

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 935 117 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.08.1999 Patentblatt 1999/32

(51) Int. Cl.⁶: **F41A 21/02**

(21) Anmeldenummer: **98124171.4**

(22) Anmeldetag: **21.12.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **06.02.1998 DE 19804651**

(71) Anmelder: **Rheinmetall W & M GmbH
29345 Unterlüss (DE)**

(72) Erfinder: **Wagner, Hartmut
29345 Unterlüss (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung eines Futterrohres mit dem Mantelrohr einer Rohrwafl**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung eines Futterrohres (3) mit dem Mantelrohr (2) einer Rohrwafl durch Einschrumpfen.

Um die relativ langen und dünnwandigen Futterrohre (3) auf einfache Weise und sehr genau mit den Mantelrohren (2) entsprechender Rohrwafl zu verbin-

den, schlägt die Erfindung vor, das Fügspiel zwischen Futter- und Mantelrohr (3,2) dadurch zu vergrößern, daß zusätzlich zu der Erwärmung des Mantelrohres (2) eine Abkühlung des Futterrohres (3) unter einen Wert von -50°C, vorzugsweise auf -70°C, vorgenommen wird.

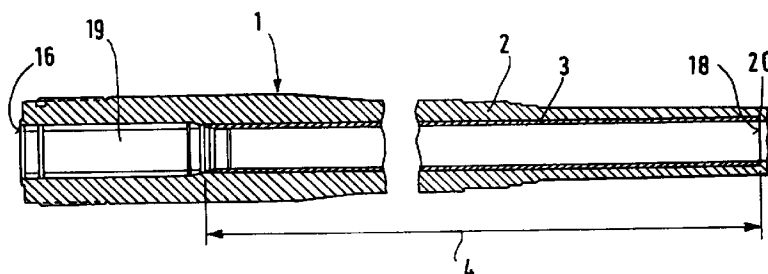


FIG.1

EP 0 935 117 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung eines Futterrohres mit dem Mantelrohr einer Rohrwaffe durch Einschrumpfen.

[0002] Um ausgeschossene Waffenrohre wieder bestimmungsgemäß verwenden zu können, ist es seit langem bekannt, die Rohre auszubohren und anschließend mit einem dünnen, nicht selbst-tragenden Rohr auszufüttern (vgl. z.B. Rheinmetall "Waffentechnisches Taschenbuch" 7. unveränderte Auflage 1985, Düsseldorf 1980). Die Futterrohre werden mit dem Mantelrohr, z.B. durch Einschrumpfen, verbunden, wobei üblicherweise das Mantelrohr erwärmt und das Futterrohr durch Wasser gekühlt wird.

[0003] Insbesondere bei Verwendung von Futterrohren mit einem großen L/d-Verhältnis hat es sich als nachteilig erwiesen, daß bei Anwendung dieses bekannten Fügeverfahrens das Fügepiel zwischen Futter- und Mantelrohr sehr gering ist, weil beim Wärmeschrumpfen eine maximale obere Temperatur des Mantelrohres nicht überschritten werden darf. Anderenfalls besteht die Gefahr, daß der Eigenspannungszustand des entsprechenden Waffenrohres zerstört werden würde.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die relativ langen und dünnwandigen Futterrohre auf einfache Weise und sehr genau mit den Mantelrohren entsprechender Rohrwaffen zu verbinden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die Unteransprüche.

[0006] Im wesentlichen liegt der Erfindung der Gedanke zugrunde, das Fügepiel zwischen Futter- und Mantelrohr dadurch zu vergrößern, daß zusätzlich zu der Erwärmung des Mantelrohres eine Abkühlung des Futterrohres unter einen Wert von -50°C , vorzugsweise auf -70°C , vorgenommen wird.

[0007] Wird das Futterrohr beim Einbringen in das Mantelrohr zunächst noch weiter gekühlt, so verläuft der Schrumpfvorgang vorteilhafterweise zunächst entsprechend langsam, weil das erwärmte (schrumpfende) Mantelrohr zu keiner sofortigen wesentlichen Erwärmung des Futterrohres führt und damit auch keine stärkere Durchmesser vergrößerung des Futterrohres bewirkt.

[0008] Zur Abkühlung des Futterrohres wird dieses vorzugsweise mit Trockeneis gefüllt. Sofern dabei die Abkühlung nicht im Vakuum oder in einem mit Schutzgas gefüllten Raum erfolgt, muß aufgrund der in der Umgebung vorhandenen Luftfeuchtigkeit das Futterrohr während des Abkühlvorganges außenseitig mittels einer Isolierschicht geschützt werden.

[0009] Die Erwärmung und Abkühlung des Mantelrohres sollte bereichsweise steuerbar sein, derart, daß das Mantelrohr zunächst auf den mittleren Bereich des Futterrohres und erst nach einer vorgegebenen Zeit auch

auf die verbleibenden Seitenbereiche des Futterrohres aufschraumpfbar ist.

[0010] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispiel. Es zeigen:

Fig.1 den Längsschnitt durch ein Waffenrohr, bei dem das Futterrohr nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in das Mantelrohr eingeschrumpft wurde;

Fig.2 einen verkleinerten Längsschnitt auf einem Fixierdorn angeordneten Futterrohr bei dem Abkühlvorgang und

Fig.3 den Längsschnitt durch ein auf das Futterrohr aufgesetztes Mantelrohr bei dem Schrumpfvorgang.

[0011] In Fig.1 ist mit 1 ein Waffenrohr einer Panzerkanone bezeichnet, welches aus einem Mantelrohr 2 und einem dünnwandigen Futterrohr 3 besteht, welches innenseitig in einem hoch belasteten Teilbereich 4 (im folgenden auch als Fügebereich bezeichnet) des Mantelrohres 2 angeordnet und mit diesem durch Einschrumpfen verbunden ist.

[0012] Um das Futterrohr 3 mit dem Mantelrohr 2 erfindungsgemäß zu verbinden, wird zunächst das Futterrohr 3 senkrecht auf einen Fixierdorn 5 einer Standvorrichtung 6 mit Bodenplatte 7 aufgesetzt und ausgerichtet (Fig.2). Um das Futterrohr 3 vor Vereisung beim Abkühlen zu schützen, wird es mit Styroporblöcken 8 umgeben und oberseitig mit einer Styroporhaube 9 versehen.

[0013] Anschließend erfolgt die Befüllung des Futterrohres 3 mit Trockeneis 10 über ein Ansetzrohr 11. Der Fixierdorn 5, der ebenfalls eine durchgehende Bohrung 12 enthält, wird ebenfalls mit Trockeneis 10 gefüllt und gekühlt. Dadurch wird eine gleichmäßige Abkühlung über die gesamte Länge des Futterrohres 3 erreicht (je nach Wandstärke und Material des Futterrohres werden für eine gute Durchkühlung des Futterrohres auf ca. -70°C bis zu 3 Stunden benötigt).

[0014] Parallel zum Abkühlen des Futterrohres 3 kann mit dem Erwärmen des Mantelrohres 2 auf ca. 335°C ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) begonnen werden. Damit eine ausreichende Erwärmung des gesamten Fügebereiches 4 sicher gewährleistet ist, sollte der tatsächliche Erwärmungsbereich den Fügebereich 4 beidseitig um ca. 0,5 m überschreiten. Die Aufheizrate sollte etwa zwischen 20 und 30°C liegen, um eine genügende Durchheizung des Mantelrohres 2 zu ermöglichen, wobei sich eine induktive Erwärmung mittels einer entsprechenden Heizung 13 (Fig.3) in der Praxis als vorteilhaft erwiesen hat.

[0015] Sind Mantelrohr 2 und Futterrohr 3 im gewünschten Zustand, wird das weiterhin erwärmte Mantelrohr 2 mit einer Hubvorrichtung 14 an seiner Mündung 15 angehoben und über das noch mit Styro-

porblock 8 umgebenen Ansetzrohr 11 und Futterrohr 3 positioniert. Dabei kann zur Vereinfachung der Positionierung am ladungsraumseitigen Ende 16 des Mantelrohres 2 ein spezieller Anführtrichter 17 angeordnet werden (Fig.3).

[0016] Der Styroporblock 8 und das Ansetzrohr 11 werden dann entfernt, das Futterrohr 3 trocken gesäubert und leicht mit einem Feststoffschmierstoff, vorzugsweise Molybdändisulfid (MoS_2), leicht benetzt.

[0017] Anschließend wird das Mantelrohr 2 bis an das obere Ende 18 des Futterrohres 3 zur Überprüfung und evtl. Nachkorrektur der Positionierung heruntergelassen. Ist die Positionierung korrekt, erfolgt das Absenken des Mantelrohres 2 bis das obere Ende 18 des Futterrohres 3 nach Passieren des Ladungsraumes 19 gegen den das Futterrohr vorderseitig begrenzenden Vorsprung 20 (Fig.1) des Mantelrohres 2 stößt.

[0018] Danach wird der für die Erwärmung des mittleren Teilbereiches 21 des Fügebereiches 4 verantwortliche Heizungsteil abgeschaltet und entfernt und dieser Teilbereich dann mit Luft gekühlt. Gleichzeitig kann ein Verschlußstopfen 22 am unteren Ende 23 der Standvorrichtung 6 entfernt werden, damit das noch vorhandene Trockeneis 10 beseitigt werden und sich das Futterrohr nun schneller auf die Temperatur des Mantelrohres erwärmen kann.

[0019] Hat sich das Mantelrohr 2 in dem mittleren Teilbereich 21 um ca. 100°C abgekühlt, so wird die Heizung abgeschaltet und das gesamte Mantelrohr mit Luft abgekühlt. Dieses stufenweise Kühlen bewirkt, daß das Mantelrohr 2 das Futterrohr 3 zuerst in seinem mittleren Teilbereich 21 festhält und dann von beiden Seiten über das Futterrohr 3 schrumpft. Dadurch wird vermieden, daß durch eine Längskontraktion des Mantelrohres 2 eine Spaltbildung am Übergang zwischen dem Futterrohr 3 und dem vorderen Kaliberteil des Mantelrohres 2 auftritt.

[0020] Ist die Temperatur des Mantelrohres 2 auf ca. 50°C gesunken, kann das Waffenrohr 1 mittels der Hubvorrichtung 14 von der Standvorrichtung 6 gehoben und in die entsprechende Waffe eingebaut werden.

Bezugszeichenliste

[0021]

- | | | |
|----|---|--|
| 1 | Waffenrohr | |
| 2 | Mantelrohr | |
| 3 | Futterrohr | |
| 4 | Teilbereich (Mantelrohr), Fügebereich | |
| 5 | Fixierdorn | |
| 6 | Standvorrichtung | |
| 7 | Bodenplatte | |
| 8 | Styroporblock, Isolierkörper | |
| 9 | Styroporhaube, Styroporblock, Isolierkörper | |
| 10 | Trockeneis | |
| 11 | Ansetzrohr | |
| 12 | Bohrung (Fixierdorn) | |

- | | |
|----|---------------------------------|
| 13 | Heizung |
| 14 | Hubvorrichtung |
| 15 | Mündung |
| 16 | Ende (Mantelrohr) |
| 17 | Anführtrichter |
| 18 | obere Ende (Futterrohr) |
| 19 | Ladungsraum |
| 20 | Vorsprung |
| 21 | mittlere Bereich |
| 22 | Verschlußstopfen |
| 23 | unteres Ende (Standvorrichtung) |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer kraftschlüssigen Verbindung eines Futterrohres (3) mit dem Mantelrohr (2) einer Rohrwaffe durch Einschrumpfen mit den Merkmalen:

a) das Futterrohr (3) wird auf eine Temperatur unterhalb -50°C abgekühlt;

b) das Mantelrohr (2) wird in dem Teilbereich (4), in dem es mit dem Futterrohr (3) verbunden werden soll, auf eine Temperatur erwärmt, die derart gewählt wird, daß sein Innendurchmesser größer ist als der Außendurchmesser des Futterrohres (3);

c) das Futterrohr (3) wird dann in das Mantelrohr (2) eingeführt, wobei die Temperatur des Mantelrohres (2) konstant gehalten wird;

d) die Beheizung des Mantelrohres (2) wird anschließend beendet und eine Kühlung des Mantelrohres (2) durchgeführt, derart, daß das Mantelrohr zunächst auf den mittleren Teilbereich des Futterrohres (3) und erst nach einer vorgegebenen Zeit auch auf die verbleibenden Seitenbereiche des Futterrohres gleichmäßig aufschumpft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Futterrohr (3) auf einer mit einem Fixierdorn (5) versehenen Standvorrichtung (6) senkrecht angeordnet wird, und daß zur Verbindung von Futter- und Mantelrohr (3,2) das Mantelrohr (2) oberhalb des Futterrohres (3) angeordnet und anschließend von oben über das Futterrohr (3) geschoben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Futterrohr (3) durch in das Rohr eingefülltes Trockeneis (10) gekühlt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Futterrohr (3) auf eine Temperatur von -70°C abgekühlt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß das Futterrohr (3)
während des Abkühlvorganges außenseitig mittels
Isolierkörper (8,9) gegen Beschlagen durch Luft-
feuchtigkeit geschützt wird. 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelrohr (2)
induktiv erwärmt wird. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelrohr (2)
im Bereich des zu befestigenden Futterrohres (3)
auf eine Temperatur zwischen 330 und 340°C
erwärmt wird. 15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß für die Aufheizrate
des Mantelrohres (2) Werte zwischen 20 und
30°C/h gewählt werden. 20
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelrohr (2)
während des Schrumpfungsvorganges durch Luft
gekühlt wird. 25
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar vor
dem Aufschieben des Mantelrohres (2) auf das Fut-
terrohr (3) dieses außenseitig mit einer Schicht aus 30
Molybdändisulfid (MoS_2) versehen wird.

35

40

45

50

55

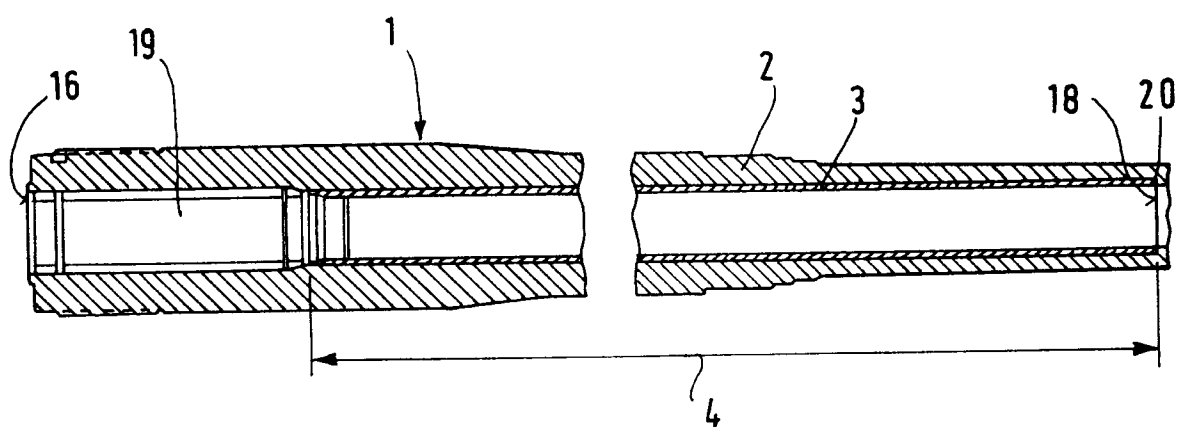


FIG.1

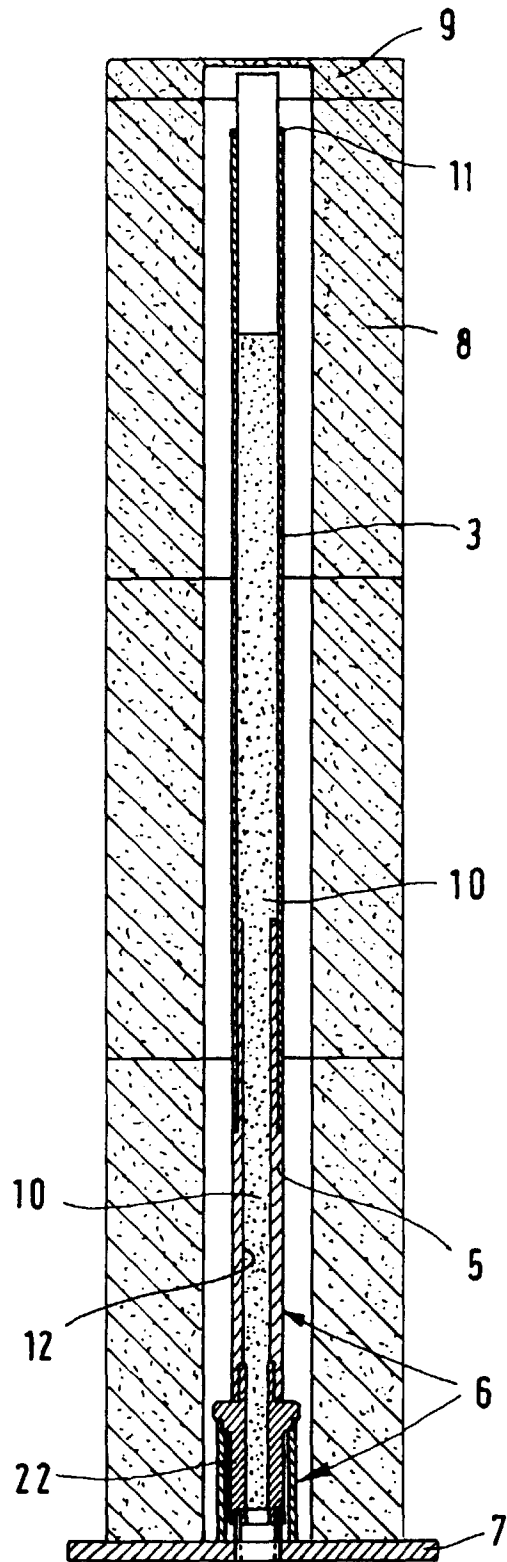


FIG.2

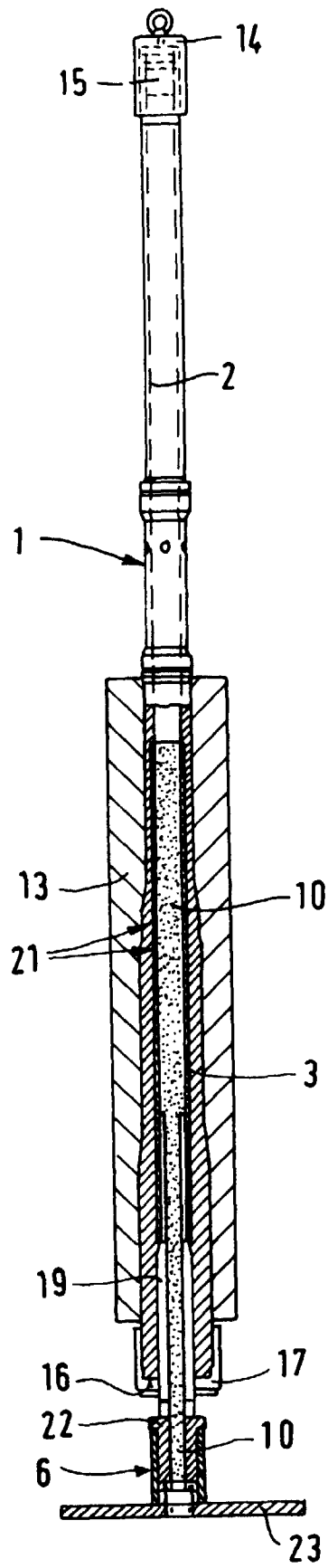


FIG. 3