

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 908 264 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.04.1999 Patentblatt 1999/15

(51) Int. Cl.⁶: B23K 26/10, F41A 21/22

(21) Anmeldenummer: 98116447.8

(22) Anmeldetag: 31.08.1998

(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

(72) Erfinder:
• Manz, Herbert
51381 Leverkusen (DE)
• Tuncer, Haluk
40470 Düsseldorf (DE)
• Zaeper, Manfred
29345 Unterlüss (DE)
• Weismüller, Harald
29320 Hermannsburg (DE)

(30) Priorität: 18.09.1997 DE 19741028

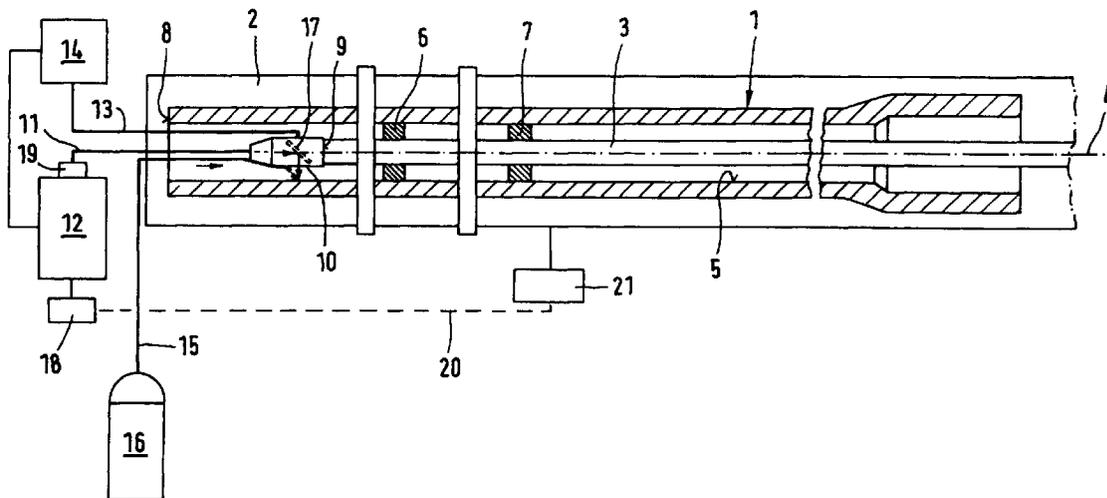
(71) Anmelder: Rheinmetall W & M GmbH
29345 Unterlüss (DE)

(54) Vorrichtung zum Härten der Innenkontur eines Waffenrohres mit Laserstrahlung

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Härten der Innenkontur eines Waffenrohres (1) mit Laserstrahlung, wobei die Vorrichtung einen Laser (12) und einen entlang der Seelenachse (4) des Waffenrohres (1) verschiebbar anordbaren und eine Strahlumlenkoptik (17) enthaltenden Laserkopf (10) umfaßt, so daß die Laserstrahlung mündungsseitig in das Waffenrohr (1) einkoppelbar und mittels der Strahlumlenkoptik (17) senkrecht auf die innere Oberfläche (5) des Waffenrohres (1) führbar ist.

gegenüber bekannten Vorrichtungen relativ großer Bearbeitungsraum zur Verfügung steht, schlägt die Erfindung vor, einerseits als Laser (12) einen ND:YAG-Laser zu verwenden, da durch die gegenüber CO₂-Lasern geringere Wellenlänge Glasfasern für die Übertragung des Laserstrahles eingesetzt werden können, und andererseits den Laserkopf (10) an einer in dem Waffenrohr (1) zentrierbaren und in Richtung der Seelenachse (4) des Waffenrohres (1) verschiebbaren Ziehstange (3) zu befestigen.

Um zu erreichen, daß das Waffenrohr (1) sehr genau und homogen gehärtet werden kann und ein



EP 0 908 264 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Härten der Innenkontur eines Waffenrohres mit Laserstrahlung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Um die durch die heißen Treibladungsgase verursachte Erosion des jeweiligen Waffenrohres bzw. den durch die Reibung zwischen der Geschosse und dem Waffenrohr verursachten abrasiven Verschleiß gering zu halten und damit deren Lebensdauer zu erhöhen, ist es bekannt, die innere Oberfläche des in der Regel aus Stahl bestehenden Waffenrohres mit einer Hartmetallschicht, z.B. einer Chromschicht oder einer Chrom enthaltenden Legierungsschicht (z.B. einer Kobalt-Chrom-Wolfram-Legierung), zu versehen.

[0003] Nachteilig ist bei derartigen Waffenrohren, daß die Aufbringung der Auftragsschicht prozeßtechnisch relativ aufwendig ist und häufig Abplatzungen und Auswaschungen dieser Schicht auftreten, welche die Lebensdauer der Waffenrohre vermindern.

[0004] Aus der DE 195 44 824 A1 ist es ferner bekannt, die innere Oberfläche des jeweiligen Waffenrohres durch eine thermische Oberflächenbehandlung mittels Laserstrahlen zu härten (Umwandlungshärten). Dabei wird die Laserstrahlung eines CO₂-Lasers mündungsseitig axial in das Waffenrohr eingekoppelt und mit Hilfe eines in dem Waffenrohr verschiebbar angeordneten, eine Strahlenumlenkoptik enthaltenden Laserkopfes senkrecht auf die zu härtende Innenflächen des Waffenrohres geleitet.

[0005] Nachteilig ist bei dieser bekannten Laseranordnung, daß die Verwendung des CO₂-Lasers ein relativ starres Strahlführungssystem erforderlich macht, so daß der Bearbeitungsraum eingegrenzt ist. Außerdem läßt sich dieser Schrift nicht entnehmen, auf welche Weise die zwischen Waffenrohr und Laserkopf erforderliche Relativbewegung realisiert werden könnte.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Umwandlungshärten der Innenkontur eines Waffenrohres anzugeben, mit der das Waffenrohr sehr genau und homogen gehärtet werden kann und mit deren bestimmungsgemäßer Verwendung eine Vergrößerung des Bearbeitungsraumes verbunden ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die Unteransprüche.

[0008] Im wesentlichen liegt der Erfindung der Gedanke zugrunde, einerseits als Laser einen ND:YAG-Laser zu verwenden, da durch die gegenüber CO₂-Lasern geringere Wellenlänge von 1,06 µm Glasfasern für die Übertragung des Laserstrahles eingesetzt werden können. Andererseits wird durch die Befestigung des Laserkopfes an einer in dem Waffenrohr zentrierbaren (und damit an den Rohrwänden abstützbaren) und in Richtung der Seelenachse des Waffenrohres verschiebbaren Ziehstange die Fokusslage des Laserstrahles bei dem Härtungsvorgang sehr genau eingehalten.

[0009] Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn es sich bei der Ziehstange um die Ziehstange einer programmgesteuerten Nutenziehmaschine handelt, bei der die Ziehstange sehr genau auf einer definierten Bahn über einen Maschinenschlitten programmgesteuert durch das Waffenrohr gezogen werden kann. Die relative Fokusslage des Laserstrahles bleibt durch die mitgeführten Buchsen im Rohr immer konstant.

[0010] Da der Absorptionsgrad der Laserstrahlen eines ND:YAG-Laser etwa 30 - 35% höher ist als derjenige eines CO₂-Lasers, sind bei Verwendung eines ND:YAG-Lasers keine absorptionserhöhenden Coatingmittel erforderlich, so daß sich gegenüber einem CO₂-Laser homogenere Härteschichten ergeben.

[0011] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden anhand einer Figur erläuterten Ausführungsbeispiel. Dabei zeigt die Figur die Seitenansicht eines zu härtenden Waffenrohres in Verbindung mit einer Laseranlage und einer programmgesteuerten Nutenziehmaschine.

[0012] In der Fig. ist mit 1 das Waffenrohr bezeichnet, welches auf der Nutenziehmaschine 2 ausgerichtet und fixiert ist. Die Ziehstange 3 der Nutenziehmaschine erstreckt sich innerhalb des Waffenrohres 1 entlang deren Seelenachse 4 und stützt sich an der inneren Oberfläche 5 des Waffenrohres 1 über zwei Führungsbuchsen 6 und 7 ab.

[0013] An dem dem mündungsseitigen Ende 8 des Waffenrohres 1 zugewandten Ende 9 der Ziehstange 3 ist ein Laserkopf 10 angeordnet, welcher über eine Lichtleitfaser 11 mit einem Nd:YAG-Laser 12 (z.B. mit 2 kW Ausgangsleistung) verbunden ist. Außerdem ist der Laserkopf 10 über eine erste Schlauchleitung 13 mit einer Kühlvorrichtung 14 und über eine zweite Schlauchleitung 15 mit einer Schutzgasquelle 16 (z.B. mit Argon gefüllte Gasflasche) verbunden.

[0014] Der Laserkopf 10 umfaßt im wesentlichen einen Facettenspiegel 17, der den von der Lichtleitfaser 11 kommenden Laserstrahl auf die zu härtende innere Oberfläche 5 des Waffenrohres 1 fokussiert, und der aufgrund der im Betrieb auftretenden enormen Wärmeentwicklung durch ein Kühlmittel, welches über die Schlauchleitung 13 zugeführt wird, gekühlt werden kann. Der Laserkopf 10 ist ferner mit einer zweiten Rohr- oder Schlauchleitung 15 verbunden, über die ein Schutzgas beim Umwandlungshärten auf die erhitzte Oberfläche des Waffenrohres strömt und eine die Oberflächenqualität verschlechternde Oxidschichtbildung verhindert.

[0015] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung lassen sich sowohl gezogene Waffenrohre als auch Waffenrohre mit einem Glattrohrprofil umwandlungshärten. Dabei haben Versuche ergeben, daß sich Stahlrohre bis in eine Tiefe von 0,4 bis 0,8 mm umwandlungshärten lassen, wobei die gehärteten Oberflächenbereiche zwischen 600 und 750 HV aufwiesen.

[0016] Wie der Fig. zu entnehmen ist, umfaßt die

erfindungsgemäße Vorrichtung eine elektronische Steuervorrichtung 18, mit der die Laserleistung geregelt wird und welche auf eine dem Laser 12 ausgangsseitig nachgeschaltete Verschußeinheit 19 wirkt und den ordnungsgemäßen Betrieb der Laseranlage ständig überwacht, derart, daß im Falle eines Defektes, z.B. bei einem Faserbruch der Lichtleitfaser oder einer unterbrochenen oder zu geringen Kühlung des Facettenspiegels etc., den Härtungsvorgang des Waffenrohres unterbricht.

[0017] Wie in der Fig. durch die gestrichelte Linie 20 angedeutet ist, wird die elektronische Steuervorrichtung 18 vorzugsweise mit der Steuervorrichtung 21 für die Nutenziehmaschine verbunden. Dadurch wird einerseits die flexible Gestaltung von Bearbeitungszyklen und andererseits die Überwachung von sicherheitstechnischen Verriegelungen gewährleistet.

[0018] Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann beispielsweise zusätzlich zu den Rohr- oder Schlauchleitungen 13 und 15 eine dritte Rohr- oder Schlauchleitung vorgesehen sein, durch die Druckluft oder Stickstoff quer zur Strahlaustrittsöffnung des Laserkopfes geführt wird, um durch diesen gerichteten Gasstrom die Spiegeloptik und den Innenraum des Laserkopfes vor Verschmutzungen zu schützen.

Bezugszeichenliste

[0019]

1	Waffenrohr
2	Nutenziehmaschine
3	Ziehstange
4	Seelenachse
5	Oberfläche
6,7	Führungsbuchsen
8	mündungsseitige Ende
9	Ende (Ziehstange)
10	Laserkopf
11	Lichtleitfaser
12	Laser
13	erste Schlauchleitung
14	Kühlvorrichtung
15	zweite Schlauchleitung
16	Schutzgasquelle
17	Facettenspiegel, Strahlumlenkoptik
18	elektronische Steuervorrichtung
19	Verschußeinheit
20	gestrichelte Linie
21	Steuervorrichtung (Nutenziehmaschine)

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Härten der Innenkontur eines Waffenrohres (1) mit Laserstrahlung, wobei die Vorrichtung einen Laser (12) und einen entlang der Seelenachse (4) des Waffenrohres (1) verschieb-

bar anordbaren und eine Strahlumlenkoptik (17) enthaltenden Laserkopf (10) umfaßt, so daß die Laserstrahlung mündungsseitig in das Waffenrohr (1) einkoppelbar und mittels der Strahlumlenkoptik (17) senkrecht auf die innere Oberfläche (5) des Waffenrohres (1) führbar ist, **gekennzeichnet durch** die Merkmale:

a) bei dem Laser (12) handelt es sich um einen Nd:YAG-Laser;

b) der Laser (12) ist mit dem Laserkopf (10) über eine Lichtleitfaser (11) verbunden;

c) der Laserkopf (10) ist an dem mündungsseitigen Ende (8) einer im Waffenrohr (1) zentrierbaren und in Richtung der Seelenachse (4) des Waffenrohres (1) verschiebbaren Ziehstange (3) befestigt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß es sich bei der Strahlumlenkoptik (17) des Laserkopfes (10) um einen Facettenspiegel handelt, der die Laserstrahlung auf die innere Oberfläche (5) des Waffenrohres (1) fokussiert.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Laserkopf (10) zur Kühlung der Strahlumlenkoptik (17) über eine mündungsseitig aus dem Waffenrohr (1) führbare Rohr- oder Schlauchleitung (13) mit einer Kühlvorrichtung (14) verbunden ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Laserkopf (10) über eine mündungsseitig aus dem Waffenrohr (1) führbare Rohr- oder Schlauchleitung (15) mit einer Schutzgasquelle (16) verbunden ist, und daß der Laserkopf (10) derart ausgebildet ist, daß das Schutzgas bei der Laserbestrahlung der inneren Oberfläche (5) des Waffenrohres (1) auf diese Oberfläche (5) strömt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine dritte Rohr- oder Schlauchleitung vorgesehen ist, durch die Druckluft oder Stickstoff führbar ist und deren Austrittsöffnung derart gewählt ist, daß das Gas quer zur Strahlaustrittsöffnung des Laserkopfes (10) austritt, um die Strahlumlenkoptik (17) und den Innenraum des Laserkopfes (10) vor Verschmutzungen zu schützen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine elektronische Steuervorrichtung (18) vorgesehen ist, die die Laserleistung regelt und auf eine dem Laser (12) nachgeschaltete Verschußeinheit (19) wirkt, der-

art, daß im Falle eines Defektes der Vorrichtung (Faserbruch, keine Kühlung etc) der Härtungsvorgang des Waffenrohres (1) unterbrochen wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ⁵
dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Ziehstange (3) um die Ziehstange einer programm-gesteuerten Nutenziehmaschine (2) handelt.

10

15

20

25

30

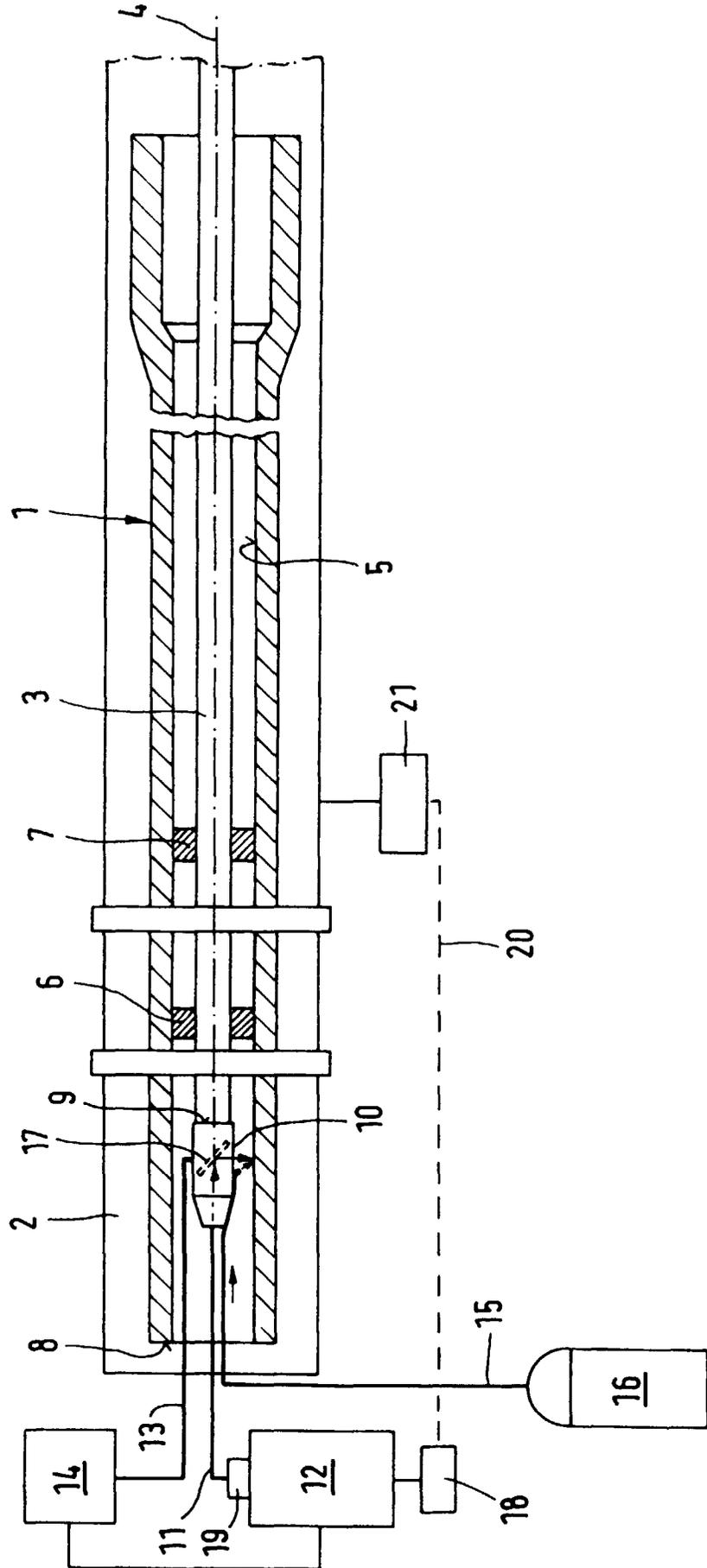
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 11 6447

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 406 043 A (FRAMATOME SA) 2. Januar 1991 * das ganze Dokument * ----	1	B23K26/10 F41A21/22
X	EP 0 364 366 A (FRAMATOME SA) 18. April 1990 * das ganze Dokument * ----	1,3-6	
X	EP 0 408 405 A (FRAMATOME SA) 16. Januar 1991 * das ganze Dokument * ----	1,3-6	
A,D	DE 195 44 824 A (RHEINMETALL IND AG) 27. Februar 1997 * das ganze Dokument * ----	1	
A	DE 42 41 592 C (DAIMLER BENZ AG) 4. November 1993 * das ganze Dokument * -----	2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B23K F41A
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 14. Dezember 1998	Prüfer Aran, D
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 03.82 (P94C03)

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

EP 98 11 6447

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

14-12-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0406043 A	02-01-1991	FR 2649923 A	25-01-1991
		CA 2019905 A	28-12-1990
		JP 3095494 A	19-04-1991
		US 5089684 A	18-02-1992
EP 0364366 A	18-04-1990	FR 2637829 A	20-04-1990
		CN 1041718 A,B	02-05-1990
		CN 1043103 A,B	20-06-1990
		EP 0367648 A	09-05-1990
		JP 2151382 A	11-06-1990
		JP 2151383 A	11-06-1990
		US 4983796 A	08-01-1991
		US 4978834 A	18-12-1990
EP 0408405 A	16-01-1991	FR 2649030 A	04-01-1991
		CA 2019906 A	28-12-1990
		DE 69003043 D	07-10-1993
		DE 69003043 T	07-04-1994
		JP 3035889 A	15-02-1991
		US 5006268 A	09-04-1991
DE 19544824 A	27-02-1997	FR 2738058 A	28-02-1997
		GB 2304873 A	26-03-1997
		IT MI961593 A	26-01-1998
		JP 9166397 A	24-06-1997
		SE 508696 C	26-10-1998
		SE 9602736 A	24-02-1997
		US 5664359 A	09-09-1997
DE 4241592 C	04-11-1993	KEINE	