



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 217 324 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(51) Int Cl.7: **F41G 5/26**

(21) Anmeldenummer: **01117801.9**

(22) Anmeldetag: **21.07.2001**

(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**
8050 Zürich (CH)
• **Schneider, Gabriel**
8032 Zürich (CH)

(30) Priorität: **19.12.2000 CH 24672000**

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

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

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Korrigieren von Schiessfehlern**

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Korrigieren von Schiessfehlern. Es sollen diejenigen Schiessfehler korrigiert werden, die durch eine Bewegung eines Waffenrohres (12) eines Geschützes (10) aus seiner Soll-Lage infolge einer Bewegung einer Unterlafette (18) bei Abgabe eines Feuerstosses verursacht werden. Mit Hilfe eines Winkelmessgliedes wird eine Ermittlung eines

Fehlerwinkels durchgeführt, längs welchem sich die Unterlafette um die Hochachse (Z) dreht. Aus dem Fehlerwinkel wird ein Fehlersignal gewonnen. Dieses Fehlersignal wird zur Veränderung des Azimuts des Waffenrohres (12) verwertet, um einen durch Drehung der Unterlafette (18) um die Hochachse (Z) verursachten Fehler des Azimuts und der Elevation zu kompensieren.

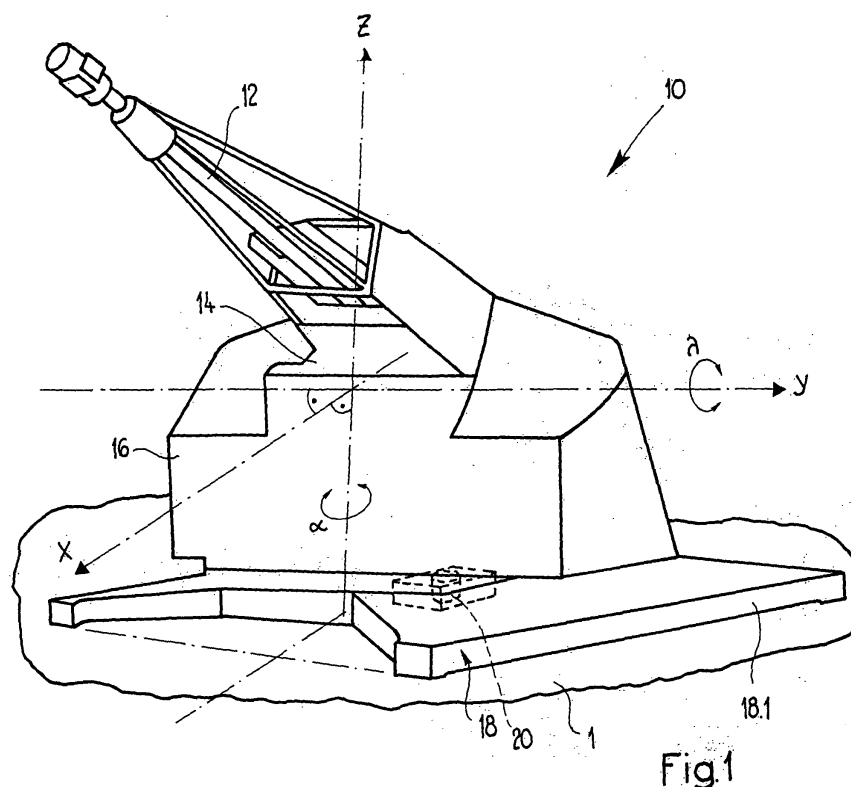


Fig.1

EP 1 217 324 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

[0002] Die Abgabe von Feuerstössen durch terrestrische Geschütze erzeugt hohe Rückstosskräfte, welche sich unter Anderem so auswirken, dass sich die Unterlafette des Geschützes relativ zu ihrer Stellfläche bewegt. Vor der Abgabe eines Feuerstosses ist das Waffenrohr auf ein Ziel gerichtet bzw. nimmt eine Soll-Richtlage ein. Die Bewegung der Unterlafette durch einen Feuerstoss hat zur Folge, dass sich das Waffenrohr aus seiner Soll-Richtlage weg bewegt. Dies ist eine Ursache für Schiessfehler.

[0003] Die Bewegung der Unterlafette kann sich als Verschiebung auf der Stellfläche und/oder als örtliches Einsinken in den Boden und somit quer zur Stellfläche manifestieren. Vorerst wird nur auf die Bewegung der Unterlafette auf ihrer Stellfläche eingegangen.

[0004] Eine Verschiebung auf der Stellfläche findet immer dann statt, wenn die Wirkung der Rückstosskräfte auf die Unterlafette grösser ist als die maximal generierbaren Reibungskräfte, die einer solchen Verschiebung entgegenwirken. Die Reibungskräfte wiederum sind abhängig vom Gewicht des Geschützes und vom Reibungskoeffizienten zwischen Auflagefläche des Geschützes und Stellfläche. Offensichtlich ist die Gefahr solcher Bewegungen und damit auch die Gefahr von Geschützfehlern grösser bei relativ leichten Geschützen, relativ schweren Projektilen, relativ hohen Mündungsgeschwindigkeiten und geringen Reibungskoeffizienten zwischen Unterlafette und Stellfläche.

[0005] Die Stellfläche ist im allgemeinen keine geometrisch exakte Ebene und auch nicht unbedingt eine im Wesentlichen horizontale Fläche, sondern sie ist meist ein unregelmässiger Wiesen-, Wald- oder Felsgrund. Der Reibungskoeffizient zwischen Stellfläche und Standfläche des Geschützes bzw. Unterlafette ist demzufolge örtlich verschieden und er ist ausserdem von der jeweiligen Beschaffenheit der Stellfläche abhängig. Dies hat zur Folge, dass sich die Unterlafette unter der Wirkung der Rückstosskräfte nicht nur linear nach rückwärts, bzw. in entgegengesetzter Richtung zur Projektion des Waffenrohres auf die Stellfläche verschiebt, sondern sich auf der Stellfläche um die Hochachse dreht. Auf Grund dieser Bewegung wird das Waffenrohr aus seiner Soll-Richtlage um einen Fehlerwinkel abgedreht. Auch wenn dieser Fehlerwinkel klein ist, sind die aus ihm resultierenden Schussfehler infolge der langen Schussdistanzen beträchtlich, beispielsweise resultiert aus einem Fehlerwinkel von 1° bei einer Schussdistanz von 3000 m ein Schussfehler bzw. eine Ablage von ca. 50 m.

[0006] In der Artillerie werden bei der Beschiessung von terrestrischen statischen oder nahezu statischen Zielen herkömmlicherweise Beobachter eingesetzt, welche die Ziele beobachten und Schussfehler feststellen und evaluieren. Aufgrund der Rückmeldungen der Beobachter nehmen dann die Geschützbedienungsmannschaften Korrekturen vor, indem sie das Waffenrohr neu richten. Dieses Korrekturverfahren ist zeitraubend und für die Beobachter riskant, und es kommt nicht in Betracht in Fällen, in denen rasch bewegte terrestrische Ziele oder Flugziele bekämpft werden müssen.

[0007] Die **Aufgabe** der Erfindung wird somit darin gesehen,

- ein Verfahren der eingangs genannten Art vorzuschlagen, welches auch bei der Bekämpfung von rasch bewegten terrestrischen Zielen und Luftzielen mit Erfolg durchgeführt werden kann, und
- eine feld-taugliche Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens zu schaffen, welche insbesondere so ausgebildet ist, dass sie unabhängig von äusseren Einflüssen arbeitet und keiner wesentlichen Einstell- oder Eichvorgänge bedarf.

[0008] Die **Lösung** dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäss

- für das genannte Verfahren durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 und
- für die genannte Vorrichtung durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 9.

[0009] Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens sind durch die Ansprüche 2 bis 8 definiert, und bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemässen Vorrichtung sind durch die Ansprüche 10 bis 17 definiert.

[0010] Beim erfindungsgemässen Verfahren wird bei der Abgabe von Feuerstössen der Fehlerwinkel bzw. Rutschwinkel festgestellt, um welchen sich die Unterlafette und damit das Geschütz auf seiner Stellfläche um seine Hochachse dreht. Die aus dem Messvorgang gewonnenen Messsignale werden dazu benutzt, die Servoantriebsvorrichtung bzw. die Servoantriebseinheit zu steuern, welche zum Richten des Waffenrohres, das heisst zur Einstellung des Azimuts, vorgesehen ist.

[0011] Das neue Verfahren ist rasch durchführbar, eignet sich auch zur Durchführung beim Beschuss von rasch bewegten terrestrischen Zielen sowie von Flugzielen, und ist mit einer auf dem Kreisel-Messprinzip beruhenden Messung weitgehend unabhängig von äusseren Einflüssen. Das Verfahren lässt sich rationell durchführen, da die vor der eigentlichen Messung durchzuführenden Verfahrensschritte des Messvorganges geringfügig sind.

[0012] Zur Durchführung des neuen Verfahrens weist die erfindungsgemässe Vorrichtung eine Messeinrichtung mit einem Winkelmessglied auf. Dieses erfasst den Fehlerwinkel, um den sich die Unterlaffette auf ihrer Stellfläche um die Hochachse dreht. Die Messeinrichtung generiert Messsignale, welche über eine Leitungsanordnung einer Regelungseinrichtung eingespiessen werden, deren Ausgang mit der Servoantriebsvorrichtung bzw. den Servoantriebseinheiten verbunden ist.

[0013] Es empfiehlt sich, eine Messeinrichtung mit einem Kreisel-Messglied zu verwenden; damit erhält man eine Korrekturvorrichtung, die unabhängig von äusseren Einflüssen arbeitet und keine wesentlichen Einstellvorgänge benötigt.

[0014] Eine für die Vorrichtung nach der Erfindung bevorzugte und sehr geeignete Messeinrichtung enthält als Kreisel-Messglied einen Faserkreisel, dessen Aufbau und Wirkungsweise weiter unten beschrieben wird. Faserkreisel zeichnen sich aus durch Robustheit, sie benötigen praktisch keinen Unterhalt, da sie nicht verschmutzen; im Gegensatz zu mechanischen Kreiseln nützen sie sich wegen des Fehlens bewegter Bestandteile kaum ab, und im Gegensatz zu Laserkreiseln sind sie verhältnismässig preiswert.

[0015] Faserkreisel weisen im allgemeinen eine gewisse Kreisel drift auf; das heisst, dass sich der durch sie angezeigte Winkel auch dann ändert, wenn der zu messende Winkel, in unserem Fall als Fehlerwinkel bezeichnet, Null ist. Der Messvorgang beginnt daher nicht mit der Messung des Fehlerwinkels sondern mit der vorgängig zu ermittelnden Feststellung der Kreisel drift bzw. der Driftgeschwindigkeit des eingesetzten Faserkreisels. Zur Bestimmung der Driftgeschwindigkeit wird die Kreisel drift in zeitlichen Abständen mehrmals gemessen, und aus den dabei erhaltenen Messergebnissen wird die Driftgeschwindigkeit berechnet.

[0016] In einer ersten Variante des Messvorganges des erfindungsgemässen Verfahrens wird unmittelbar vor der Schussabgabe ein erster Kreiselwinkel und unmittelbar nach der Schussabgabe ein zweiter Kreiselwinkel gemessen. Die Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Kreiselwinkel, abzüglich des aus der Kreisel drift extrapolierten Driftwinkels, ist gleich dem Fehlerwinkel, um den sich die Unterlaffette relativ zu ihrer Stellfläche infolge einer ersten Schussabgabe verschoben hat. Das diesem Fehlerwinkel entsprechende Messsignal wird zur Korrektur der Richtung des Waffenrohres für die folgende Schussabgabe benutzt.

[0017] In einer zweiten Variante des Messvorganges des erfindungsgemässen Verfahrens wird während der Schussabgabe der Kreiselwinkel laufend gemessen. Der Kreiselwinkel abzüglich des Driftwinkels ergibt den Fehlerwinkel, um den sich die Unterlaffette relativ zu ihrer Stellfläche infolge der laufenden Schussabgabe verschoben hat. Das diesem Fehlerwinkel entsprechende Messsignal wird zur Korrektur der Richtung des Waffenrohres für die laufende Schussabgabe benutzt.

[0018] Da die Änderung des Driftwinkels stetig ist bzw. die Driftgeschwindigkeit sich nicht schlagartig ändert, muss der Driftwinkel nicht laufend bestimmt werden, sondern es genügt, ihn in zeitlichen Abständen, zum Beispiel ein Mal pro Stunde, zu bestimmen.

[0019] Bisher wurde nur auf die Korrekturen eingegangen, mit welchen Schussfehler verhindert werden, die eine Folge der Drehung der Unterlaffette auf ihrer Stellfläche um die Hochachse sind. Bei diesen Schussfehlern handelt es sich aber nur um einen Anteil an den Gesamtschussfehlern, die wegen der Veränderung der Lage der Unterlaffette infolge der Rückstosskräfte auftreten. Zusätzlich zu ihrer Drehbewegung um die Hochachse kann sich die Unterlaffette auch um die Querachse und um die Längsachse drehen. Durch die oben beschriebene Drehung um die Hochachse, welche einer Rotationsbewegung relativ zur Stellfläche entspricht, verändert sich vor allem - aber nicht unbedingt ausschliesslich - das Azimut. Durch die Drehung um die Querachse, welche einer Nickbewegung entspricht, ändert sich vor allem - aber nicht unbedingt ausschliesslich - die Elevation. Durch die Drehung um die Längsachse, welche einer seitlichen Kippbewegung entspricht, ändern sich sowohl Azimut wie auch Elevation.

[0020] In der einfachsten Realisation der Erfindung ist vorgesehen, nur diejenige Verschiebung des Waffenrohres, die auf die Rotation der Unterlaffette um die Hochachse zurückzuführen ist, durch eine Änderung des Azimuts zu kompensieren. Dies genügt insbesondere dann, wenn mindestens annähernd ebene Stellflächen oder homogene Stellflächen vorhanden sind und der Untergrund gleichmässig beschaffen ist, so dass praktisch keine Nick- und Kippbewegungen auftreten, weil die Unterlaffette nicht einsinkt und dabei örtlich anders aufliegt als auf der ursprünglichen Stellfläche. Hierbei enthält die Messeinrichtung nur ein Messglied und die Regeleinrichtung nur eine Regeleinheit.

[0021] In einer verbesserten Realisation der Erfindung werden zusätzlich diejenige Verschiebung des Waffenrohres, die auf die Nickbewegung der Unterlaffette zurückzuführen ist, und diejenige Verschiebung des Waffenrohres, die auf die Kippbewegung der Unterlaffette zurückzuführen ist, kompensiert. Zwar könnte auch nur die Verschiebung infolge der Nickbewegung oder die Verschiebung infolge der Kippbewegung kompensiert werden, doch wäre hierbei das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen verhältnismässig unvorteilhaft, da Nick- und Kippbewegungen, die vor allem bei weichem Untergrund auftreten, meist gemeinsam vorkommen.

[0022] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die Zeichnung ausführlich beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Geschütz mit einem Kreisel-Messglied, in einem Schaubild;

Fig. 2 ein als Faserkreisel ausgebildetes Kreisel-Messglied, in schematischer Darstellung;

Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung der Zusammenhänge zwischen Driftwinkel, Kreiselwinkel und Fehlerwinkel in Funktion der Zeit; und

Fig. 4A und Fig. 4B zwei Flussdiagramme zur Erläuterung des Datenflusses beim Verfahren nach der Erfindung.

[0023] In **Fig. 1** ist ein Geschütz **10** dargestellt, das im Wesentlichen aus einer Waffe mit einem Waffenrohr **12**, einer Wiege **14**, einer Oberlafette **16** und einer Unterlafette **18** besteht; Wiege **14**, Oberlafette **16** und Unterlafette **18** bilden zusammen eine Waffenaufnahme. Die Unterlafette **18** ist ortsfest bzw. wird als ortsfest betrachtet.; Abweichungen der Unterlafette von ihrer Soll-Lage infolge von Feuerstößen werden durch das neue Verfahren berücksichtigt. Zur Einstellung des Azimuts α lässt sich die Oberlafette **16** relativ zur Unterlafette **18** um die Hochachse **Z** verschwenken. Zur Einstellung der Elevation λ lässt sich die Wiege **14**, in welcher die Waffe befestigt ist, relativ zur Oberlafette **16** um die Querachse **Y** verschwenken. Die Längsachse **X** steht senkrecht auf der durch die Hochachse **Z** und die Querachse **Y** definierten **YZ**-Ebene. Die durch die Hochachse **Z** und die Längsachse **X** gebildete **XZ**-Ebene fällt auch bei einem vollständig symmetrischen Geschütz nur dann mit der Längsmittlebene bzw. Symmetrieebene des Geschützes **10** zusammen, wenn das Waffenrohr **12** gemäss **Fig. 1** seine mittige Stellung einnimmt.

[0024] Am Mittelteil **18.1** der Unterlafette **18** ist eine Messeinheit **20** einer weiter nicht dargestellten Messeinrichtung angebracht, welche ein Kreisel-Messglied in Form eines Faserkreisels enthält. Das Messglied ist so ausgebildet und angeordnet, dass es Winkelveränderungen bzw.

[0025] Fehlerwinkel $\Delta\zeta$, entsprechend der Rotation der Unterlafette **18** relativ zur Stellfläche **1**, erfasst.

[0026] Zusätzlich zum an der Stütze **18.1** befestigten Kreisel-Messglied **20** kann die Messvorrichtung auch eines oder mehrere weitere Kreisel-Messglieder oder auch anders ausgebildete Messglieder aufweisen, die ebenfalls zur Bestimmung des Fehlerwinkels $\Delta\zeta$ vorgesehen sind. Die weiteren Messglieder können dazu benutzt werden, durch Mittelwertbildung einen gesicherten Wert für den Fehlerwinkel $\Delta\zeta$ zu erhalten, oder sie können als redundante Kreisel-Messglieder benutzt werden.

[0027] Das Kreisel-Messglied **20** und ggfs. die weiteren Messglieder können an beliebigen Stellen der Unterlafette **18** befestigt sein. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, die Messglieder so anzuordnen, dass sie vor Beschädigungen geschützt sind.

[0028] Das Kreisel-Messglied **20** weist einen Faserkreisel **21** auf, der in **Fig. 2** schematisch dargestellt ist. Der Faserkreisel **21** besteht im Wesentlichen aus einer Lichtquelle in Form eines Lasers **22**, einem Strahlteiler **24**, einer Faserspule **26** und einem Detektor **28**. Ein vom Laser **22** emittierter Strahl **S1** wird am Strahlteiler **24** in zwei Teilstrahlen **S2**, **S3** geteilt, die anschliessend die Faserspule **26** gegensinnig durchlaufen. Bei einer Drehung des Faserkreisels **21** um eine senkrecht zur Ebene der Faserspule **26** verlaufende Achse **Z** tritt der Sagnac-Effekt ein, das heisst, der in Richtung **R1** der Drehung der Faserspule **26** laufende Teilstrahl **S2** benötigt mehr Zeit für das Durchlaufen der Faserspule **26** als der entgegengesetzt umlaufende Teilstrahl **S3**. Nach dem Durchlaufen der Faserspule **26** interferieren die Teilstrahlen **S2**, **S3**, wobei das entstehende Interferenzmuster von der Drehgeschwindigkeit abhängig ist. Diese Änderung des Interferenzmusters wird vom Detektor **28** erfasst. Aus der Änderung des Interferenzmusters, welches der Drehgeschwindigkeit entspricht, lässt sich also durch Integration über die Zeit letztlich der Drehwinkel bestimmen, der im vorliegenden Fall der Fehlerwinkel $\Delta\zeta$ ist. In einer anderen Ausbildung des Faserkreisels wird der Drehwinkel aus dem Doppler-Effekt bestimmt, der sich aus den gegenläufig in der Faserspule umlaufenden Teilstrahlen ergibt.

[0029] Die Wirkungsweise des den Faserkreisel **21** enthaltenden Kreisel-Messgliedes **20** wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben. In **Fig. 3** sind Winkel in Abszissenrichtung und die Zeit **t** in Ordinatenrichtung aufgetragen. In der Zeitspanne zwischen **t1** und **t2** wird ein Feuerstoss abgegeben. Die ausgezogene Linie entspricht dem Kreiselwinkel ϕ , der durch den Faserkreisel **21** ermittelt wird; die gestrichelte Linie entspricht dem Driftwinkel ϵ ; die strichpunktierte Linie entspricht dem als Fehlerwinkel ζ bezeichneten Winkel der Drehung der Unterlafette **20** um die Hochachse **Z**. Vor dem Zeitpunkt **t1** ist der Kreiselwinkel ϕ gleich dem Driftwinkel ϵ . In der Zeitspanne von **t1** bis **t2**, während der der Feuerstoss erfolgt, nimmt der Driftwinkel um $\Delta\epsilon$ zu, und zwar mit gleicher Steigung wie vor **t1**; der Kreiselwinkel ϕ nimmt infolge des Feuerstosses um $\Delta\phi$ zu. In der Zeit nach **t2**, also nach dem Feuerstoss, nimmt der Driftwinkel ϵ immer noch mit gleicher Steigung zu; seine Zunahme entspricht hier wiederum der Zunahme des Kreiselwinkels ϕ . Um den durch den Feuerstoss verursachten Fehlerwinkel $\Delta\zeta$ zu ermitteln, werden zu Beginn des Feuerstosses der Kreiselwinkel $\phi(t1)$ und zu Ende des Feuerstosses der Kreiselwinkel $\phi(t2)$ bestimmt und daraus die Zunahme des Kreiselwinkels $\Delta\phi = \phi(t2) - \phi(t1)$ ermittelt. Hiervon wird die Zunahme des Driftwinkels während des Feuerstosses ermittelt; diese beträgt nämlich $\Delta\epsilon = \epsilon(t2) - \epsilon(t1)$. Der auch als Rutschwinkel bezeichnete Fehlerwinkel $\Delta\zeta$ ist gleich der Zunahme des Kreiselwinkels $\Delta\phi$ vermindert um die Zunahme des Driftwinkels $\Delta\epsilon$, also $\Delta\zeta = \Delta\phi - \Delta\epsilon$. Einzelne der eben beschriebenen Schritte zur Bestimmung des Fehler- bzw. Rutschwinkels können vertauscht werden.

[0030] Um den korrekten Wert für den Fehlerwinkel $\Delta\zeta$ zu erhalten, muss ggfs. als weiterer Verfahrensschritt vor dem Messvorgang der Kreiselwinkel mit dem Coderwinkel des Geschützes **10** abgeglichen werden.

[0031] Fig. 4A und Fig. 4B zeigen vereinfachte Schemata 100 und 200 zur Erläuterung des Datenflusses bei der Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, wobei in Fig. 4A mit dem Pfeil A1 die Richtung der Soll-Daten und in Fig. 4B mit dem Pfeil A2 die Richtung der Ist-Daten angegeben ist. Es sind bezeichnet der Verkantungswinkel mit 101, der Kreiselwinkel mit 102, die Daten der Feuerleitkontrolle für Azimut mit α^{GH} und für Elevation mit λ^{GH} , die Transformation ins Decksystem S^{GD} mit 203, die Geschützparameterkorrektur mit 204 und die Daten der Servoeinheiten für Azimut mit α^{GD} und für Elevation mit λ^{GD} .

[0032] Die Regeleinrichtung weist - wie schon erwähnt - in der einfachsten Ausbildung der erfindungsgemässen Vorrichtung nur eine Regeleinheit auf, mit welcher das Azimut α korrigiert wird. Steht das Geschütz auf einer schiefen Ebene, so wird bei diesem Verfahren in Kauf genommen, dass der mit dem Fehler des Fehler der Elevation nicht korrigiert wird.

[0033] Um eine verbesserte Korrektur durchzuführen, kann die Regelvorrichtung mit einer weiteren Regeleinheit versehen werden, mittels welcher die Elevation korrigiert wird.

[0034] Die Regeleinrichtung weist einen Rechner auf, welcher entweder durch einen Geschützrechner oder durch einen Feuerleitgerät-Rechner gebildet ist.

[0035] Bisher wurde nur die Korrektur der Richtung des Waffenrohres zur Kompensation der Drehung der Unterlafette um die Hochachse Z beschrieben. Um für die Korrektur der Richtung des Waffenrohres 12 neben der Drehung um die Hochachse Z auch die Drehung um die Querachse Y bzw. die Nickbewegung zu berücksichtigen, muss die Messvorrichtung ein zusätzliches Messglied zum Feststellen des Fehlerwinkels $\Delta\psi$, welcher der Rotation um die Y-Achse entspricht, aufweisen. Auch dieses Messglied ist vorzugsweise als Kreisel-Messglied, insbesondere als Faserkreisel, ausgebildet und die Bestimmung von $\Delta\psi$ erfolgt in gleicher Weise wie die Bestimmung von $\Delta\zeta$. Es können auch mehrere Messglieder zur Ermittlung des Fehlerwinkels $\Delta\psi$ vorgesehen sein. Die Regeleinrichtung enthält hierbei stets ein Regelglied zur Korrektur des Azimuts und ein Regelglied zur Korrektur der Elevation.

[0036] Um schliesslich für die Korrektur der Richtung des Waffenrohres 12 neben der Drehung um die Hochachse Z und der Drehung um die Querachse Y auch die Drehung um die Längsachse X bzw. die Kippbewegung zu berücksichtigen, muss die Messvorrichtung ein zusätzliches Messglied zum Feststellen des Fehlerwinkels $\Delta\xi$, welcher der Rotation um die Längsachse entspricht, aufweisen. Auch dieses Messglied ist vorzugsweise als Kreisel-Messglied, insbesondere als Faserkreisel, ausgebildet, und die Bestimmung von $\Delta\xi$ erfolgt in gleicher Weise wie die Bestimmung von $\Delta\zeta$ und $\Delta\psi$. Es können auch hier mehrere Messglieder zur Ermittlung des Fehlerwinkels $\Delta\xi$ vorgesehen sein. Die Regeleinrichtung enthält auch hier stets ein Regelglied zur Korrektur des Azimuts und ein Regelglied zur Korrektur der Elevation.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Korrigieren von Schiessfehlern, welche verursacht sind durch eine Bewegung eines Waffenrohres (12) eines Geschützes (10) aus seiner Soll-Lage infolge einer Bewegung einer Unterlafette (18) bei Abgabe eines Feuerstosses,

dadurch gekennzeichnet,

- dass mit Hilfe eines Winkelmessgliedes eine Ermittlung eines Fehlerwinkels ($\Delta\zeta$) durchgeführt wird, längs welchem sich die Unterlafette um die Hochachse (Z) dreht,
- dass aus dem Fehlerwinkel ein Fehlersignal gewonnen wird, und
- dass das Fehlersignal zur Veränderung des Azimuts (α) des Waffenrohres (12) verwertet wird, um einen durch Drehung der Unterlafette (18) um die Hochachse (Z) verursachten Fehler des Azimuts (α) und der Elevation (λ) zu kompensieren.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

- dass mit Hilfe eines weiteren Winkelmessgliedes eine Ermittlung eines Fehlerwinkels ($\Delta\psi$) durchgeführt wird, längs welchem sich die Unterlafette (18) um die Querachse (Y) dreht,
- dass aus dem Fehlerwinkel ein weiteres Fehlersignal gewonnen wird, und
- dass das weitere Fehlersignal zur Veränderung des Azimuts (α) und der Elevation (λ) des Waffenrohres (12) verwertet wird, um den Fehler des Azimuts und der Elevation, die durch Drehung der Unterlafette (18) um die Querachse (Y) verursacht sind, zu kompensieren.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** mit Hilfe eines weiteren Winkelmessgliedes eine Ermittlung eines Fehlerwinkels ($\Delta\xi$) durchgeführt wird, längs welchem sich die Unterlafette (18) um die Längsachse (X) dreht,
- **dass** aus der Messung ein weiteres Messsignal gewonnen wird, und
- **dass** das Messsignal zur Veränderung des Azimuts (α) und der Elevation (λ) des Waffenrohres (12) verwertet wird, um den Fehler des Azimuts und der Elevation, die durch Drehung der Unterlafette (18) um die Längsachse (X) verursacht sind, zu kompensieren.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Ermittlung des Fehlerwinkels ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) ein Kreisel-Messglied verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** als Kreisel-Messglied ein Faserkreisel verwendet wird, und
- **dass** vor dem Feuerstoss der zeitliche Verlauf eines Driftwinkels (ϵ) des Faserkreisels ermittelt wird,

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass**
- ein erster Kreiselwinkel ($\phi(t1)$) zu Beginn des Feuerstosses des Faserkreisels festgestellt wird,
- ein zweiter Kreiselwinkel ($\phi(t2)$) zu Ende des Feuerstosses festgestellt wird,
- eine Kreiselwinkel-Differenz ($\Delta\Phi$) zwischen dem ersten Kreiselwinkel ($\phi(t1)$) und dem ersten Kreiselwinkel ($\phi(t2)$) ermittelt wird,
- eine Driftwinkel-Differenz ($\Delta\epsilon$) während des Feuerstosses ermittelt wird, und
- der Fehlerwinkel ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) durch Subtraktion der Driftwinkel-Differenz ($\Delta\epsilon$) von der Kreiselwinkel-Differenz ($\Delta\phi$) ermittelt wird, und
- **dass** das aus dem Fehlerwinkel ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) gewonnene Fehlersignal zur Änderung des Azimuts (α) und ggfs. der Elevation (λ) für den nachfolgenden Feuerstoss verwertet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass**
- der zeitliche Verlauf des Kreiselwinkels (ϕ) des Faserkreisels während des Feuerstosses festgestellt wird,
- der Fehlerwinkel ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) durch Subtraktion des Driftwinkels (ϵ) vom Kreiselwinkel (ϕ) ermittelt wird, und
- **dass** das aus dem Fehlerwinkel ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) gewonnene Fehlersignal zur laufenden Änderung des Azimuts (α) und ggfs. der Elevation (λ) während des Feuerstosses verwertet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass vor der Ermittlung des Fehlerwinkels ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) eine Abgleichung der Messvorrichtung mit Coderwinkeln des Geschützes (10) durchgeführt wird.

9. Vorrichtung zum Korrigieren von Schiessfehlern, welche verursacht sind durch eine Bewegung eines Waffenrohres (12) eines Geschützes (10) aus seiner Soll-Lage infolge einer Bewegung einer Unterlafette (18) bei Abgabe eines Feuerstosses, wobei das Geschütz (10) eine Antriebsvorrichtung mit einer Antriebseinheit zum Einstellen des Azimuts (α) und eine Antriebseinheit zum Einstellen der Elevation (λ) des Waffenrohres aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** an der Unterlafette (18) eine Messeinrichtung (20) befestigt, welche ein Messglied aufweist, das zur Ermittlung eines Fehlerwinkels ($\Delta\zeta$) ausgebildet ist, um den sich die Unterlafette (18) bei der Abgabe des Feuerstosses um die Hochachse (Z) dreht,
- **dass** ein Ausgang der Messeinrichtung mit einem Eingang einer Regeleinrichtung verbunden ist, welche dazu

ausgebildet ist, aus dem Fehlerwinkel ($\Delta\zeta$) eine Korrektur für das Azimut (α) zu ermitteln, und

- **dass** ein Ausgang der Regeleinrichtung mit der zur Einstellung des Azimuts (α) vorgesehen Antriebseinheit verbunden ist, um die durch die Bewegung der Unterlafette verursachte Änderung des Azimuts (α) und der Elevation (λ) des Waffenrohres (**12**) zu kompensieren.

5
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Regeleinrichtung dazu ausgebildet ist, aus dem Fehlerwinkel ($\Delta\zeta$) eine Korrektur für die Elevation (λ) zu ermitteln, und
- **dass** ein weiterer Ausgang der Regeleinrichtung mit der zur Einstellung der Elevation (λ) vorgesehen Antriebseinheit verbunden ist, um die durch die Bewegung der Unterlafette verursachte Änderung der Elevation (λ) des Waffenrohres (**12**) zu kompensieren.

15
11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 und 10,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Messeinrichtung ein weiteres, an der Unterlafette befestigtes Messglied aufweist, das zur Ermittlung des Fehlerwinkels ($\Delta\psi$) ausgebildet ist, um den sich die Unterlafette (**18**) bei der Abgabe des Feuerstosses um die Querachse (**Y**) dreht,
- **dass** ein Ausgang der Messeinrichtung mit einem Eingang der Regeleinrichtung verbunden ist, welche dazu ausgebildet ist, aus dem Fehlerwinkel ($\Delta\psi$) eine Korrektur für die das Azimut (α) und die Elevation (λ) zu ermitteln.

25
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Messeinrichtung ein weiteres, an der Unterlafette befestigtes Messglied aufweist, das zur Ermittlung des Fehlerwinkels ($\Delta\xi$) ausgebildet ist, um den sich die Unterlafette (**18**) bei der Abgabe des Feuerstosses um die Längsachse (**X**) dreht, und
- **dass** ein Ausgang der Messeinrichtung mit einem Eingang der Regeleinrichtung verbunden ist, welche dazu ausgebildet ist, aus dem Fehlerwinkel ($\Delta\xi$) eine Korrektur für die das Azimut (α) und die Elevation (λ) zu ermitteln.

35
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass jedes Messglied der Messeinrichtung ein Kreisel-Messglied ist.

40
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** das Kreisel-Messglied einen Faserkreisel aufweist, und
- **dass** die Messeinrichtung eine Vorrichtung zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes des Driftwinkels (ϵ) des Faserkreisels und der Driftwinkel-Differenz ($\Delta\epsilon$) während des Feuerstosses aufweist.

45
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messeinrichtung

- eine Einrichtung zur Feststellung
 - eines ersten Kreiselwinkels ($\phi(t1)$) zu Beginn des Feuerstosses,
 - eines zweiten Kreiselwinkels ($\phi(t2)$) zu Ende des Feuerstosses und
 - einer Kreiselwinkel-Differenz ($\Delta\phi$) als Differenz zwischen dem ersten Kreiselwinkel ($\phi(t1)$) und dem zweiten Kreiselwinkel ($\phi(t2)$), und
- eine Einrichtung zur Ermittlung des Fehlerwinkels ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) durch Subtraktion der Driftwinkel-Differenz ($\Delta\epsilon$) von der Kreiselwinkel-Differenz ($\Delta\phi$) aufweist, wobei

- die Antriebseinheiten so ausgebildet und angeordnet sind, dass sie zu Ende des Feuerstosses aktiviert werden.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Messeinrichtung

- eine Einrichtung zur Feststellung des zeitlichen Verlaufes des Kreiselwinkels während des Feuerstosses,
- eine Einrichtung zur Ermittlung des zeitlichen Verlaufes des Fehlerwinkels ($\Delta\zeta$, $\Delta\psi$, $\Delta\xi$) durch Subtraktion des Driftwinkels (ε) vom Kreiselwinkel (ϕ) aufweist.
- die Antriebseinheiten so ausgebildet und angeordnet sind, dass sie während des Feuerstosses aktiviert sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Messeinrichtung eine Abgleichvorrichtung aufweist, um vor Beginn des Feuerstosses die Messglieder mit Coderwinkeln des Geschützes abzugleichen.

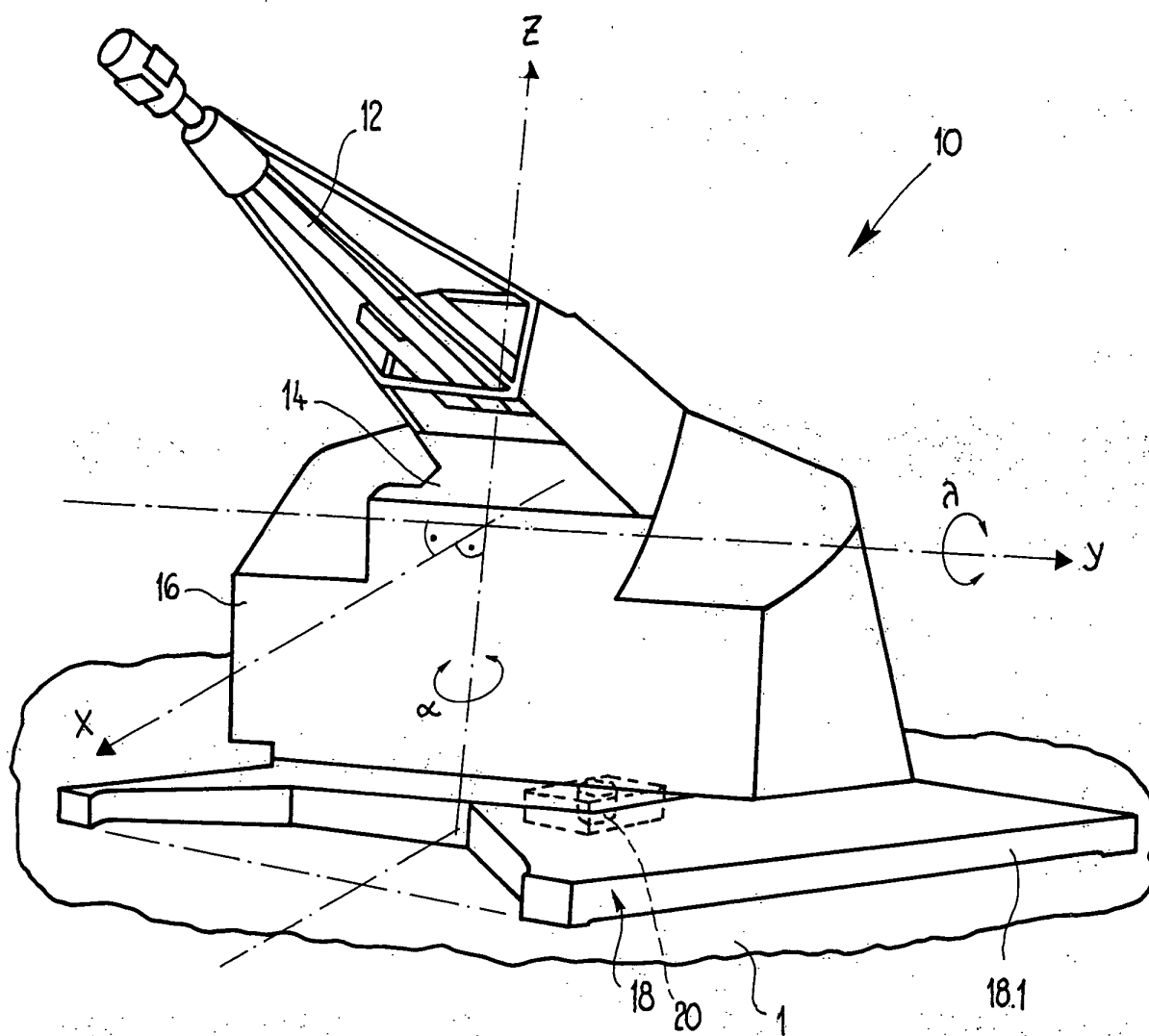


Fig.1

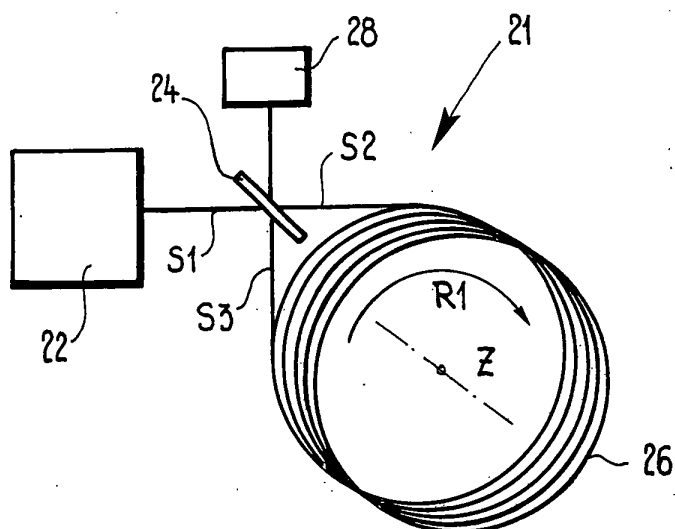


Fig.2

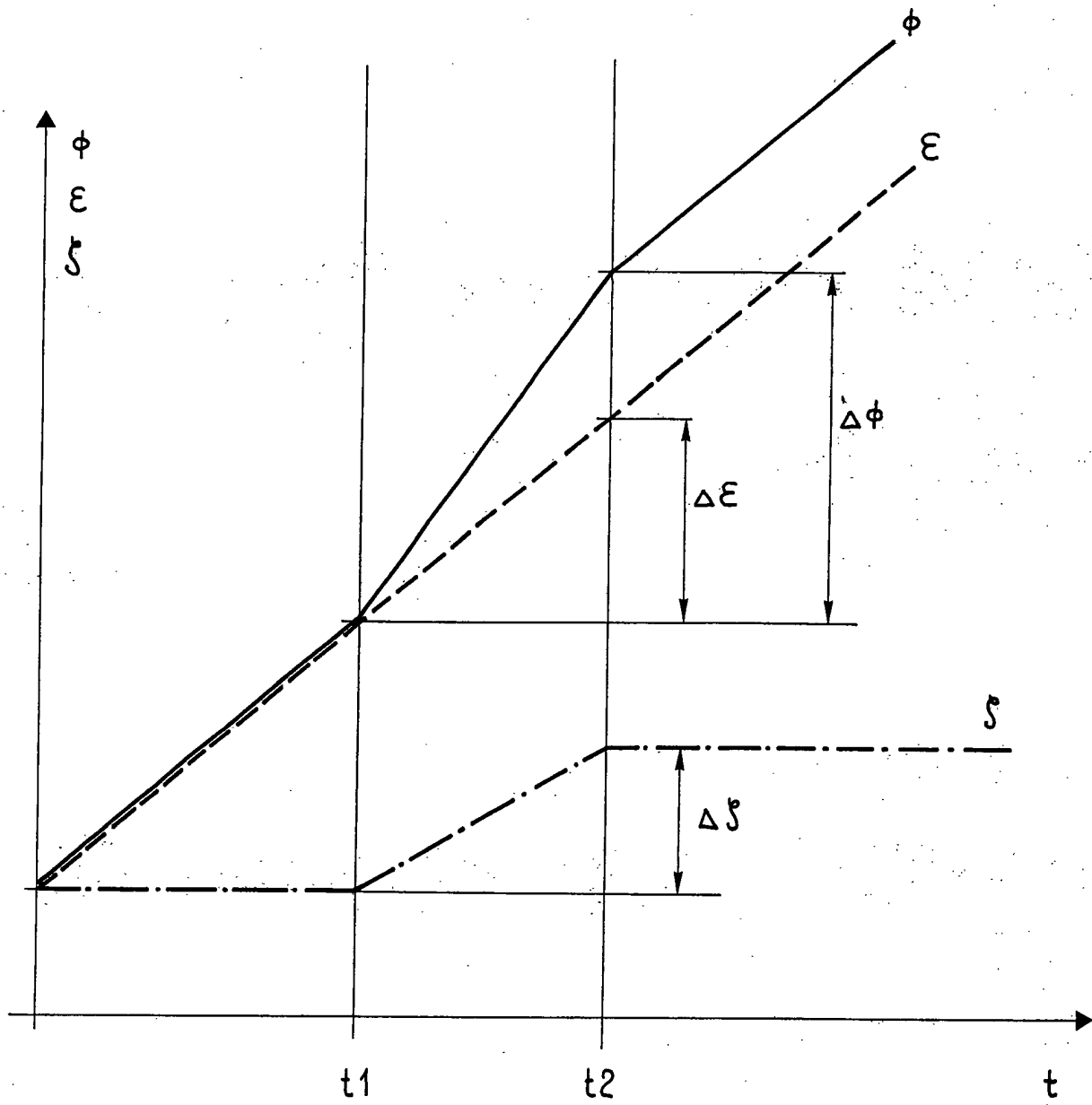


Fig.3

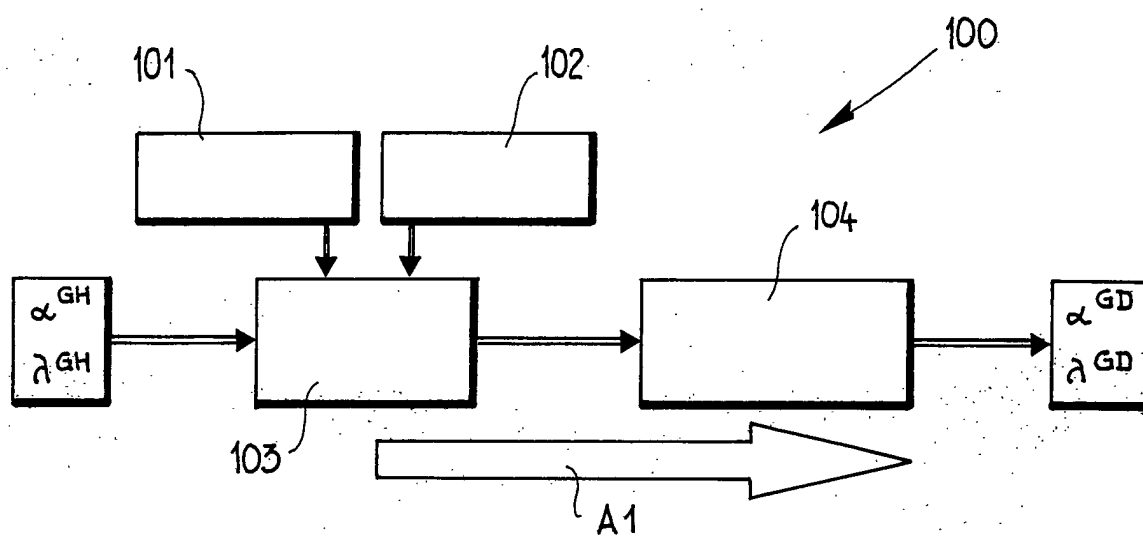


Fig. 4A

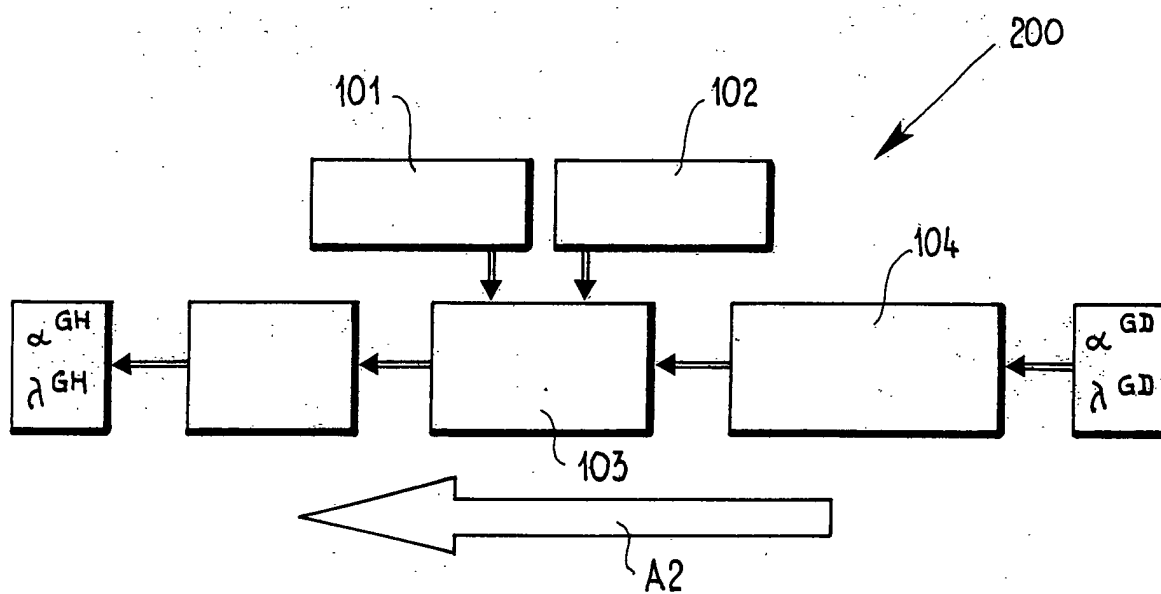


Fig. 4B



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 7801

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	WO 88 08952 A (CONTRAVES AG) 17. November 1988 (1988-11-17) * Zusammenfassung * * Seite 12, Zeile 28 - Seite 19, Zeile 22; Abbildungen 1-5 *	1,2,9,10	F41G5/26
A	EP 0 383 043 A (CONTRAVES AG) 22. August 1990 (1990-08-22) * Zusammenfassung * * Seite 3, Zeile 49 - Seite 10, Zeile 6; Abbildungen 1-5 *	1,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F41G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		28. August 2001	
		Prüfer	
		Blondel, F	
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 03.82 (P04C03)

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

EP 01 11 7801

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

28-08-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
W0 8808952 A	17-11-1988	AU 605591 B	17-01-1991
		AU 1688388 A	06-12-1988
		DE 3883916 D	14-10-1993
		EP 0314721 A	10-05-1989
		KR 9614641 B	19-10-1996
		TR 27014 A	15-09-1994
		US 5208418 A	04-05-1993
EP 0383043 A	22-08-1990	BR 9000697 A	22-01-1991
		CA 2009662 A	16-08-1990
		US 5072389 A	10-12-1991

EPO FORM P0461

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