



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 154 219 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2001 Patentblatt 2001/46

(51) Int Cl.7: **F41A 27/28**

(21) Anmeldenummer: **00126917.4**

(22) Anmeldetag: **08.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Gerber, Michael**
8049 Zürich (CH)
• **Schneider, Gabriel**
8032 Zürich (CH)

(30) Priorität: **11.05.2000 CH 9182000**

(74) Vertreter: **OK pat AG**
Chamerstrasse 50
6300 Zug (CH)

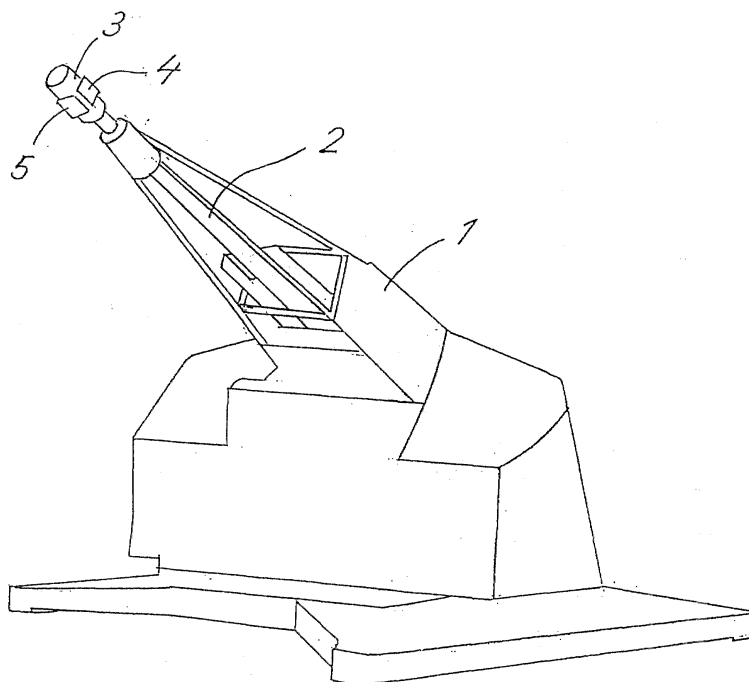
(71) Anmelder: **OERLIKON CONTRAVES AG**
8050 Zürich (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur von dynamischen Geschützfehlern**

(57) Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur von dynamischen Geschützfehlern. Dynamische Geschützfehler werden von einer Bewegung eines Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) eines Geschützes (1) während eines Seriefeuers verursacht. Um diese Fehler zu korrigieren, wird während des Seriefeuers eine Messung

der Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) des Geschützes (1) zur Gewinnung von Messsignalen durchgeführt. Die Messsignale werden zur Korrektur von Azimut und Elevation des Waffenrohres (2) verwendet, um die Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) zu kompensieren.

Fig.1



EP 1 154 219 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Korrektur von dynamischen Geschützfehlern nach dem Oberbegriff des Anspruchs **1** bzw. **4**.

[0002] Bei Geschützen, insbesondere solchen hoher Kadenz, werden die Geschützstruktur und das Waffenrohr beim Schiessen von Seriefeuer durch grosse Kräfte dynamisch stark beansprucht. Vor Beginn eines Seriefeuers wird das Waffenrohr zwar auf ein Ziel bzw. auf einen Ort, in welchem die abzufeuenden Projektile mit dem Ziel zusammentreffen, gerichtet, aber aus den während des Seriefeuers wirkenden Kräften resultiert unter anderem eine unkontrollierte räumliche Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches, durch welche Schussabgangsfehler und eine Verminderung der Trefferwahrscheinlichkeit verursacht werden. Solche Fehler werden im Rahmen der vorliegenden Beschreibung als dynamische Geschützfehler oder Mündungsrichtungsfehler bezeichnet.

[0003] Da für dieses Problem bis anhin keine brauchbare Lösung zur Kenntnis gebracht wurde, wird die **Aufgabe** der Erfindung darin gesehen, ein präzises, effizientes Verfahren und eine wirtschaftlich vorteilhafte und feldtaugliche Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen, mittels welchen die genannten Fehler vermieden oder mindestens stark reduziert werden und eine grössere Treffwahrscheinlichkeit erreicht wird.

[0004] Diese **Lösung** dieser Aufgabe erfolgt durch die in den Patentansprüchen **1** und **4** angegebene Erfindung.

[0005] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens bzw. der erfindungsgemässen Vorrichtung sind durch die Patentansprüche **2** bis **3** bzw. **5** bis **6** definiert.

[0006] Nach dem erfindungsgemässen Verfahren findet während eines Seriefeuers eine Messung der Bewegung des Mündungsbereiches des Waffenrohres, kurz des Waffenrohr-Mündungsbereiches, statt. Die hierbei gewonnenen Messsignale werden verwertet, um eine Korrektur der ursprünglichen Richtung des Waffenrohres durchzuführen, bzw. um die Stellung des Waffenrohres, das heisst seine Elevation und sein Azimut, so zu verändern, dass die Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches kompensiert wird. Auf diese Weise können Schussabgangsfehler vermieden werden.

[0007] Zur Durchführung dieses Verfahrens ist am Waffenrohr im Waffenrohr-Mündungsbereich eine Winkelmesseinrichtung angeordnet, welche zwei Messglieder aufweist, die in einer Ebene quer zur Längsachse des Waffenrohres um 90° zueinander versetzt sind.

[0008] Mit der Erfindung werden dynamische Geschützfehler bzw. dynamische Mündungsrichtungsfehler aktiv kompensiert, so dass eine kleinere Ablage und damit eine grössere Treffwahrscheinlichkeit erreicht werden.

[0009] Insbesondere in einer besonders vorteilhaften

Ausbildung der Erfindung ist die Winkelmesseinrichtung durch zwei Messglieder gebildet, von denen jedes einen Faserkreisel aufweist. Kurz vor der Auslösung des Seriefeuers werden die Faserkreiselwinkel mit den Coderwinkeln des Geschützes abgeglichen. Während des Seriefeuers erfolgt die Messung der Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches, indem die Abweichungen der gemessenen Faserkreiselwinkel von den Coderwinkeln laufend festgestellt werden. Gemessen werden somit Abweichungen der Richtung der Waffenrohr-Mündung von der ursprünglich bestimmten und eingestellten Soll-Richtung. Die so gewonnenen Messsignale werden, nachdem sie Umrechnungen unterzogen wurden, zur Regelung der Antriebe verwendet, welche zum Richten des Waffenrohres vorgesehen sind.

[0010] Als besondere Vorteile der Lösung mit Hilfe von Faserkreiseln sollen die folgenden genannt sein:

- Das Messprinzip ist vorteilhaft, da durch die Messung die tatsächlichen Raumwinkelfehler des Waffenrohr-Mündungsbereiches ermittelt werden.
- Die Messung ist unabhängig von äusseren Einflüssen.
- Die verwendeten Messglieder sind verhältnismässig preisgünstig und robust; sie weisen keine beweglichen Teile auf, verschmutzen nicht und unterliegen keinen äusseren Einflüssen.
- Vor der eigentlichen Messung durchzuführende Eich- oder Ausrichtvorgänge sind problemlos durchführbar.
- Die angestrebte Korrektur der dynamischen Geschützfehler bzw. Mündungsrichtungsfehler kann laufend von Schuss zu Schuss erfolgen.

[0011] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Geschütz mit einem Teil der erfindungsgemässen Vorrichtung in vereinfachter perspektivischer Darstellung und

Fig. 2 ein Blockschema der erfindungsgemässen Vorrichtung in vereinfachter Darstellung.

[0012] In der **Fig. 1** ist ein insbesondere für schnelles Seriefeuer geeignetes Geschütz **1** dargestellt. Im Bereich einer Waffenrohr-Mündung **3** eines Waffenrohres **2** des Geschützes **1** ist eine Messvorrichtung, umfassend ein erstes Messglied **4** und ein zweites Messglied **5**, angeordnet, welche in einer Ebene senkrecht zur Längsachse des Waffenrohres **2** des Geschützes **1** um 90° zueinander versetzt sind. Eine Versetzung von 90° ist besonders vorteilhaft, aber es sind auch Versetzungen um kleinere Winkel als 90° möglich. Im weiteren ist es zwar besonders vorteilhaft aber nicht zwingend, die Messglieder **4**, **5** in Richtung der Längsachse des Waffenrohres **2** nicht gegen einander zu versetzen.

[0013] Das erste Messglied 4 ist einem Antrieb für die Schwenkung des Waffenrohres 2 zur Einstellung der Elevation und das zweite Messglied 5 einem Antrieb für die Schwenkung des Waffenrohres 2 zur Einstellung des Azimuts zugeordnet; hierbei handelt es sich um die Antriebe, die ohnehin an solchen Geschützen zum Richten des Waffenrohres in Elevation λ und Azimut α vorhanden sind und die daher nicht näher dargestellt und beschrieben sind.

[0014] Die Messglieder 4 und 5 haben den Zweck, die Bewegung der Mündung des Waffenrohres 2 während eines Seriefeuers zu erfassen und in elektrische Messsignale bzw. Ausgangssignale umzuwandeln. Jedes der Messglieder 4, 5 weist einen Faserkreisel auf, der nach dem Messprinzip der Kreismessung arbeitet.

[0015] Ein Faserkreisel besteht im Wesentlichen aus einem Ring-Interferometer, in dem von einem Laser erzeugte Strahlen entgegengesetzt umlaufen und miteinander interferieren, wobei der Ring für den Strahlenverlauf aus einer Anzahl von Windungen einer Glasfaseranordnung gebildet wird, in welche der vom Laser erzeugte Strahl eingekoppelt wird. Wenn ein solches Ring-Interferometer um eine Achse rechtwinklig zur Ebene des Strahlenganges angeordnet wird, so tritt, wie vom Sagnac-Versuch her bekannt, ein Wegunterschied der gegenläufigen vom Laser emittierten Strahlen und damit eine Verschiebung der von diesen erzeugten Interferenzstreifen bzw. eine Änderung des Interferenzmusters ein. Diese Änderungen des Interferenzmusters werden von einem Detektor erfasst und als Ausgangssignale in Form von Drehraten bzw. Winkeländerungen abgegeben. In anderen Ausbildungen von Faserkreisen wird der sich zwischen den gegenläufigen Strahlen einstellende Doppler-Effekt zur Ermittlung der Winkeländerungen benutzt.

[0016] Die Messeinrichtung ist mit einer Regelungseinrichtung verbunden. Gemäss Fig. 2 ist das Messglied 4 mit einem ersten Eingang e1 einer ersten Regelungseinheit 10 verbunden. Die Regelungseinheit 10 ist ausgangsseitig über Leitungen R, S, T mit einem Motor 11 des einen Antriebs, nämlich desjenigen für die Schwenkung des Waffenrohres 2 in vertikaler Richtung bzw. zur Einstellung der Elevation in Verbindung. Der Motor 11 ist direkt verbunden mit einem Resolver 12, weiter über ein Planetengetriebe 13 mit einer Last 14, welche den zu bewegenden Teile des Geschützes 1 entspricht, und weiter über ein Messgetriebe 15 mit einem Encoder 16. Der Resolver 12 ist an einem zweiten Eingang e2 der Regelungseinheit 10 angeschlossen, und der Encoder 16 ist an einem dritten Eingang e3 der Regelungseinheit 10 angeschlossen. Über einen vierten Eingang e4 und einen fünften Eingang e5 werden der Regelungseinheit 10 eine Referenz-Geschwindigkeit bzw. eine Referenz-Position zugeführt.

[0017] Im Schiessbetrieb werden die Drehraten des Messgliedes 4, vom Resolver 12 erzeugte Informationen über die aktuelle Position des Rotors des Motors 11, vom Encoder 16 erzeugte Informationen über die

aktuelle Position einer Wiege bzw. Laffette des Geschützes 1, die Referenz-Geschwindigkeit sowie die Referenz-Position in der Regelungseinheit 10 derart verarbeitet, dass die Drehzahl des Motors 11 entsprechend der via die Leitungen R, S, T eingegebenen Informationen geändert und so die Stellung des Waffenrohres 2 beeinflusst und damit die Bewegung der Waffenrohr-Mündung 2 kompensiert werden kann.

[0018] Der weitere Antrieb, der für die Schwenkung des Waffenrohres 2 zur Einstellung des Azimuts vorgesehen ist, wird mittels einer weiteren, nicht dargestellten Regelungseinrichtung gesteuert, die der mit Bezug auf Fig. 2 beschriebenen Regelungseinheit 10 ähnlich ist.

[0019] Kurz vor Auslösung des Seriefeuers des Geschützes 1 werden Faserkreiselwinkel der Messglieder 4 und 5 mit den Coderwinkeln des Geschützes 1 abgeglichen. Während des Seriefeuers werden die Abweichungen der Faserkreiselwinkel von den Coderwinkeln in der Regelungseinheit 10 ausgewertet und zur Regelung der Antriebe für die Schwenkungen des Waffenrohres 2 verwendet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Korrektur von dynamischen Geschützfehlern, die während eines Seriefeuers von einer Bewegung eines Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) eines in Elevation (λ) und Azimut (α) gerichteten Waffenrohres (2) eines Geschützes (1) verursacht werden,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass während des Seriefeuers eine Messung der Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) zur Gewinnung von Messsignalen durchgeführt wird, und
 - dass die Messsignale zur Korrektur der Elevation (λ) und des Azimuts (α) des Waffenrohres (2) verwertet werden, um die Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) zu kompensieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) mit Hilfe von zwei Winkel messenden, vorzugsweise je einen Faserkreisel aufweisenden, Messgliedern (4, 5) gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass kurz vor Auslösung des Seriefeuers eine Abgleichung von Faserkreiselwinkeln der Faserkreisel mit Coderwinkeln des Geschützes (1) durchgeführt wird,
 - dass die während des Seriefeuers durchge-

- fürte Messung eine laufende Messung mittels der Faserkreiselwinkel umfasst,
- **dass** die Messsignale, welche Abweichungen der Faserkreiselwinkel von den Coderwinkeln entsprechen, ausgewertet und zur Regelung von, der Einstellung von Elevation (λ) und Azimut (α) des Waffenrohres (2) dienenden, Antrieben verwertet werden. 5
4. Vorrichtung zur Korrektur von dynamischen Geschützfehlern, die während eines Seriefeuers von einer Bewegung eines Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) eines in Elevation (λ) und Azimut (α) gerichteten Waffenrohres (2) eines Geschützes (1) verursacht werden, 10
dadurch gekennzeichnet, 15
- **dass** am Waffenrohr (2) im Waffenrohr-Mündungsbereich (3) eine Messeinrichtung (4, 5) angeordnet ist, um die Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) zu messen und entsprechende Messsignale abzugeben, 20
 - **dass** eine Regelungseinrichtung (10) zur Verwertung der Messsignale vorgesehen ist, über welche die Messeinrichtung (4, 5) mit einer der 25
Einstellung von Elevation (λ) und Azimut (α) des Waffenrohres (2) dienenden Antriebsvorrichtung (11) verbunden ist, um die Elevation (λ) und das Azimut (α) des Waffenrohres (2) in 30
Abhängigkeit von den Messsignalen zu verändern und dabei die Bewegung des Waffenrohr-Mündungsbereiches (3) zu kompensieren.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, 35
dadurch gekennzeichnet, 35
- **dass** die Messeinrichtung zwei Faserkreisel aufweisende Messglieder (4, 5) umfasst, die am Waffenrohr (2) im Waffenrohr-Mündungsbereich (3) angeordnet sind, wobei die Messglieder (4, 5) quer zur Längsachse des Waffenrohres um einen Winkel, der vorzugsweise 90° beträgt, gegeneinander versetzt sind, und 40
 - **dass** die Regelungseinrichtung zwei Regelungseinheiten (10) umfasst, von denen jede 45
mit einem der Messglieder (4, 5) verbunden ist,
 - wobei das eine Messglied (4) über die ihm angeschlossene Regelungseinheit (10) mit dem Antrieb für die Einstellung der Elevation (λ) und das andere Messglied (5) über die ihm angeschlossenen Regelungseinheit mit dem Antrieb für die Einstellung des Azimuts (α) des Waffenrohres (2) verbunden ist. 50
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei jede Regelungseinheit (10) ausgangsseitig mit einem Motor (11) verbunden ist, 55
dadurch gekennzeichnet
- **dass** der Motor (11) mindestens mit einem Resolver (12) und einem Encoder (16) drehverbunden ist,
 - **dass** der Resolver (12) und der Encoder (16) über Eingänge (e2,e3) an der Regelungseinheit (10) angeschlossen sind, wobei der Regelungseinheit (10) vom Resolver (12) eine Information über die aktuelle Rotorposition des Motors (11) und vom Encoder (16) eine Information über die aktuelle Position einer Wiege des Geschützes (1) zugeführt wird und,
 - **dass** die Regelungseinheit (10) zwei zusätzliche Eingänge (e4,e5) aufweist, über welche eine Referenz-Geschwindigkeit und eine Referenz-Position zugeführt werden.

Fig.1

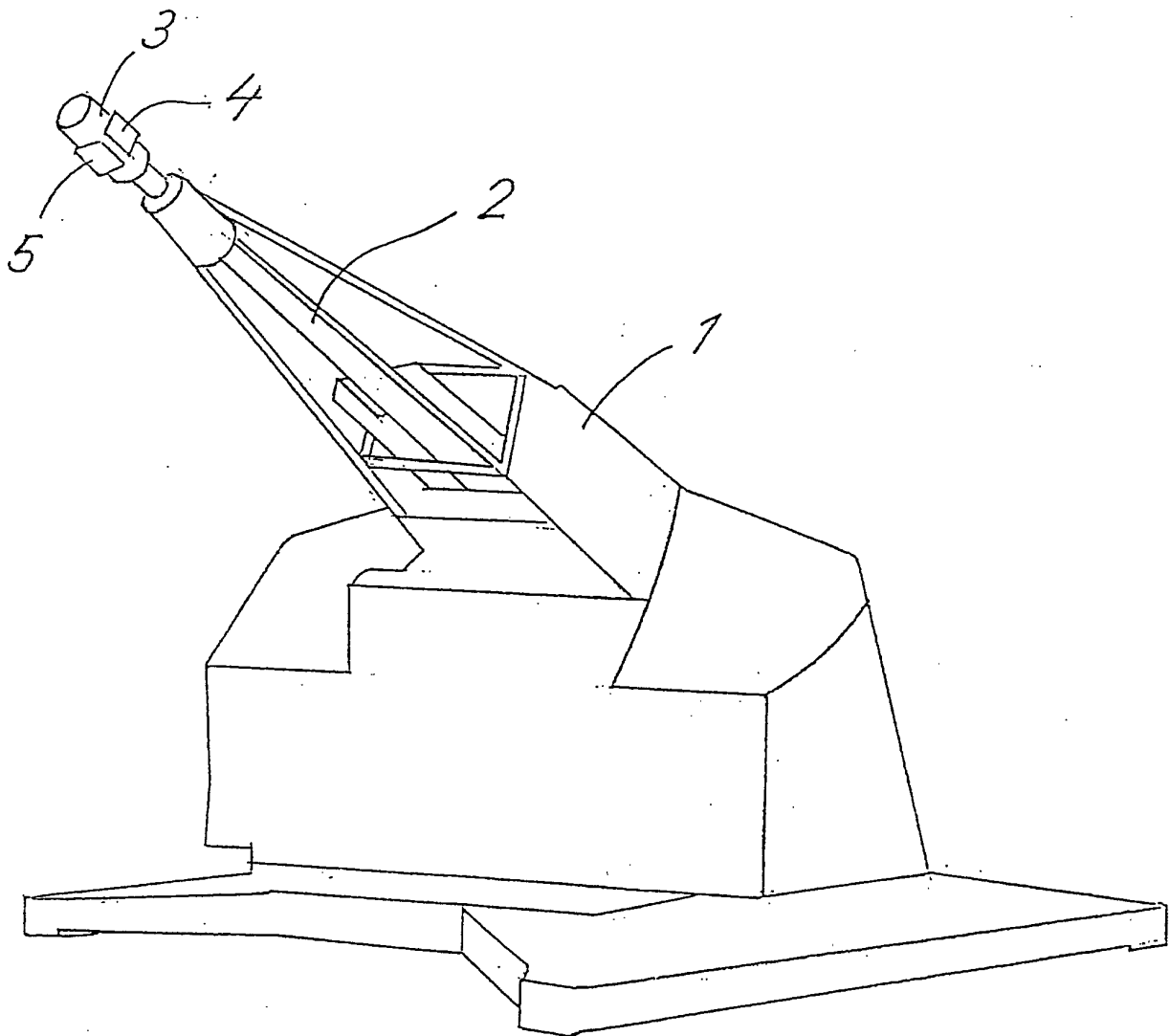
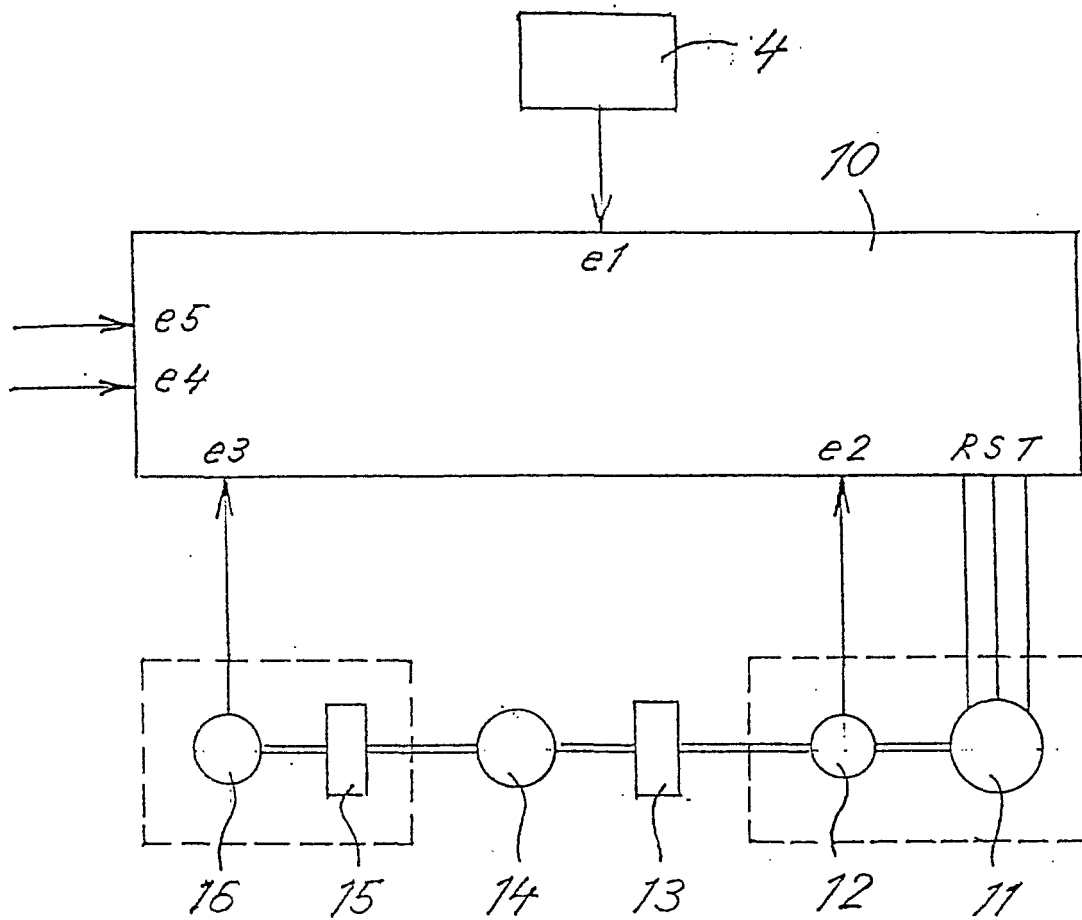


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 6917

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 631 437 A (LAVIGNA CHRISTOPHER ET AL) 20. Mai 1997 (1997-05-20) * Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,4,5 * * Spalte 2, Zeile 45 - Zeile 51 * * Spalte 3, Zeile 35 - Zeile 41 * * Spalte 4, Zeile 53 - Zeile 62 * * Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 38 * ----	1,2,4,5	F41A27/28
A	EP 0 878 686 A (KOLLMORGEN CORP) 18. November 1998 (1998-11-18) * Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 33 * * Spalte 8, Zeile 47 - Zeile 53 * ----	2,5	
A	US 4 480 524 A (BLOMQVIST AKE ET AL) 6. November 1984 (1984-11-06) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 52 * ----	5,6	
X	US 5 520 085 A (NG MICHAEL S ET AL) 28. Mai 1996 (1996-05-28) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-4; Abbildungen 2-4 * * Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 16 * * Spalte 3, Zeile 18 - Zeile 40 * * Spalte 4, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 61 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F41A F41G
A		6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3. September 2001	Prüfer Schwingel, 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 : nichtschriftliche 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 (P4/C03)

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

EP 00 12 6917

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.

03-09-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5631437 A	20-05-1997	KEINE	
EP 0878686 A	18-11-1998	US 5949015 A	07-09-1999
		CA 2237670 A	14-11-1998
		JP 3142816 B	07-03-2001
		JP 11063891 A	05-03-1999
		NO 982199 A	16-11-1998
		AU 730249 B	01-03-2001
		AU 7621298 A	28-01-1999
US 4480524 A	06-11-1984	SE 442442 B	23-12-1985
		CH 654405 A	14-02-1986
		DE 3142424 A	08-07-1982
		FR 2492965 A	30-04-1982
		GB 2086550 A, B	12-05-1982
		IT 1171603 B	10-06-1987
		SE 8007529 A	28-04-1982
US 5520085 A	28-05-1996	US 5413028 A	09-05-1995
		CA 2173744 A	18-05-1995
		EP 0728290 A	28-08-1996
		WO 9513514 A	18-05-1995

EPO FORM P0461

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