



(11)

EP 2 375 212 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.10.2011 Patentblatt 2011/41

(51) Int Cl.:
F41A 21/20^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11450040.8**

(22) Anmeldetag: **17.03.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **06.04.2010 AT 5502010**

(71) Anmelder: **BÖHLER Edelstahl GmbH
8605 Kapfenberg (AT)**

(72) Erfinder:
• **Caliskanoglu, Devrim
8600 Bruck/Mur (AT)**
• **Schweiger, Herbert
8661 Wartberg (AT)**
• **Siller, Ingo
8102 Semriach 433 (AT)**

(74) Vertreter: **Wildhack & Jellinek
Patentanwälte
Landstraßer Hauptstraße 50
1030 Wien (AT)**

(54) **Lauf für Feuerwaffen**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Geschoßlauf von Feuerwaffen, insb. von leichtgewichtigen Handfeuerwaffen.

Um das Sicherheitspotential gegen Sprödbruch bei Wandstärkenminimierung zu erhöhen und eine geforderte Materialhärte bei Temperaturen über 500°C zu gewährleisten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, den Geschoßlauf von Feuerwaffen aus einem verformten Werkstoff mit einer chemischen Zusammensetzung von in Gew.-%

Gehalt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				Rest
Max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	<0.5	0.5	0.15	0.08	0.007	

sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen zu erstellen, welcher thermisch vergütete Geschoßlauf-Werkstoff eine Härte von mind. 46 bis 48 HRC aufweist.

EP 2 375 212 A2

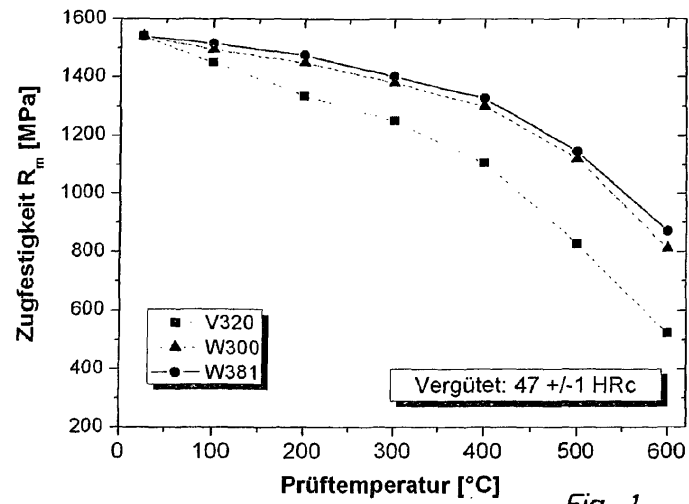


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Geschoßlauf von Feuerwaffen, insb. von leichtgewichtigen Handfeuerwaffen.

[0002] Ein Geschoßlauf ist im praktischen Einsatz der Waffe hohen mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt. Eine schlagartige Gasdruckbelastung des Rohres bzw. eine Zugbelastung der Rohrwand beim Schuss erfordert eine hohe Streckgrenze bzw. hohe Festigkeit des Laufwerkstoffes bei guten Zähigkeitseigenschaften.

[0003] Dem Stand der Technik gemäß werden als Laufwerkstoffe erprobte, hochzähe Vergütungsstähle eingesetzt, welche überdies wirtschaftlich verfügbar sind. Als Werkstoffhärte dieses thermisch vergüteten Rohrteiles wird zumeist eine solche von 47 ± 1 HRC gefordert, was etwa einer Zugfestigkeit im Bereich 1030 bis 1125 N/mm² entspricht.

[0004] Im Rahmen einer Leistungssteigerung, Güteverbesserung und Erhöhung der Sicherheit werden gesteigerte Anforderungen an den Geschoßlauf von Feuerwaffen und derart an den Werkstoff der Rohrteile gestellt. Dies ergibt sich hauptsächlich aus erhöhten Gasdruckbelastungen durch neue Munitionskonzepte und geringeren Laufwandstärken zur Gewichtsreduktion von modernen Waffen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist, ausgehend vom Stand der Technik, einen verbesserten Geschoßlauf von Feuerwaffen aus einem neuen Werkstoff für diesen zu schaffen, welcher legierungstechnisch ausgewogen ist und nach einer thermischen Vergütung eine geforderte Festigkeit bzw. Mindesthärte von größer 47 ± 1 HRC, eine hohe Zähigkeit im Temperaturbereich von -50 bis +500°C und höher hat und derart ein Sicherheitspotential gegen Sprödbbruch auch bei einer Wandstärkenminimierung aufweist.

[0006] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst, wenn der Geschoßlauf aus einem verformten Werkstoff mit einer chemischen Zusammensetzung von in Gew.-%

Gehalt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				Rest
Max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	<0.5	0.5	0.15	0.08	0.007	

[0007] sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen gebildet ist, wobei der thermisch vergütete Geschoßlauf-Werkstoff eine Härte von 46 bis 48 HRC aufweist.

[0008] Im Vergleich mit einer bisher vorwiegend verwendeten Legierung für einen Geschoßlauf mit einer in weiten Grenzen gebildeten Zusammensetzung von in Gew.-% C = 0.42, Si = 0.3, Mn = 0.7, P max. 0.025, S max. 0.01, Cr = 1.1, Mo = 0.2, Ni = 0.25, V max. 0.1, W max. 0.1, Ti max. 0.1 weist das neue Waffenrohrmaterial hochwirksame Unterschiede in den Konzentrationen der Elemente C, Si, Mn, P, S, Cr, Mo, Ni und V auf, wobei die Stahlschädlinge As, Sn, Sb in ihrer max. Konzentration wesentlich verringert sind.

[0009] Hauptaugenmerk bei der neuen erfindungsgemäßen Legierung für einen Geschoßlauf war eine Erhöhung der Zugfestigkeit bzw. Dehngrenze bei Temperaturen über ca. 300°C. Bei kurzer Schussfolge erwärmt sich insb. ein vorteilhaft dünnes bzw. leichtgewichtiges Geschoßlaufrohr zumindest im Bereich der Innenoberfläche auf über 400 bis 450°C, wodurch die Materialfestigkeit und der Verschleißwiderstand von bisher verwendeten Geschoßrohr-Werkstoffen stark sinkt und allgemeine Probleme mit den gesteigerten Güteanforderungen bei erhöhten Temperaturen an diesen mit sich bringt.

[0010] Werden jedoch stattdessen übliche Warmarbeitsstähle, die oft bis 500°C und auch wesentlich darüber, hohe Werkstoffhärtewerte im vergüteten Zustand aufweisen, für Waffenrohre eingesetzt, so ist zwar deren Hochtemperaturverhalten äußerst günstig, allerdings sind die Zähigkeitswerte vergleichsweise niedrig und die Übergangstemperatur von zähem Bruch zum Sprödbbruch des Werkstoffes (FATT) liegt im Wesentlichen im Bereich von +60 bis 0°C.

[0011] Die Nachteile des Vergütungsstahles einerseits und diejenigen eines Warmarbeitsstahles andererseits werden durch die Zusammensetzung des erfindungsgemäßen Geschoßwerkstoffes überwunden.

[0012] Dieser weist im Vergleich mit den genannten Legierungen einen niedrigeren C-Gehalt auf, der das Härteverhalten günstig beeinflusst und bei einer Standard-Vergütetechnologie ausreichende Härtewerte erbringt.

[0013] Aus Gründen der Werkstoffzähigkeit im Tieftemperaturbereich ist der Si-Gehalt auf niedrige Werte, die allenfalls eine Desoxidation der Schmelze mit Sicherheit bewirken, beschränkt.

[0014] Niedrige Werte von Mn sind unter der Bedingung von niedrigen S-Gehalten vorteilhaft.

[0015] Ein gegenüber dem Vergütungsstahl erhöhter Cr- und Mo-Gehalt wirkt sich günstig auf das Vergüteverhalten des Werkstoffes und auf dessen Hochtemperatureigenschaften aus.

[0016] Entscheidend sind, wie gefunden wurde, niedrige Ni-Konzentrationen für ein verbessertes Wasserstoff-induziertes Tieftemperaturverhalten der Legierung.

[0017] Bei Nickelgehalten der erfindungsgemäßen Legierung unmittelbar unter 0.5 Gew.-% kann es von Vorteil sein,

EP 2 375 212 A2

wenn im Herstellverfahren des Werkstoffes eine Vakuumbehandlung der Schmelze durchgeführt wird. Üblicherweise erfolgt dabei die Entgasung des flüssigen Stahles bei einem Druck von unter 5 mbar (500 Pa), vorzugsweise von 1 mbar (100 Pa) und darunter.

[0018] Geringe Nickelkonzentrationen von unter 0.18 Gew.-% und insb. von 0.1 Gew.-% der Legierung erübrigen eine teure Vakuumbehandlung allenfalls.

[0019] Weiters ist von wesentlicher Bedeutung für eine hohe Zähigkeit des Werkstoffes dessen niedrige Gehalte an As, Sn und Sb.

[0020] Von besonderem Vorteil für ein Erreichen höchster Gütewerte ist, wenn der Geschoßlauf aus einem oben genannten Werkstoff, der zumindest ein Element in der Konzentration in Gew.-% von

Gehalt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.3	0.1	0.2			3.8	1.4		0.44				Rest
Max	0.34	0.2	0.3	0.005	0.001	4.2	1.6	0.1	0.48	0.1	0.05	0.005	

aufweist, besteht.

[0021] Ein Verfahren zur Herstellung eines Geschoßlaufes von Feuerwaffen mit vorgenannter, chemischer Zusammensetzung hat sich als besonders vorteilhaft und effizient herausgestellt, nach welchem eine thermische Vergütung als Vakuum-Wärmebehandlung durchgeführt wird, bei welcher ein mind. einmaliges Härten mit einer forcierten Abkühlung von einer Temperatur von höher als 940°C, jedoch niedriger als 995°C, mit einer Haltezeit auf Härtetemperatur nach einer Teildurchwärmung von mind. 20 min. erfolgt und ein mind. zweimaliges Anlassen des Härtegefüges bei einer Temperatur von höher als 575°C durchgeführt wird.

[0022] Weiter verbesserte Güteeigenschaften sind erreichbar, wenn ein Härten des Geschoßlaufwerkstoffes von einer Temperatur im Bereich von 960 bis 980°C nach einer Haltezeit auf dieser Austenitisierungstemperatur von mehr als 25 min. erfolgt, worauf ein mehrmaliges Anlassen bei einer Temperatur von etwa 600°C durchgeführt wird.

[0023] Anhand von Untersuchungsergebnissen, welche lediglich einen Ausführungsweg der Erfindung darstellen, soll diese näher erläutert werden. Die Messwerte der Untersuchungen sind in Diagrammen dargestellt.

[0024] Es zeigt

Tab. 1 chemische Zusammensetzung der Vergleichslegierungen bzw. Werkstoffe

Fig. 1 Warmfestigkeit der Werkstoffe in Abhängigkeit der Temperatur

Fig. 2 Kerbschlagarbeit (Zähigkeit) der Werkstoffe in Abhängigkeit der Temperatur

[0025] In Tab.1 sind ein Vergütungsstahl V320, ein Warmarbeitsstahl W300 und ein erfindungsgemäßer Stahltyp W381 für Waffenrohre mit den Gehalten an Legierungselementen angegeben, wobei der Restgehalt im Wesentlichen Eisen ist:

Güte		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+Sn+Sb
V320	min	0.4	0.2	0.6			1.0	0.15	0.2				
	max	0.44	0.35	0.8	0.025	0.002	1.2	0.25	0.3	0.1	0.1	0.05	0.01
W300	min	0.36	0.9	0.3			4.8	1.1		0.3			
	max	0.4	1.2	0.5	0.025	0.002	5.2	1.3	0.4	0.5	0.1	0.05	0.01
W 381	min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42			
	max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	0.18	0.5	0.15	0.08	0.07

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

[0026] Alle angegebenen und für eine Erprobung verwendeten Geschößrohrstähle wurden einer Vakuum-Wärmebehandlung mit gleichen Parametern unterworfen:

- Austenitisieren bei Härtetemperatur
- Halten auf der Austenitisierungstemperatur von 30 min. und Abschrecken
- Zweimaliges Anlassen mit jeweils 2 Std.

[0027] Fig. 1 zeigt den Verlauf der Zugfestigkeit R_m mit steigender Temperatur bis 600°C.

[0028] Die Festigkeit R_m verringert sich beim Vergütungsstahl V320 schon bei einer Temperatur über 200°C wesentlich und entspricht ab ca. 390°C nach oftmaligem Erwärmen nicht mehr den derzeitigen Forderungen an einen Geschößlaufwerkstoff.

[0029] Der erfindungsgemäße Werkstoff W381 und der Warmarbeitsstahl W300 hingegen weisen erst ab einer Temperatur von ca. 500°C einen Abfall der Zugfestigkeit unter die geforderte Grenze auf.

[0030] Fig. 2 vermittelt den Verlauf der Werkstoffzähigkeit über der Temperatur im Bereich von -40 und +200°C.

[0031] Am Kurvenverlauf ist deutlich erkennbar, dass der Warmarbeitsstahl W300 insgesamt niedrigere Zähigkeitswerte aufweist und dass ab einer Temperatur von unter 20°C eine Sprödbbruchneigung des Werkstoffes dominierend ist.

[0032] Der Vergütungsstahl V320 zeigt ein zähes Bruchverhalten bei Schlagbeanspruchung von Teilen aus diesem, wobei der erfindungsgemäße Werkstoff W381 nur geringfügig niedrigere Zähigkeitswerte bei den einzelnen Temperaturen hat.

[0033] Im Vergleich umfasst der erfindungsgemäße Geschößlauf einen Werkstoff W381, der einerseits bei höheren Temperaturen eine wesentlich größere Zugfestigkeit und Härte als der üblicherweise eingesetzte Vergütungsstahl V320 aufweist, welcher Werkstoff W381 andererseits bei tiefen Temperaturen bis -40°C ein wesentlich höheres Zähigkeitspotential hat.

Patentansprüche

1. Geschößlauf von Feuerwaffen, insb. von leichtgewichtigen Handfeuerwaffen, gebildet aus einem verformten Werkstoff mit einer chemischen Zusammensetzung von in Gew.-%

Gehalt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				Rest
Max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	<0.5	0.5	0.15	0.08	0.007	

sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, welcher thermisch vergütete Geschößlauf-Werkstoff eine Härte von mind. 46 bis 48 HRC aufweist.

2. Geschößlauf nach Anspruch 1, gebildet aus einem verformten Werkstoff mit einer chemischen Zusammensetzung von in Gew.-%

Gehalt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				Rest
Max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	0.18	0.5	0.15	0.08	0.007	

sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, welcher thermisch vergütete Geschößlauf-Werkstoff eine Härte von mind. 46 bis 48 HRC aufweist.

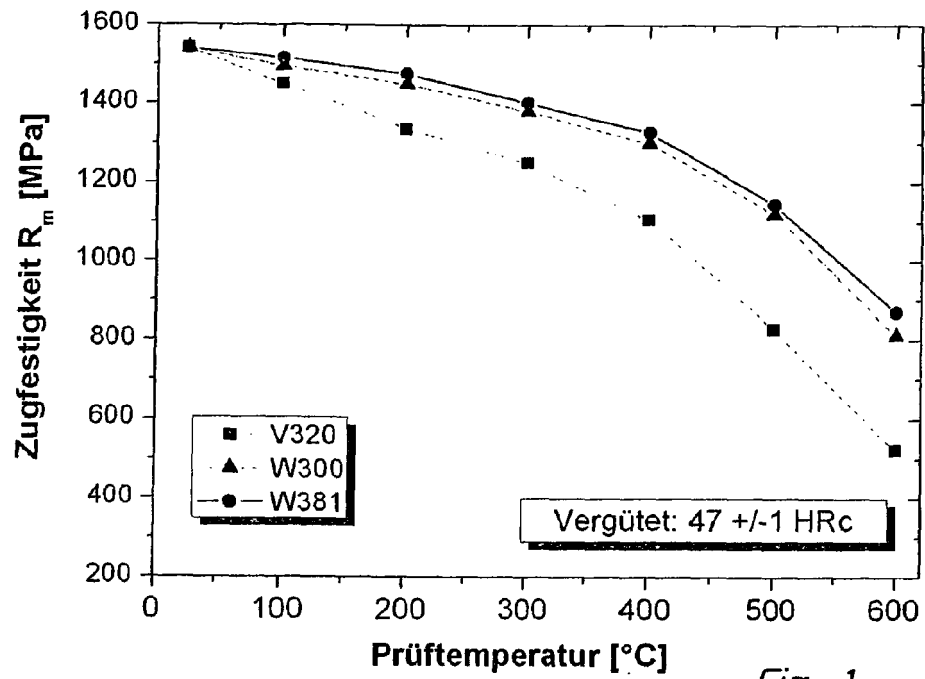
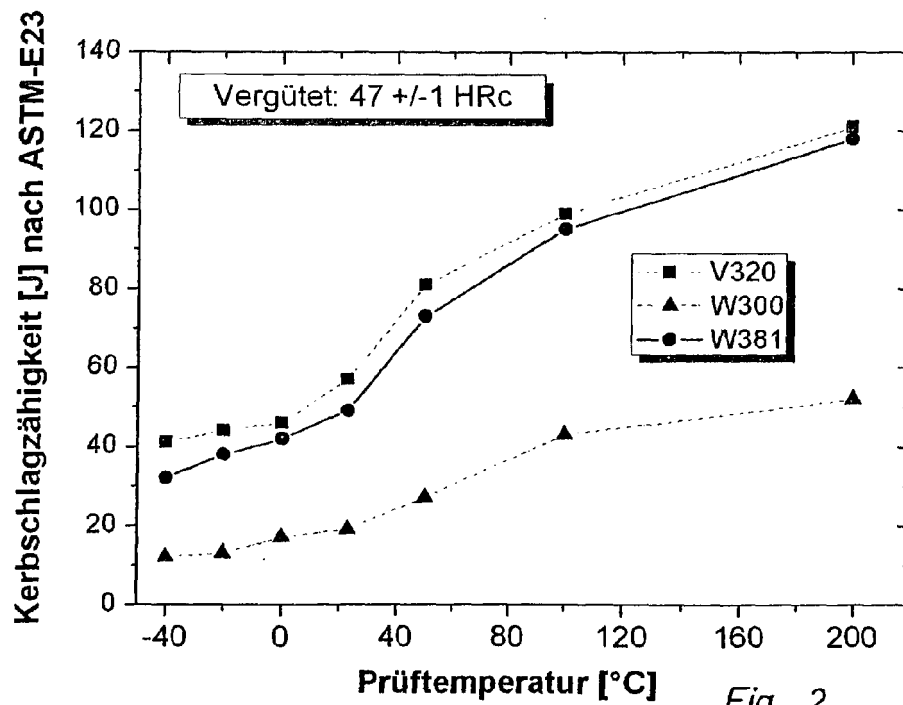
3. Geschößlauf nach Anspruch 1 oder 2, aus einem Werkstoff, der zumindest ein Element der Konzentration in Gew.-% von

EP 2 375 212 A2

Gehalt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.3	0.1	0.2			3.8	1.4		0.44				Rest
Max	0.34	0.2	0.3	0.005	0.001	4.2	1.6	0.1	0.48	0.1	0.05	0.005	

aufweist.

4. Verfahren zur Herstellung eines Geschosslaufes von Feuerwaffen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem eine thermische Vergütung als Vakuum-Wärmebehandlung durchgeführt wird, bei welcher ein mind. einmaliges Härten bei einer Temperatur von höher als 940°C, jedoch niedriger als 995°C mit einer Haltezeit auf Härtetemperatur nach einer Teildurchwärmung von mind. 20 min. erfolgt und ein mind. zweimaliges Anlassen des Härtegefüges bei einer Temperatur von höher als 575°C durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem ein Härten des Geschosslauf-Werkstoffes bei einer Temperatur im Bereich von 960 bis 980°C mit einer Haltezeit auf dieser Austenitisierungstemperatur von mehr als 25 min. erfolgt, worauf ein mehrmaliges Anlassen bei einer Temperatur von etwa 600°C durchgeführt wird.
6. Verfahren zur Herstellung eines Geschosslaufes von Feuerwaffen nach einem der Ansprüche 1 sowie 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Herstellung des Werkstoffes eine Vakuumbehandlung der Schmelze erfolgt.

Fig. 1Fig. 2