

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

① Anmeldenummer: 85113032.8

⑤ Int. Cl.4: **F41G 3/10**, F41G 5/14, F41G 5/24

② Anmeldetag: 14.10.85

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 22.04.87 Patentblatt 87/17

⑦ Anmelder: **LITEF Litton Techn. Werke der HELLIGE GmbH**
Lörracher Strasse 18
D-7800 Freiburg/Br.(DE)

⑥ Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE**

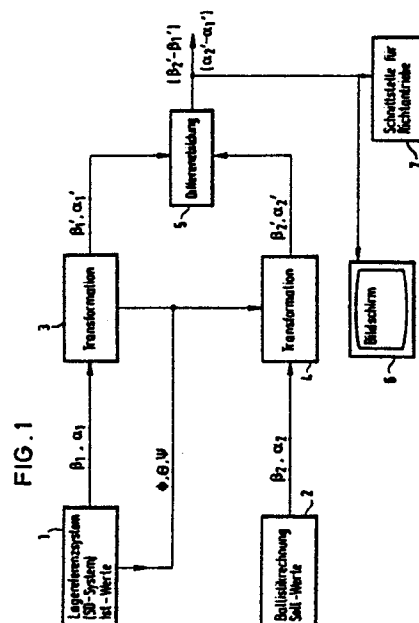
⑧ Erfinder: **Kirst, Bertold, Dipl.-Math.**
Im Kirchenfeld 35
D-7802 Merzhausen(DE)
 Erfinder: **Beyer, Otto, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.**
Berg-Isel-Strasse 16
D-7800 Freiburg(DE)
 Erfinder: **Lipp, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
Frankenstrasse 7
D-7819 Denzlingen(DE)

⑦ Vertreter: **Patentanwälte TER MEER - MÜLLER - STEINMEISTER**
Mauerkircherstrasse 45
D-8000 München 80(DE)

④ Verfahren und Vorrichtung zum kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen.

EP 0 218 743 A1
 Bei dem Verfahren und der zu seiner Durchführung bestimmten Vorrichtung zum kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt zu richtenden Waffen wird die Lage der zu richtenden Waffe im dreidimensionalen Raum bezüglich eines erdfesten Koordinatensystems von einem Lagereferenzsystem (SD = Strapdown-System)(1) geliefert. Die Winkelwerte vom SD-System 1 sowie die aus einer Ballistikkrechnerung (2) vorgegebenen Sollwerte werden getrennt in ein körperfestes Koordinatensystem (b-System) umgerechnet und einer Differenzbildung (5) zugeführt. Damit ist ein kipp- und kantwinkelfreier Richtvorgang so ermöglicht, daß unabhängig von einer Schrägstellung des Richtmechanismus der Waffe ein die Ist-Position angegebendes Fadenkreuz sich nur in der Seite bewegt, wenn allein die Waffe geschwenkt wird und sich nur in der Höhe bewegt, wenn allein die Waffe erhöht oder gesenkt wird. Seiten- und Höhenbewegung der Waffe bei der Anzeige sind entkoppelt, so daß sich die korrekte Position in beiden Bewegungsachsen direkt und un-

abhängig voneinander seitenrichtig einstellen läßt.



Verfahren und Vorrichtung zum kipp-und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum kipp-und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen, insbesondere von Artillerieeinsatzmitteln.

Bei der Einstellung von Artillerieeinsatzmitteln auf ein bestimmtes Ziel ist eine Vielzahl von Informationen zu verarbeiten und für die Geschützmannschaft zu beachten. Ein besonderes Problem ist dabei die Einstellung der Position des Geschützes und der Lage des Rohres im dreidimensionalen Raum. Befindet sich nämlich das Geschütz in einer Schrägstellung, so daß die Schildzapfenachse verkantet ist, so ist ein Richten des Rohres nur in einem iterativen Prozeß möglich, da die Bewegung um die verkantete Schildzapfenachse gleichzeitig ein seitliches Schwenken der Waffe bewirkt, so daß eine seitliche Nachrichtung erforderlich ist, die jedoch wieder eine Verschiebung um einen gewissen Höhenwinkel bewirkt.

Die Erfindung ist darauf gerichtet, unabhängig von der Stellung des Trägers einer Waffe ein kipp- und kantwinkelfreies Richten der Waffe zu ermöglichen, so daß eine wesentliche Beschleunigung beim Richten erreicht werden kann und der bisher erforderliche iterative Prozeß bei der Einstellung der Waffe entfällt. Außerdem soll eine wesentlich bessere und übersichtlichere Informationsdarstellung ermöglicht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Darstellung des kipp-und kantwinkelfreien Richtens von indirekt richtbaren Waffen sieht folgende Verfahrensschritte vor:

-Vorgabe und Speicherung des Seiten- und des Elevationswinkels der Soll-Position der Waffe, bezogen auf ein erdfestes Navigations-Koordinatensystem,

-Ermittlung und Speicherung des Seiten- und des Elevationswinkels der Ist-Position der Waffe im erdfesten Navigations-Koordinatensystem,

-Bestimmung und Speicherung des Kant-, Kipp- und des Seitenwinkels in einem trägerfesten Koordinatensystem gegenüber dem erdfesten Navigations-Koordinatensystem,

-laufende Berechnung der Seiten- und Elevationswinkel der Waffe jeweils für die Ist- und die Soll-Position im trägerfesten Koordinatensystem,

-laufende getrennte Bestimmung der Differenzen zwischen der Soll- und Ist-Position der Seitenwinkel einerseits und der Elevationswinkel andererseits,

-unterschiedliche Sichtdarstellung der Soll- und Ist-Position der Waffe auf einem Sichtanzeigeschirm sowie

5 -Ausgabe der Winkeldifferenzwerte zur Steuerung von Richtantrieben der Waffe.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen, insbesondere von Artillerieeinsatzmitteln gemäß der Erfindung weist die im Patentanspruch 2 aufgeführten Merkmale auf.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind in abhängigen Patentansprüchen gekennzeichnet.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren kann Anwendung finden für das indirekte Richten von herkömmlichen Artilleriegeschützen oder Raketenwerfern für ballistische Raketen. Als Lagereferenzsystem kann eine analytische Plattform, insbesondere ein Strapdown-System (im folgenden SD-System) verwendet werden. Das Lagereferenzsystem liefert dabei die Lage der zu richtenden Waffe im dreidimensionalen Raum bezüglich eines erdfesten Koordinatensystems.

25 Die Darstellung von Soll- und Ist-Lage der Waffe erfolgt vorzugsweise in einer graphischen Darstellung, wobei die Soll-Lage der Waffe durch einen feststehenden kleinen Kreis auf einem Bildschirm und die Ist-Lage durch ein auf dem Bildschirm bewegliches Fadenkreuz in ihrer Lage zueinander dargestellt werden, etwa so, wie man ein Ziel (Kreis) durch ein Zielfernrohr (Fadenkreuz) sehen würde. Der kipp- und kantwinkelfreie Richtvorgang erfolgt erfindungsgemäß so, daß unabhängig von einer Schrägstellung des Richtmechanismus das Fadenkreuz sich nur seitlich verschiebt, wenn die Waffe geschwenkt wird und sich nur in der Höhe bewegt, wenn allein die Waffe erhöht oder gesenkt wird. Dadurch wird der Richtvorgang erheblich vereinfacht und ist schneller durchzuführen, da die Seiten- und Höhenbewegung der Waffe bei der Anzeige entkoppelt sind. Die korrekte Position ist so in beiden Bewegungsachsen direkt und unabhängig voneinander seitenrichtig einstellbar. Dies erbringt gegenüber den bisher üblichen Artillerieeinsatzmitteln mit der üblichen Aufgabenteilung zwischen zwei Richtkanonieren einen wesentlichen Vorteil. Das verkantungsfreie Richten ermöglicht so z.B. das Anrichten des Höhenwinkels bei verkanteter Schildzapfenachse in einem Zug auf den korrekten Wert, und der durch das nachträgliche Seitenrichten bedingte Einfluß auf die Höhe ist bereits kompensiert, so daß eine spätere Korrektur nicht mehr notwendig ist.

Aufgrund der wesentlichen Vereinfachung des Richtvorgangs können sich die Richtkanoniere stärker auf ihre anderen Aufgaben konzentrieren oder der gesamte Richtvorgang kann von nur einem Kanonier durchgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zu seiner Durchführung bestimmte Vorrichtung und Baugruppenanordnung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung in beispielsweise Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den Systemaufbau gemäß der Erfindung, mit dem sich das erwünschte kipp- und kantwinkelfreie Richten einer Waffe durchführen läßt;

Fig. 2 ein Beispiel für eine Sichtdarstellung des Richtvorgangs auf einem Bildschirm und

Fig. 3 verschiedene Zeigerdiagramme zur Erläuterung der Transformationen bei der laufenden Berechnung der Seiten- und Elevationswinkel der Waffe im Verlauf eines Richtvorgangs.

Für eine klare Darstellung des Verfahrens sind die folgenden Begriffe von Bedeutung:

Ein üblicherweise verwendetes erdfestes Navigations-Koordinatensystem (n-System) zeigt mit der x_n -Achse nach Norden (Gitter-Nord), mit der y_n -Achse nach Osten und demgemäß mit der z_n -Achse nach unten. Die Lage des körperfesten Koordinatensystems (b-System, "body-system") ist so gewählt, daß die $x_b y_b$ -Ebene dieses Koordinatensystems senkrecht zur Drehachse für den Seitenrichtantrieb verläuft. Die Lage des x_b Systems in dieser Ebene ist im Prinzip frei wählbar, muß aber im Einklang mit dem Lagereferenzsystem getroffen werden. Ist die x_b -Achse festgelegt, dann zeigt die y_b -Achse in der $x_b y_b$ -Ebene bezüglich der x_b -Achse nach rechts, und die z_b -Achse fällt mit der Drehachse des Seitenrichtantriebs zusammen, so daß ein Rechtssystem entsteht (z_b -Achse nach "unten").

Für das kipp- und kantwinkelfreie Richten stehen die folgenden Größen zur Verfügung:

a) Durch Vorgabe aus der Feuerleitrechnung sind bekannt

β_2 Teilring (Seitenwinkel der Soll-Position im n-System)

5 α_2 Erhöhung (Elevationswinkel der Soll-Position im n-System)

b) Das SD-System liefert:

β_1 Teilring (Seitenwinkel Ist-Position im n-System)

10 α_1 Erhöhung (Elevationswinkel Ist-Position im n-System)

ϕ Kantwinkel der Waffe (körperfestes Koordinatensystem, b-System gegenüber dem n-System)

15 θ Kippwinkel des b-Systems gegenüber dem n-System

ψ Seitenwinkel des b-Systems gegenüber dem n-System

Für kipp- und kantwinkelfreies Richten werden die folgenden Größen benötigt:

β'_1, β'_2 Seitenwinkel der Waffe jeweils für Ist- und Soll-Position im b-System

α'_1, α'_2 Erhöhung der Waffe jeweils für Ist- und Soll-Position im b-System.

20 Eine Transformation vom Navigations- in das körperfeste Koordinatensystem läßt sich mit Hilfe einer Matrix beschreiben:

$$\vec{r}^b = C_n^b \vec{r}^n$$

30 b = körperfestes System

n = Navigationssystem mit

$$35 C_n^b = C_x(\phi) \cdot C_y(\theta) \cdot C_z(\psi)$$

Dabei bezeichnet der untere Index die Drehachse und der Winkel als Argument den Drehwinkel (z.B. $C_y(\theta)$ Drehung um die Y-Achse um den Winkel θ).

40

45

50

55

Mit Φ Kantwinkel
 Θ Kippwinkel
 Ψ Richtungswinkel } des b-Systems gegenüber dem n-System

gilt

$$C_n^b = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\Phi & \sin\Phi \\ 0 & -\sin\Phi & \cos\Phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\Theta & 0 & -\sin\Theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\Theta & 0 & \cos\Theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\Psi & \sin\Psi & 0 \\ -\sin\Psi & \cos\Psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$C_n^b = \begin{pmatrix} \cos\Theta\cos\Psi & \cos\Theta\sin\Psi & -\sin\Theta \\ -\cos\Phi\sin\Psi + \sin\Phi\sin\Theta\cos\Psi & \cos\Phi\cos\Psi + \sin\Phi\sin\Theta\sin\Psi & \sin\Phi\cos\Theta \\ \sin\Phi\sin\Psi + \cos\Phi\sin\Theta\cos\Psi & -\sin\Phi\cos\Psi + \cos\Phi\sin\Theta\sin\Psi & \cos\Phi\cos\Theta \end{pmatrix} \quad (1)$$

Die Rohrrichtung wird im folgenden durch einen Einheitsvektor e_i ($i = 1, 2$) dargestellt mit

\vec{e}_i : aktuelle Rohrrichtung (Ist)

\vec{e}_i : gewünschte Rohrrichtung (Soll)

25 Ein Index oben rechts bezeichnet das jeweilige Koordinatensystem. Man erhält also:

$$\vec{e}_1^b = C_n^b \vec{e}_1^n \quad \vec{e}_2^b = C_n^b \vec{e}_2^n$$

mit

$$\vec{e}_i^n = \begin{pmatrix} \cos\alpha_i \cos\beta_i \\ \cos\alpha_i \sin\beta_i \\ -\sin\alpha_i \end{pmatrix} \quad i = 1, 2 \quad (2)$$

α_i Erhöhung, β_i Teilring, x-Achse nach Gitter-Nord, z-Achse nach unten (siehe Fig. 3a).

Im körperfesten Koordinatensystem stellt sich die Rohrrichtung \vec{e}_i^b dar als:

45

$$C_n^b \vec{e}_i^n = \begin{pmatrix} c\theta c\psi c\alpha_i c\beta_i + c\theta s\psi c\alpha_i s\beta_i + s\theta s\alpha_i \\ -c\phi s\psi c\alpha_i c\beta_i + s\phi s\theta c\psi c\alpha_i c\beta_i + c\phi c\psi c\alpha_i s\beta_i + s\phi s\theta s\psi c\alpha_i s\beta_i - s\phi c\theta s\alpha_i \\ s\phi s\psi c\alpha_i c\beta_i + c\phi s\theta c\psi c\alpha_i c\beta_i - s\phi c\psi c\alpha_i s\beta_i + c\phi s\theta s\psi c\alpha_i s\beta_i - c\phi c\theta s\alpha_i \end{pmatrix}$$

(3)

Bezeichnungsweise

c $\hat{=}$ cos

s $\hat{=}$ sin

Damit ergibt sich einerseits für die Erhöhung im körperfesten System und mit Bezug auf Fig. 3b sowie mit dem Einheitsvektor

5

$$l = \sqrt{|e^b|^2} = 1$$

die Beziehung:

$$\sin \alpha'_i = \frac{-e^b_{zi}}{l} = -e^b_{zi}$$

Benutzt man die Darstellung von \vec{e}_i nach Gleichung (3), erhält man so:

$$\begin{aligned} \sin \alpha'_i &= -[\sin \phi \sin \psi + \cos \phi \sin \theta \cos \psi] \cos \alpha_i \cos \beta_i + \\ &+ [\sin \phi \cos \psi - \cos \phi \sin \theta \sin \psi] \cos \alpha_i \sin \beta_i + \\ &+ [\cos \phi \cos \theta] \sin \alpha_i \quad (4) \end{aligned}$$

Dabei bezeichnen ϕ , θ , ψ die Lagewinkel des körperfesten Systems und β_i , α_i Teilring und Erhöhung der Waffe im Navigationskoordinatensystem.

Für den Teilring im körperfesten Koordinatensystem andererseits gilt nach Fig. 3c:

$$\operatorname{tg} \beta'_i = e^b_{y_i} / e^b_{x_i} \quad (5a)$$

mit

$$\begin{aligned} e^b_{y_i} &= [\sin \phi \sin \theta \cos \psi - \cos \phi \sin \psi] \cos \alpha_i \cos \beta_i + \\ &+ [\sin \phi \sin \theta \sin \psi + \cos \phi \cos \psi] \cos \alpha_i \sin \beta_i + \\ &- [\sin \phi \cos \theta] \sin \alpha_i \quad (5b) \end{aligned}$$

$$e^b_{x_i} = [\cos \theta \cos \psi] \cos \alpha_i \cos \beta_i + [\cos \theta \sin \psi] \cos \alpha_i \sin \beta_i + [\sin \theta] \sin \alpha_i \quad (5c)$$

Die Berechnung β'_i sollte dabei in einem Rechnerprogramm zweckmäßigerweise mit Hilfe der Funktion Arcustangens in der Weise erfolgen, daß Doppeldeutigkeiten der Arcustangensfunktion ausgeschlossen werden.

Bei dem für das Ausführungsbeispiel eingesetzten SD-System wird das körperfeste Koordinatensystem definiert durch $\psi = \beta_i$. Das bedeutet, daß die x_b -Achse gegen die x_n -Achse um den Winkel β_i verdreht ist. Mit dieser Festlegung des

20

Referenzkoordinatensystems erhält man nach einfachem Umformen aus den Gleichungen (4) und (5):

$$\operatorname{tg} \beta'_i = \sin \phi \operatorname{tg} (\alpha_i - \theta) \quad (6a)$$

$$\sin \alpha'_i = \cos \phi \sin (\alpha_i - \theta) \quad (6b)$$

Durch die Beziehung $\psi = \beta_i$ lassen sich die obigen Gleichungen für β'_i und α'_i nicht weiter vereinfachen und bleiben daher in ihrer Form ungeändert erhalten. Ist für einzelne Anwendungen nur ein eingeschränkter Winkelbereich für Lage und Schwenkwinkel zu berücksichtigen, lassen sich in Abhängigkeit von der gewünschten Genauigkeit auch Näherungsformeln für die Berechnung von β'_i , β'_2 und α'_i , α'_2 verwenden.

Die Anwendung des Verfahrens sei an einem Beispiel dargestellt:

Die Ist-Position des Rohres, dargestellt durch Richtungswinkel β_i und Erhöhung α_i im erdfesten Koordinatensystem (n-System) und die Lagewinkel ϕ , θ , $\psi = \beta_i$ des körperfesten Koordinatensystems (b-System) werden von einer analytischen Plattform geliefert. Die Soll-Position des Rohres wird nun zum Beispiel in einem Feuerkommando durch Teilring β_2 und Erhöhung α_2 vorgegeben. Die entsprechenden Seitenwinkel β'_1 und β'_2 und die Erhöhungswinkel α'_1 und α'_2 im b-Koordinatensystem sind jetzt gemäß Gleichung (4), (5) und (6) laufend zu berechnen, da sich beim Schwenken des Turmes oder eines anderen relativ zum Chassis des Trägersystems bewegbaren Waffenhalters das b-Koordinatensystem gegen das erdfeste Koordinatensystem (n-System) bewegt. Nur die Winkel β_2 und α_2 bleiben während des gesamten Schwenkvorgangs ungeändert.

Die Größen ($\beta'_2 - \beta'_1$) als Seitenwinkeldifferenz und ($\alpha'_2 - \alpha'_1$) als Erhöhungswinkeldifferenz jeweils

5

im b-Koordinatensystem werden graphisch auf dem Bildschirm des Anzeigegerätes nach Fig. 2 zur Anzeige gebracht. Um gleichzeitig eine übersichtliche und genaue Darstellung zu erhalten, wird dabei ein logarithmischer Maßstab in beiden Achsen verwendet. Eine alternative Möglichkeit zur genauen Sichtdarstellung kann in einer umschaltbaren Auflösung bestehen, derart, daß bei einer ersten Skaleneinblendung eine Grobeinstellung vorgenommen werden kann. Bei einer durch Druck auf eine Taste umschaltbaren Einblendung einer Skala mit gedehnter Rasterteilung (Lupe) wird dann die Feinrichtung der Waffe vorgenommen. Dadurch kann zum einen ein großer Winkelbereich angezeigt werden und zum anderen nimmt die Auflösung bei kleinen Winkeldifferenzen stark zu. Zur zusätzlichen Kontrolle werden Soll- und Ist-Position bezüglich des erdfesten Koordinatensystems numerisch angezeigt.

Die erforderliche Rechenkapazität und die Schnittstelle zur analytischen Plattform sind im mikroprozessorgesteuerten Anzeigegerät integriert. Das Gerät wird daher vorteilhaft in Digitaltechnik aufgebaut. Die den Richtvorgang bestimmenden Winkel ($\beta'_2 - \beta'_1$) und ($\alpha'_2 - \alpha'_1$) werden graphisch dargestellt, wie sich aus der Abbildung der Fig. 2 ersehen läßt.

Der durch Bezugshinweis 10 markierte kleine Kreis zeigt dabei die Soll-Position an und das bewegliche Fadenkreuz 11 die Ist-Position. Zur besseren Übersichtlichkeit werden die Winkeldifferenzen von Soll- und Ist-Position im b-System auf einer logarithmischen Skala dargestellt.

Zur Kontrolle können die Winkel von Soll- und Ist-Position im n-System auch zusätzlich numerisch dargestellt werden. Ein weiterer Hinweis wird am unteren Bildschirmrand gegeben, beispielsweise durch das Wort "RICHTEN", das solange blinkt, bis die Winkeldifferenz aus Soll- und Ist-Position eine vorgegebene Schwelle eines Toleranzbereichs unterschreitet.

Das Blockschaftbild der Fig. 1 verdeutlicht den prinzipiellen Anordnungsaufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung:

Das Lagereferenzsystem 1 (Strapdown-System) liefert die Ist-Werte für das erdfeste Koordinatensystem (n-System), nämlich die Winkelwerte β_1 , α_1 , ϕ , θ und ψ . Die Sollwerte für den Richtvorgang werden durch die Feuerleitrechnung - (Ballistikrechnung) 2 vorgegeben als Seitenwinkel β_2 im n-System und Elevationswinkel α_2 im n-System. In zwei getrennten Transformationen 3, 4 werden für die Seitenwinkel β'_1 , β'_2 der Waffe jeweils für die Ist- bzw. Soll-Position im b-System und der Elevationswinkel α'_1 , α'_2 der Waffe ebenfalls jeweils für Ist- und Soll-Position im b-System gemäß den oben angegebenen Gleichungen errechnet. Aus der Differenzbildung 5 erhält man

dann die gewünschten Differenzwinkel ($\beta'_2 - \beta'_1$) und ($\alpha'_2 - \alpha'_1$), die einerseits auf dem Bildschirm 6 in der oben unter Bezug auf die Fig. 2 erläuterten Weise angezeigt werden bzw. an Schnittstellen 7 für die Richtantriebe der Waffe gegeben werden.

Ansprüche

1. Verfahren zum kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen, insbesondere von Artillerieeinsatzmitteln,

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

-Vorgabe und Speicherung des Seiten- und des Elevationswinkels (β_2 , α_2) der Soll-Position der Waffe, bezogen auf ein erdfestes Navigations-Koordinatensystem (n-System);

-Ermittlung und Speicherung des Seiten- und des Elevationswinkels (β_{11} , α_{11}) der Ist-Position der Waffe im erdfesten Navigations-Koordinatensystem;

-Bestimmung und Speicherung des Kant-, Kipp- und des Seitenwinkels, (ϕ , θ , ψ) in einem trägerfesten Koordinatensystem (b-System) gegenüber dem erdfesten Navigations-Koordinatensystem;

-laufende Berechnung der Seiten- und Elevationswinkel (β'_1 , β'_2 bzw. α'_1 , α'_2) der Waffe jeweils für die Ist- und die Soll-Position im trägerfesten Koordinatensystem (b-System); und

-laufende getrennte Bestimmung der Differenzen zwischen der Soll- und Ist-Position der Seitenwinkel ($\beta'_2 - \beta'_1$) einerseits und der Elevationswinkel ($\alpha'_2 - \alpha'_1$) andererseits;

-unterschiedliche Sichtdarstellung der Soll- und Ist-Position der Waffe auf einem Sichtanzeigeschirm (6) sowie

-Ausgabe der Winkeldifferenzwerte zur Steuerung der Richtantriebe der Waffe.

2. Vorrichtung zum kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen, insbesondere von Artillerieeinsatzmitteln, gekennzeichnet durch

-ein an einer höhenrichtbaren Masse der auf einem Trägergerät gelagerten Waffe befestigtes Lagereferenzsystem (1);

-ein mit Bildschirm (6) und einer Recheneinheit (3, 4, 5) versehenes und mit dem Lagereferenzsystem

(1) verbundenes Kommunikationsgerät, das die von einem Feuerleitrechner gelieferten Werte der Soll-Positionen des Seiten- und des Elevationswinkels (β_2, α_2) der Waffe in einem erdfesten Koordinatensystem (n-System) speichert und mit Hilfe von fünf vom Lagereferenzsystem gelieferten, die Ist-Position der Waffe angegebenden Größen, nämlich

--des Seitenwinkels (β_1) der Ist-Position der Waffe im n-System,

--des Elevationswinkels (α_1) der Ist-Position der Waffe im n-System,

--des Kantwinkels (ϕ) der Waffe in einem trägerseitigen Koordinatensystem (b-System) gegenüber dem erdfesten Koordinatensystem,

--des Kippwinkels (θ) des b-Systems gegenüber dem n-System und

--des Seitenwinkels (ψ) des b-Systems gegenüber dem n-System

zwei den Richtvorgang bestimmende, voneinander entkoppelte Winkeldifferenzwerte für die momentane Seitenwinkeldifferenz ($\beta'_2 - \beta'_1$) und die momentane Elevationswinkeldifferenz ($\alpha'_2 - \alpha'_1$) zwischen Soll- und Ist-Position im trägerfesten Koordinatensystem liefert und durch

Mittel zur getrennten Sichtdarstellung der Ist-Position und der Soll-Position der Waffe auf dem Bildschirm (6) sowie mit

-Schnittstellen (7) zur Steuerung der Richtantriebe der Waffe.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationsgerät Mittel zur Einblendung einer zweiachsigen Skala mit logarithmischer Skalenteilung auf dem Bildschirm (6) aufweist, und daß die Soll- und die Ist-Position der Waffe durch unterschiedliche Sichtelemente wie Kreis (10) und Fadenkreuz (11) darstellbar sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationsgerät Mittel zur Einblendung einer zweiachsigen Skala mit umschaltbarer Auflösung für Grob- und Feinrichtung (Lupe) aufweist, und daß die Soll- und die Ist-Position der Waffe durch unterschiedliche Sichtelemente wie Kreis (10) und Fadenkreuz (11) darstellbar sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß die Soll- und die Ist-Position der Waffe in beiden Drehachsen durch unterschiedliche Markierungselemente deutlich unterscheidbar auf dem Bildschirm (6) darstellbar sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2,

gekennzeichnet durch Mittel zur Einblendung einer Hinweisanzeige (RICHTEN) auf dem Bildschirm (6), solange die Soll- und die Ist-Position der Waffe in wenigstens einer Achse noch um mehr als einen vorgegebenen Toleranzbereich auseinanderliegen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 2,

gekennzeichnet durch Mittel zur Winkeldifferenz-Berechnung zwischen Soll- und Ist-Position im trägerfesten Koordinatensystem zur entkoppelten Steuerung der Richtantriebe für die Waffe in Seite und Elevation.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

FIG. 1

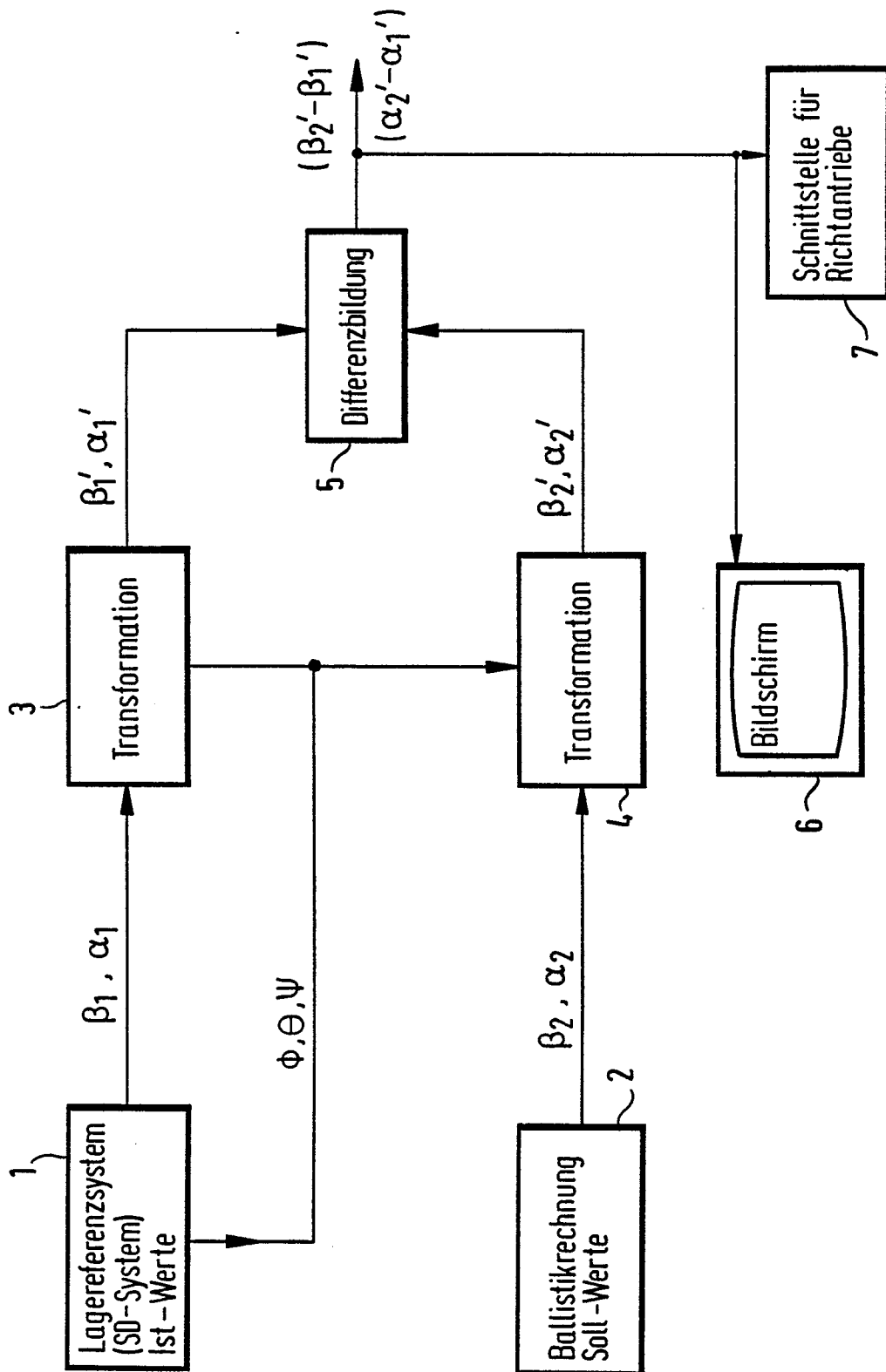


FIG. 2

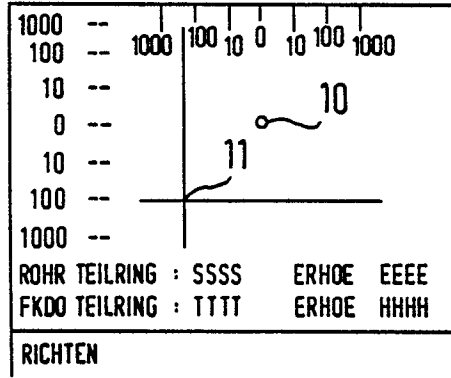


FIG. 3a

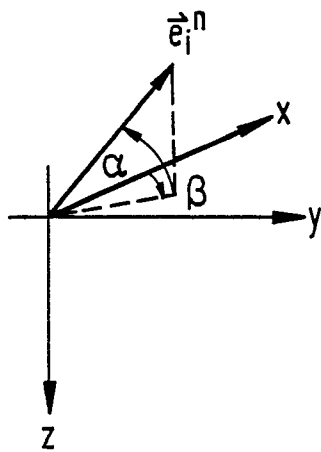


FIG. 3b

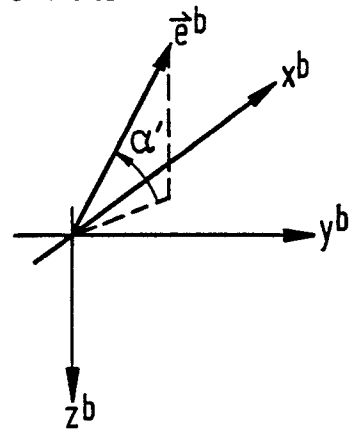
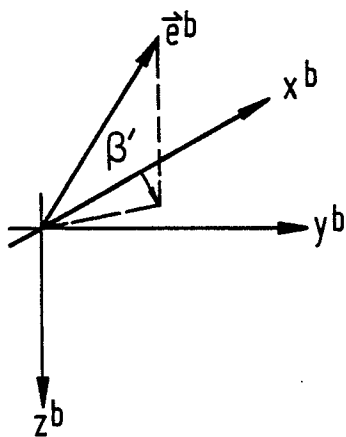


FIG. 3c





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	EP-A-0 102 664 (HOLLANDSE SIGNAALAPPARATEN) * Insgesamt *	1	F 41 G 3/10 F 41 G 5/24 F 41 G 5/14
A	EP-A-0 067 108 (ETAT FRANCAIS) * Figur 1; Seite 2, Zeilen 1-26; Seite 4, Zeilen 9-21 *	1,2	
A	US-A-2 902 212 (W.H. NEWELL et al.)		
A	US-A-4 166 406 (R.W. MAUGHMER)		
A	DE-A-3 332 795 (LITEF)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			F 41 G G 01 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19-06-1986	Prüfer CHAIX DE LAVARENE C.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument	