

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres, auf dessen innere Oberfläche mindestens in einem Teilbereich eine Schicht eines Schichtwerkstoffes zur Vermeidung von Erosionen aufgebracht wird.

[0002] In der Waffentechnik bewirken leistungsge-
steigerte Munitionsarten aufgrund ihrer beim Abschuß
entstehenden hohen Gastemperaturen und Strömungs-
geschwindigkeiten, insbesondere bei den aus Stahl be-
stehenden Waffenrohren, starke Erosionen, die das je-
weilige Waffenrohr bereits vor Erreichen seiner Ermü-
dungslebensdauer verschleissen. Es ist bereits bekannt,
die entsprechenden Waffenrohre zwecks Vermeidung
derartiger Erosionen mit einer Hartchromschicht zu ver-
sehen. Dabei wird der Hartchrom elektrolytisch an der
inneren Oberfläche des Waffenrohres abgeschieden.

[0003] Nachteilig ist bei diesem bekannten Verfahren
unter anderem, daß die elektrolytisch abgeschiedenen
Hartchromschichten der leistungsgesteigerten Munition
nicht standhalten. An den sich dadurch ergebenden
Chromausbrüchen entstehen nach und nach starke
Erosionen.

[0004] Es ist bereits vorgeschlagen worden, Schutz-
schichten aus hochschmelzenden Werkstoffen, wie Ni-
ob, Molybdän, Tantal, Hafnium, Vanadin, Wolfram, Zir-
konium oder deren Legierungen, in Schichtdicken bis
zu einigen mm, z.B. durch Plasmaspritzen oder Laser-
auftragsschweißen, auf die innere Oberfläche des Waf-
fenrohres aufzubringen. Dabei hat sich gezeigt, daß
sich beim Plasmaspritzen an der inneren Oberfläche
des Waffenrohres jeweils Schutzschichten ablagern,
die eine relativ geringe Verbindung mit dem Grundwerk-
stoff des Waffenrohres aufweisen und eine hohe Porosität
besitzen.

[0005] Beim Laser-Auftragsschweißen wird auf die in-
nere Oberfläche des Waffenrohres ein entsprechender
Laserstrahl gelenkt, der die oberflächennahen Bereiche
des Waffenrohres aufschmilzt. Der Schichtwerkstoff
wird in pulver-, draht- oder bandförmiger Form kurz vor
dem Auftreffen des Laserstrahles auf die innere Ober-
fläche des Waffenrohres eingebracht und durch diesen
geschmolzen, so daß sich im oberflächennahen Be-
reich des Waffenrohres ein den geschmolzenen Waf-
fenrohrwerkstoff und den Schichtwerkstoff enthaltendes
Schmelzbad ausbildet, welches bei der Weiterbewe-
gung des Laserstrahles erstarrt.

[0006] Als nachteilig hat sich beim Laserauftrags-
schweißen ergeben, daß eine relativ große Wärmemen-
ge in den Rohrwerkstoff eingebracht werden muß, so
daß teilweise Wärmeeinflußzonen von bis zu 10 mm ge-
bildet werden. Dieses führt aber zu einer negativen Be-
einflussung der Autofrettage-Eigenspannungen des
entsprechenden Waffenrohres.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein
Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres
anzugeben, mit dem zur Vermeidung von Erosionen

hochschmelzende Schichtwerkstoffe auf die innere
Oberfläche des Waffenrohres aufgebracht werden kön-
nen, die eine gute Verbindung mit dem Grundwerkstoff
des Waffenrohres eingehen und bei deren Aufbringen
der Eigenspannungszustand des Waffenrohres nur ge-
ringfügig durch Wärme eintrag beeinflussbar sein soll.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch
die Merkmale des Anspruchs gelöst.

[0009] Der Erfindung liegt im wesentlichen der Ge-
danke zugrunde, zur Aufbringung einer Schutzschicht
auf die innere Oberfläche des Waffenrohres ein Laser-
unterstütztes Plasmaspritzverfahren einzusetzen. Der
Schichtwerkstoff wird dabei durch Plasmaspritzen auf
die innere Oberfläche des Waffenrohres aufgebracht
und gleichzeitig wird ein Laserstrahl auf die innere Ober-
fläche des Waffenrohres gelenkt und die oberflächen-
nahen beschichteten oder noch zu beschichtenden Be-
reiche des Waffenrohres aufgeschmolzen, so daß sich
im oberflächennahen Bereich des Waffenrohres ein den
geschmolzenen Waffenrohrwerkstoff und den Schicht-
werkstoff enthaltendes Schmelzbad ausbildet, welches
bei der Weiterbewegung des Laserstrahles erstarrt.

[0010] Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß
bei einem derartigen Verfahren einerseits eine gute Ver-
bindung zwischen der Schutzschicht und dem Grund-
werkstoff des Waffenrohres (in der Regel Stahl) sicher-
gestellt wird und daß andererseits keine hohen Energie-
einträge in den Grundwerkstoff erfolgen, so daß ein
durch Autofrettage erzeugter Eigenspannungszustand
im Waffenrohr wenig bzw. vernachlässigbar gering be-
einflußt wird, weil der Wärmeeintrag im Bereich ≤ 5 mm,
vorzugsweise im Bereich ≤ 1 mm liegt.

[0011] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfin-
dung ergeben sich aus dem folgenden anhand einer Fi-
gur erläuterten Ausführungsbeispiel.

[0012] In der Fig. ist mit 1 ein Waffenrohr bezeichnet,
welches in einem Teilbereich 2 mit einem Hartmetall, z.
B. Niob, beschichtet werden soll.

[0013] Zur Beschichtung des Waffenrohres 1 ist in
dem Waffenrohr eine an sich bekannte Plasmaspritzan-
lage 3 angeordnet. Diese erzeugt einen Plasmastrahl 4
hoher Temperatur und hoher Strömungsgeschwindig-
keit, in den mittels eines nicht dargestellten Pulverinjek-
tors der pulverförmige Schichtwerkstoff eingebracht
wird. Durch den heißen Plasmastrahl wird der Schicht-
werkstoff dann geschmolzen und tröpfchenförmig mit
hoher Geschwindigkeit zur inneren Oberfläche 5 des
Waffenrohres 1 beschleunigt.

[0014] Gleichzeitig wird der von einem CO₂- oder Nd:
YAG-Laser 6 erzeugte Laserstrahl 7 über einen Umlenk-
spiegel 8 auf die innere Oberfläche 5 des Waffenrohres
1 gelenkt und der gerade mit dem Schichtwerkstoff 9
beschichtete Waffenrohrbereich 10 kurzzeitig aufge-
schmolzen, so daß sich in dem oberflächennahen Be-
reich des Waffenrohres 1 ein den geschmolzenen Waf-
fenrohrwerkstoff und den Schichtwerkstoff enthaltendes
Schmelzbad 11 ausbildet, welches bei der Weiterbewe-
gung des Plasma- und Laserstrahles 4 und 7 erstarrt.

[0015] Eine flächige Beschichtung der inneren Oberfläche 5 des Waffenrohres 1 in dem Teilbereich 2 wird dadurch erhalten, daß die Plasmaspritzanlage 3 sowie der Laserstrahl 6 und das Waffenrohr 1 relativ zueinander eine spiralförmige Bewegung ausführen. Hierzu kann beispielsweise die Plasmaspritzanlage 3 mit dem Umlenkspiegel 8 mit Hilfe einer nicht dargestellten Vorrichtung sowohl eine axiale als auch eine rotatorische Bewegung durchführen.

[0016] Nach vollständigem Aufbringen des Schichtwerkstoffes 9 auf den Teilbereich 2 kann, soweit erforderlich, eine mechanische Nachbearbeitung erfolgen.

[0017] Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So muß beispielsweise der Laserstrahl 7 nicht zwingend direkt auf den Fokussierfleck 12 des Plasmastrahles 4 gerichtet werden, sondern kann die innere Oberfläche des Waffenrohres 1 auch unmittelbar vor dem Fokussierfleck 12 kurzzeitig aufschmelzen.

[0018] Um eine Verbesserung der Haftfestigkeit zu erreichen, kann es außerdem vorteilhaft sein, statt nur einer Schicht eines Schichtwerkstoffes mehrere Schichten gleicher oder unterschiedlicher Schichtwerkstoffe nacheinander auf die innere Oberfläche des Waffenrohres aufzutragen.

des Waffenrohres (1) gelenkt und der oberflächennahe, gerade beschichtete oder noch zu beschichtende Waffenrohrbereich (10) aufgeschmolzen, so daß sich im oberflächennahen Waffenrohrbereich (10) des Waffenrohres (1) ein den geschmolzenen Waffenrohrwerkstoff und den Schichtwerkstoff enthaltendes Schmelzbad (11) ausbildet, welches bei der Weiterbewegung des Laserstrahles (7) erstarrt.

Bezugszeichenliste

[0019]

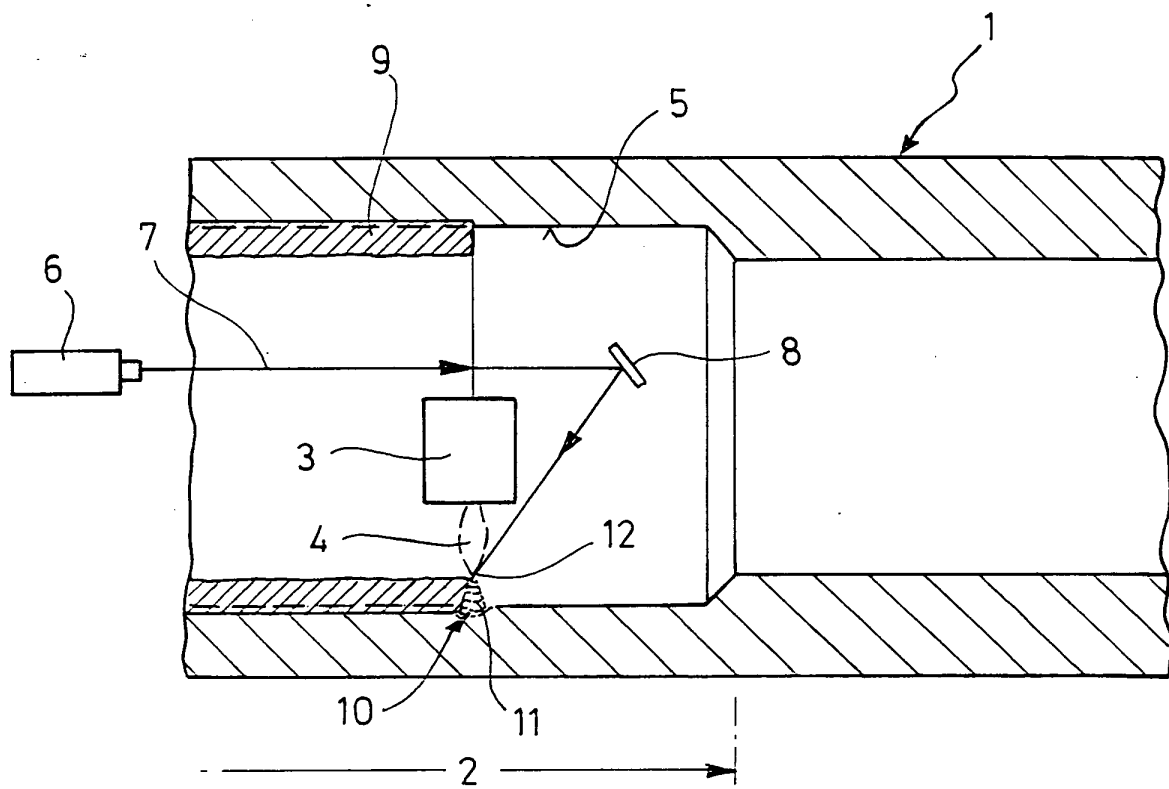
1	Waffenrohr	30
2	Teilbereich	
3	Plasmaspritzanlage	
4	Plasmastrahl	
5	innere Oberfläche	35
6	Laser	
7	Laserstrahl	
8	Umlenkspiegel	
9	Schichtwerkstoff, Schicht	
10	Waffenrohrbereich	40
11	Schmelzbad	
12	Fokussierfleck	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Innenbeschichtung eines Waffenrohres (1), auf dessen innere Oberfläche (5) mindestens in einem Teilbereich (2) eine Schicht eines Schichtwerkstoffes (9) zur Vermeidung von Erosionen aufgebracht wird, mit den Merkmalen:

a) der Schichtwerkstoff (9) wird durch Plasmaspritzen auf die innere Oberfläche (5) des Waffenrohres (1) aufgebracht und

b) gleichzeitig mit dem Plasmaspritzen wird ein Laserstrahl (7) auf die innere Oberfläche (5)





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 5336

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 199 19 688 A (RHEINMETALL W & M GMBH) 2. November 2000 (2000-11-02) * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 1 * ---	1	F41A21/02 F41A21/22
A	DE 199 19 687 A (RHEINMETALL W & M GMBH) 2. November 2000 (2000-11-02) * Spalte 2, Zeile 33-56 * ---	1	
A	DE 38 08 285 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 21. September 1989 (1989-09-21) * Seite 2, Zeile 60 - Seite 3, Zeile 6 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F41A
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 8. Januar 2004	Prüfer Ziegler, H-J
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 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04003)

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

EP 03 01 5336

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.

08-01-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19919688 A	02-11-2000	DE 19919688 A1	02-11-2000
		EP 1048920 A2	02-11-2000
		US 2002114899 A1	22-08-2002
DE 19919687 A	02-11-2000	DE 19919687 A1	02-11-2000
		EP 1048921 A2	02-11-2000
		US 2001051226 A1	13-12-2001
DE 3808285 A	21-09-1989	DE 3808285 A1	21-09-1989

EPO FORM P0461

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