ppm B; und
 wobei Fe sowie herstellungsbedingte Verunreinigungen den auf 100 Gew.% verbleibenden Restanteil an der Legierung einnehmen.
2. Stahllegierung nach Anspruch 1, bei der ein Anteil von Al an der Legierung 12–20 Gew.% beträgt.
3. Stahllegierung nach Anspruch 2, bei der ein Anteil von Al an der Legierung 15,5–16,5 Gew.% beträgt.
4. Stahllegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Anteil von Cr an der Legierung 0,01–2 Gew.% beträgt.
5. Stahllegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Anteil von Nb an der Legierung 0,1–2 Gew.% beträgt.
6. Stahllegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Anteil von Zr an der Legierung 0,01–0,6 Gew.% beträgt.
7. Stahllegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Anteil von B an der Legierung 50 bis 100 ppm beträgt.
8. Verwendung einer Stahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Herstellung eines Ventils oder eines Ventilkopfes für eine Verbrennungskraftmaschine.
9. Ventil für eine Verbrennungskraftmaschine bestehend ganz oder zumindest im Bereich des Ventilkopfes aus einer Stahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen