



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

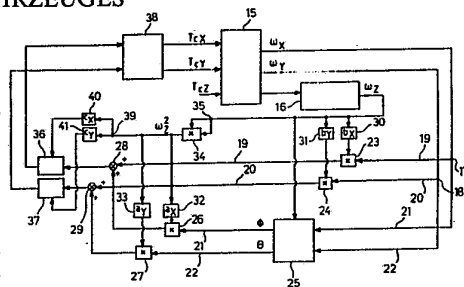
(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : B64G 1/26, G05D 1/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/04921 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. März 1993 (18.03.93)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP92/02049 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. September 1992 (04.09.92) (30) Prioritätsdaten: P 41 29 627.3 6. September 1991 (06.09.91) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM AG [DE/DE]; Robert-Koch-Straße, D-8012 Ottobrunn (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : SURAUER, Michael [DE/DE]; Lindenstraße 11, D-8224 Chieming (DE). BITTNER, Helmut [DE/DE]; Zirlerstraße 4, D-8000 München 70 (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: ATTITUDE CONTROL PROCESS AND DEVICE FOR A SPACECRAFT TO BE ROTATED AROUND A BODY AXIS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR LAGEREGELUNG EINES UM EINE KÖRPERFESTE ACHSE IN ROTATION ZU VERSETZENDEN RAUMFAHRZEUGES

(57) Abstract

A device is disclosed for controlling the attitude of a spacecraft to be rotated around a body axis of rotation. Actuators (38) generate torques around the axis of rotation and two lateral axes. Angular velocity signals ω_X , ω_Y related to the lateral axes are supplied to first and second signal paths (19, 20 or 21, 22) that comprise an integrator (25). Modulators (36 and 37) that contain each a variable dead zone supply actuating signals for the actuators (38). In order to reliably limit the nutation amplitude to a constant value, multipliers (23, 24 or 26, 27), in which the lateral axis angular velocity signals ω_X , ω_Y or the relative position signals Φ , Θ are multiplied by factors proportional to the rotation axis angular velocity signal ω_Z or its square, are arranged in the first and second signal paths. In addition, the thresholds of the dead zones of the modulators (36, 37) are varied proportionally to ω_Z^2 . A corresponding attitude control process is also disclosed.



(57) Zusammenfassung

Diese Vorrichtung dient zur Lageregelung eines um eine körperfeste Drehachse in Rotation zu versetzenden Raumfahrzeuges. Stellglieder (38) erzeugen Drehmomente um die Drehachse und zwei Querachsen. Winkelgeschwindigkeitssignale ω_X , ω_Y bezüglich der Querachsen werden jeweils ersten und zweiten Signalzweigen (19, 20 bzw. 21, 22) zugeführt. Letztere enthalten einen Integrator (25). Jeweils eine variable Totzone aufweisende Modulatoren (36 und 37) liefern Stellsignale für die Stellglieder (38). Um die Nutationsamplitude in zuverlässiger Weise auf einen konstanten Wert zu begrenzen, sind in den ersten und zweiten Signalzweigen Multiplikationsglieder (23, 24 sowie 26, 27) vorgesehen, in denen die Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale ω_X , ω_Y bzw. die Winkellagesignale Φ , Θ mit Faktoren beaufschlagt werden, die dem Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal ω_Z bzw. dessen Quadrat proportional sind. Weiterhin werden die Schwellen der Totzonen der Modulatoren (36, 37) proportional zu ω_Z^2 variiert. Ein entsprechendes Verfahren zur Lageregelung ist ebenfalls angegeben.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MR	Mauritanien
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GA	Gabon	NL	Niederlande
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PT	Portugal
BR	Brasilien	IE	Irland	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SK	Slowakischen Republik
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TD	Tschad
CZ	Tschechischen Republik	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Deutschland	MG	Madagaskar	UA	Ukraine
DK	Dänemark	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	MN	Mongolei		

Vorrichtung und Verfahren zur Lageregelung eines um eine körperfeste Achse in Rotation zu versetzenden Raumfahrzeuges

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Lageregelung eines um eine körperfeste Achse (Drehachse) in Rotation zu versetzenden Raumfahrzeuges gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein dazugehöriges Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 2.

Eine derartige Vorrichtung und ein derartiges Verfahren sind aus der US-PS 4 725 024 bekannt. Dort geht es darum, einen dreiachsenstabilisierten Satelliten, der sich auf einer niedrigen, nahezu kreisförmigen Umlaufbahn befindet, durch Zünden eines Perigäumstriebwerks in eine elliptische Transferbahn zu befördern, deren Apogäum mit dem Radius der angestrebten geostationären Umlaufbahn übereinstimmt. Vor dem Zünden des Perigäumsmotors muß der Satellit aus Stabilitätsgründen um eine körperfeste Drehachse in Rotation versetzt werden, welche mit dem Schubvektor des vom Perigäumstriebwerk ausgeübten Schubs übereinstimmen soll. Dabei ist das Perigäumstriebwerk noch am Satelliten angedockt, und die Triebwerks-Symmetrieachse ist mit einer Symmetrieachse des Satelliten, im Falle der US-PS 4 725 024 der Rollachse, deckungsgleich. Die Rollachse ist bekanntlich eine der drei körperfesten, ein rechtwinkliges Koordinatensystem bildenden Satellitenachsen, zu denen noch die Gier- sowie die Nickachse als Querachsen gehören. Im endgültigen Betriebszustand des Satelliten auf der geostationären Umlaufbahn soll die Rollachse in Flugrichtung, die Gierachse auf den Erdmittelpunkt hin und die Nickachse senkrecht zu beiden sowie zur Bahnebene orientiert sein.

Zum Lageregelungssystem eines dreiachsenstabilisierten Satelliten gehören eine Reihe von Stellgliedern, beispielsweise Treibstoffdüsen, welche in gezielter Weise Dreh- bzw. Stellmomente um die drei genannten Achsen zu liefern in der Lage sind. Die bekannte Lageregelungsvorrichtung gemäß der US-PS 4 725 024 weist ferner Sensoren in Form von Kreiseln auf, welche Winkelgeschwindigkeitssignale bezüglich Drehungen um die drei körperfesten Achsen liefern. Jedes der beiden Querachsen-Winkelgeschwindig-

keitssignale wird in ein Reglernetzwerk eingespeist, welches ein Ansteuersignal für einen eine Totzone aufweisenden Modulator liefert, der wiederum die Aufgabe hat, diskrete Stellsignale für die der jeweiligen Querachse zugeordneten Stellglieder abzugeben. Die beiden Reglernetzwerke weisen einen ersten sowie einen zweiten, dem ersten parallelgeschalteten, einen Integrator enthaltenden Signalzweig auf, wobei beide Signalzweige vor dem zugeordneten Modulator in einem Summationsglied zusammengeführt sind.

Vor dem Aussetzen aus dem Raumtransporter wird der Satellit mit dem angedockten Perigäumstriebwerk bereits in eine langsame Drehung von etwa zwei Umdrehungen pro Minute um die Drehachse versetzt. Nach dem Aussetzen des so gebildeten Raumfahrzeuges aus der Ladebucht des Raumtransporters wird durch Betätigung der entsprechenden Stellglieder die Rotation um die Drehachse kontinuierlich auf einen Wert von etwa vierzig Umdrehungen pro Minute erhöht. Während dieser Aufspinphase muß darauf geachtet werden, daß die unweigerlich auftretende Nutation möglichst auf eine konstante Amplitude geregelt und die Richtung der Drehachse im Inertialraum möglichst genau beibehalten wird.

Die Anregung von Nutationsschwingungen kann verschiedene Ursachen haben. So wird i.a. wegen nicht vollkommen symmetrischer Massenverteilung die Hauptträgheitsachse der Kombination Satellit/Perigäumstriebwerk nicht mit der ursprünglichen Drehachse zusammenfallen. Um diese Hauptträgheitsachse, welche die Achse mit dem kleinsten Trägheitsmoment darstellt, ist die Rotation zu stabilisieren. Die die Rotation bewirkenden Stellglieder sind jedoch gegenüber der geometrischen Drehachse symmetrisch angeordnet, so daß schon hier Querachsenmomente auftreten. Noch höhere Querachsenmomente sind dadurch bedingt, daß der Schwerpunkt der Kombination Satellit/Perigäumstriebwerk gegenüber dem Schwerpunkt des Satelliten erheblich verschoben ist und die der Lageregelung dienenden Stellglieder in ihrer Anordnung am Satelliten sowie hinsichtlich der Wirkungsrichtung ihrer Stellmomente an eine Konstellation angepaßt sind, bei der der Satellit sich bereits vom Perigäumstriebwerk getrennt hat. Da jedoch die während der Aufspinphase zu bewirkende Rotation sowie die

dann erforderliche Lageregelung ausschließlich mit den im Normalbetrieb sowieso vorhandenen Stellgliedern bewerkstelligt werden sollen, verursacht die geschilderte Schwerpunktsverlagerung bei Betätigung eines Stellgliedes erhebliche Störmomente um andere Achsen. Außerdem kann durch schwappenden Flüssigtreibstoff ein Aufklingen der Nutation verursacht werden.

Bei der Lageregelungsvorrichtung gemäß der US-PS 4 725 024 ist nun vorgesehen, nach etwa der Hälfte des Aufspinnvorganges die Totzonen der Modulatoren plötzlich aufzuweiten. Dies soll dazu dienen, größere Nutationsamplituden ohne Eingriff der Triebwerke zuzulassen. Da die destabilisierenden Einflüsse mit der Nutationsamplitude zunehmen, wäre jedoch eine Regelung der Nutation auf eine konstante Amplitude äußerst zweckmäßig. Dieses Ziel ist aber mit der bekannten Lageregelungsvorrichtung nicht zu erreichen, zumal die dortigen Reglernetzwerke in den beiden Signalzweigen jeweils mit konstanter Verstärkung arbeiten.

Weiterhin ist bei der bekannten Lageregelungsvorrichtung von Nachteil, daß der für die Messung der Winkelgeschwindigkeit um die Drehachse verwendete Kreisel bereits nach kurzer Zeit in die Sättigung gerät, da er lediglich für die im Normalbetrieb auftretenden, relativ kleinen Winkelgeschwindigkeiten ausgelegt ist. Damit geht die Winkellageinformation für alle drei Achsen bereits kurz nach Beginn der Aufspinphase verloren, ebenso wie die Winkelgeschwindigkeitsinformation für die Drehachse. Es besteht die Gefahr eines unerwünschten Wegdriftens der Drehachse aus der nach Möglichkeit einzuhaltenden inertialen Orientierung. Schließlich enthalten die Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale konstante Signalanteile, die zu unsymmetrischer Aussteuerung der Totzonen der Modulatoren und damit zur Auslösung einseitiger Stelleingriffe sowie zur Verstellung der Drehachse führen. Die konstanten Signalanteile sind dadurch bedingt, daß, wie bereits erwähnt, das Raumfahrzeug um die Hauptträgheitsachse rotiert, die unvermeidliche Abweichungen von der geometrischen Achse aufweist, und die zur Messung der Winkelgeschwindigkeiten dienenden Kreisel auf die geometrischen Satellitenachsen ausgerichtet sind, so daß die Winkelgeschwindigkeitssignale Anteile enthalten, die

dem Produkt aus der Mißweisung zwischen der geometrischen und der Hauptträgheitsachse und der Winkelgeschwindigkeit um die Drehachse proportional sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die es in erster Linie ermöglicht, die Nutationsamplitude in zuverlässiger Weise auf einen konstanten Wert zu begrenzen. Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Ein entsprechendes Verfahren ist dem Patentanspruch 2 zu entnehmen.

Darüberhinaus sollen Maßnahmen angegeben werden, die es ermöglichen, die Drehachse so weitgehend wie möglich in der gewünschten inertialen Raumorientierung stabil zu halten. Eine entsprechende Vorrichtung ist in Anspruch 10 angegeben.

Die Unteransprüche enthalten weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand von Abbildungen näher erläutert. Es zeigen in schematischer Weise:

- Fig. 1 einen Satelliten mit körperfestem, orthogonalem Achsensystem, als Stellglieder vorgesehenen Treibstoffdüsen sowie einem ange-dockten Perigäumstriebwerk,
- Fig. 2 am Satelliten zur Winkelgeschwindigkeitsmessung angeordnete Sonnensensoren und Kreisel,
- Fig. 3 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Lageregelungsvorrichtung,
- Fig. 4 ein Blockschaltbild einer modifizierten erfindungsgemäßen Lageregelungsvorrichtung.

Fig. 1 zeigt ein Raumfahrzeug 1, welches aus einem dreiaachsenstabilisierten Satelliten 2 sowie einem daran andockten Perigäumstriebwerk 3 besteht. Dem Satelliten 2 ist ein körperfestes Koordinatensystem X, Y, Z zugeordnet, dessen Ursprung im Schwerpunkt 4 des Satelliten 2 liegt. Der Schwerpunkt 5 des gesamten Raumfahrzeuges 1 ist demgegenüber in Richtung der negativen Z-Achse verschoben. Die normalerweise als Gierachse des Satelliten 2 fungierende Z-Achse bildet in der dargestellten Konstellation die Symmetrieachse des gesamten Raumfahrzeuges 1 und gleichzeitig die Drehachse, um welche das Raumfahrzeug 1 vor Beginn des Perigäumsmanövers in Rotation zu versetzen ist. Diese Symmetrieachse fällt mit der Schubrichtung des Perigäumstriebwerks 3 zusammen. Im Normalbetrieb bilden die X-Achse die Rollachse und die Y-Achse die Nickachse des Satelliten 2.

Der Satellit 2 trägt eine Anzahl von als Stellglieder fungierenden Treibstoffdüsen, welche in ihrer Anordnung und Wirkungsrichtung an den Normalbetrieb angepaßt sind. Die Wirkungsrichtungen der Düsenpaare 5A und 5B sowie 6A und 6B liegen in der XY-Ebene und sind gegenüber der Richtung der Y-Achse üblicherweise um einen Winkel geneigt, um zu verhindern, daß die austretenden Gase auf die in dieser Achsenrichtung angeordneten, in Fig. 1 nicht eigens gezeigten Solargeneratoren gerichtet sind. Sie liefern im Normalbetrieb Stellmomente um die positive Z-Achse (5A, 5B) sowie um die negative Z-Achse (6A, 6B), also Giermomente. In der dargestellten Konstellation kommen noch Stellmomente um die negative X-Achse (5A, 6A) sowie um die positive X-Achse (5B, 6B) hinzu. Die Wirkungsrichtungen der Düsenpaare 1A und 1B sowie 2A und 2B liegen in der YZ-Ebene und sind ebenfalls gegenüber der Richtung der Y-Achse um einen Winkel geneigt. Sie liefern im Normalbetrieb Stellmomente um die positive X-Achse (1A, 1B) sowie um die negative X-Achse (2A, 2B), d.h. also Rollmomente. In der dargestellten Konstellation sind vor allem die Düsen 1B und 2A wirksam, da ihre Wirkungsrichtungen relativ weit am Schwerpunkt 5 des Raumfahrzeuges vorbeilaufen, während die Wirkungsrichtungen der Düsen 1A und 2B nur in relativ kleinem Abstand am Schwerpunkt 5 vorbeilaufen. Die Düsen 1B sowie 2A erzeugen daher merkliche Stellmomente um die positive bzw. negative X-Achse. Die Düsenpaare 3A und 3B sowie 4A

und 4B liegen mit ihrer Wirkungsrichtung in der XZ-Ebene und parallel zur positiven Z-Achse. Im Normalbetrieb resultieren daraus Stellmomente um die positive Y-Achse (3A, 3B) sowie die negative Y-Achse (4A, 4B), d.h. also Nickmomente. In der dargestellten Konstellation können diese Düsen auch Stellmomente um die Y-Achse erzeugen. Schließlich sind noch Düsenpaare 8A und 8B sowie 7A und 7B gezeigt, deren Wirkungsrichtungen in der XZ-Ebene liegen und parallel zur X-Achse orientiert sind. Im Normalbetrieb dienen diese Düsen vor allem der Bahnregelung, da sie Beschleunigungen in Richtung der positiven und negativen X-Achse, also Geschwindigkeitserhöhungen bzw. -verringerungen in Bahnrichtung bewirken können. In der dargestellten Konstellation resultieren bei Betätigung dieser Düsen Stellmomente um die negative bzw. positive Y-Achse.

Für den Aufspinvorgang vor Beginn des Perigäumsmanövers werden als Stellglieder 5A und/oder 5B oder 6A und/oder 6B verwendet. Diese liefern während der Aufspinphase kontinuierlich die erwünschten Stellmomente konstanter Größe um die Z-Achse, erzeugen aber bei Verwendung nur eines der beiden redundanten Antriebssysteme (A oder B) gleichzeitig die bereits erwähnten hohen Störmomente um die Querachsen der gezeigten Konfiguration.

Fig. 2 zeigt lediglich den Satelliten 2 mit seinem körperfesten Achsen-system X, Y, Z sowie mit verschiedenen Sensoren, die der Bestimmung der Winkelgeschwindigkeiten um diese Achsen dienen. So sind zwei Kreisel 9 und 10 zur Bildung von Winkelgeschwindigkeitssignalen ω_x sowie ω_y bezüglich Drehungen um die X- bzw. Y-Achsen vorgesehen. Zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit um die Z-Achse sind Sonnensensoren 11, 12 und 13 vorhanden, welche bezüglich ihrer optischen Achsen Gesichtsfelder von jeweils $\pm 60^\circ$ in zwei senkrecht zueinander orientierten Ebenen, von denen eine die XZ-Ebene ist, aufweisen. In der XZ-Ebene wird damit das gesamte Gesichtsfeld von 360° unmittelbar abgedeckt. Senkrecht dazu wird zwar zunächst ein um die Richtung der Y-Achse zentrierter Doppelkegel mit einem Öffnungswinkel von jeweils 60° nicht erfaßt, jedoch gilt das nicht mehr, wenn der Satellit 2 bzw. das Raumfahrzeug 1 während des Aufspinvorganges um die Z-Achse rotiert. Dann wird

die Sonne unabhängig von ihrer relativen Position in jedem Falle bei einem Umlauf einmal erfaßt. Mit Hilfe der Sonnensensoren 11, 12 und 13 gelingt es somit, Winkelgeschwindigkeitssignale ω_z bezüglich der Drehung um die Z-Achse (Drehachse) bereitzustellen.

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer Lageregelungsvorrichtung gemäß der Erfindung. Die Raumfahrzeugdynamik wird durch den Block 15 verkörpert. Durch entsprechende Messungen werden Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale ω_x sowie ω_y bezüglich Drehungen um die X- bzw. Y-Achsen gewonnen, ebenso wie ein Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal ω_z bezüglich der Drehung um die während der Aufspinphase als Rotationsachse fungierende Z-Achse. In Abhängigkeit davon, auf welche Weise die Drehung um die Z-Achse messend verfolgt wird, ist unter Umständen eine Einrichtung 16 zur Schätzung der entsprechenden Winkelgeschwindigkeit erforderlich. Die Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale ω_x und ω_y gelangen zu Verzweigungspunkten 17 bzw. 18 und von dort in erste Signalzweige 19 bzw. 20 sowie zweite Signalzweige 21 bzw. 22. In den ersten Signalzweigen 19 und 20 gelangen die Querachsen-Geschwindigkeitssignale ω_x bzw. ω_y zu Multiplikationsgliedern 23 bzw. 24, wo sie mit Faktoren multipliziert werden, welche proportional zum Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal ω_z sind. Dazu wird das Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal ω_z in zwei parallele Verstärker 30 und 31 eingespeist, in denen später noch näher zu beschreibende Proportionalitätskonstanten b_x bzw. b_y aufgeschaltet werden. Die so gebildeten Faktoren werden den Multiplikationsgliedern 23 bzw. 24 zugeführt.

In den zweiten Signalzweigen 21 und 22 gelangen die Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale ω_x bzw. ω_y zunächst zu einem gemeinsamen Integrator 25. Dort werden auf später noch zu beschreibende Weise Winkellagesignale ϕ sowie θ gewonnen, welche von den Ausgängen des Integrators 25 zu Multiplikationsgliedern 26 bzw. 27 gelangen. In den Integrator 25 wird noch das Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal ω_z eingegeben. Dieses Signal gelangt außerdem über eine Verzweigung 35 zu zwei Eingängen eines weiteren Multiplikationsgliedes 34, an dessen Ausgang ein dem Quadrat des Drehachsen-Geschwindigkeitssignales entspre-

chendes Signal ω_z^2 abnehmbar ist. Letzteres gelangt zu zwei Verstärkungsgliedern 32 und 33, wo Proportionalitätsfaktoren a_x bzw. a_y aufgeschaltet werden. Die so gebildeten Signale werden schließlich den beiden Multiplikationsgliedern 26 und 27 zugeführt. Deren Ausgangssignale gelangen an die einen Eingänge von zwei Summationsgliedern 28 und 29, deren andere beide Eingänge mit den Ausgängen der Multiplikationsglieder 23 und 24 verbunden sind.

Durch die Verzweigung 17, die Multiplikationsglieder 23 und 26, das Summationsglied 28, anteilig den Integrator 25 sowie die verbindenden Leitungen ist somit ein erstes Reglernetzwerk gegeben, welches sozusagen der X-Achse zugeordnet ist. Ein zweites Reglernetzwerk wird durch die Verzweigungsstelle 18, die Multiplikationsglieder 24 und 27, das Summationsglied 29, anteilig den Integrator 25 sowie die verbindenden Leitungen gebildet und ist sozusagen der Y-Achse zugeordnet.

Die in den Summationsgliedern 28 und 29 gebildeten Summensignale werden zwei Modulatoren 36 bzw. 37 zugeführt, welche mit Totzonen ausgestattet sind und weiterhin Hysteresecharakter aufweisen. Sie dienen dazu, diskrete Stellsignale variabler Breite und Folgefrequenz sowie konstanter Höhe abzugeben, mit denen Stellglieder angesteuert werden, welche durch den Block 38 symbolisiert sind und Stellmomente T_{cx} sowie T_{cy} um die X- bzw. Y-Achsen erzeugen. Diese wirken wiederum auf die Satellitendynamik 15 ein.

Die positiven und negativen Schwellen der den Modulatoren 36 und 37 zugeordneten Totzonen können kontinuierlich variiert werden und zwar proportional zum Quadrat ω_z^2 des Drehachsen-Winkelgeschwindigkeits-signales ω_z . Hierzu wird das Ausgangssignal des Multiplikationsgliedes 34 über eine Verzweigungsstelle 39 zwei Verstärkungsgliedern 40 und 41 zugeführt, in welchen Proportionalitätskonstanten c_x sowie c_y aufgeschaltet werden. Die so zu ω_z^2 proportionalen Signale werden den Modulatoren 36 und 37 bzw. den diesen zugeordneten Totzonen zur Variierung ihrer Schwellen zugeführt. Bei Verwendung von Modulatoren mit festen Ansprechschwellen können den Modulatoren alternativ auch zusätz-

liche Totzoneglieder vorgeschaltet werden, deren Ansprechschwellen dann nach den erfindungsgemäßen Vorschriften variierbar sind.

Die bei den Multiplikationen in den Multiplikationsgliedern 23 und 24 zu verwendenden Proportionalitätsfaktoren b_X und b_Y können beispielsweise auf der Basis folgender Formeln bestimmt werden:

$$b_X = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot \frac{I_X}{T_{CX}}$$

$$b_Y = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot \frac{I_Y}{T_{CY}}$$

$$\eta = \sqrt{\frac{|I_X - I_Z| \cdot |I_Y - I_Z|}{I_X I_Y}}$$

wobei I_X sowie I_Y die beiden Querachsen-Trägheitsmomente, I_Z das Drehachsen-Trägheitsmoment, T_{CX} das Stellmoment um die X-Achse und T_{CY} dasjenige um die Y-Achse darstellen. Der Parameter d ist ein im Bereich $1 \geq d \geq 0,2$ zu wählender Dämpfungsfaktor, vorzugsweise ist $d = 0,7$.

Die Proportionalitätsfaktoren a_X und a_Y sowie c_X und c_Y können mit Hilfe der folgenden Formeln bestimmt werden:

$$a_X = b_X \frac{\beta_{N\max}}{\Phi_{\max}}, \quad c_X = b_X \beta_{N\max} T_{CX}$$

$$a_Y = b_Y \frac{\beta_{N\max}}{\Theta_{\max}}, \quad c_Y = b_Y \beta_{N\max} T_{CY}$$

wobei $\beta_{N \max}$ die höchstzulässige Nutationsamplitude sowie $\Phi_{\max}$, $\Theta_{\max}$ die Maximalamplituden der Winkelbewegung um die Fahrzeug-Querachsen (X-, Y-Achse) bedeuten. Erfahrungsgemäß sind numerische Werte in folgenden Bereichen sinnvoll:

$$0,1 \leq \left(\frac{\beta_{N \max}}{\Phi_{\max}}; \frac{\beta_{N \max}}{\Theta_{\max}} \right) \leq 1$$

$$0,25^\circ \leq (\Phi_{\max}; \Theta_{\max}) \leq 1^\circ$$

In dem Integrator 25 werden aus den eingangsseitig zugeführten Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignalen ω_X und ω_Y Winkellagesignale Φ und Θ gebildet, und zwar durch Integration des folgenden Gleichungssystems:

$$\dot{\Phi} = \omega_X + \Theta \omega_Z$$

$$\dot{\Theta} = \omega_Y - \Phi \omega_Z$$

Diese Gleichungen ergeben sich aus den bekannten kinematischen Euler-Gleichungen für drei Achsen, wenn vorausgesetzt wird, daß die Drehungen um die Euler-Winkel Ψ , Θ und Φ in dieser Reihenfolge zuerst um die Z-Achse, dann um die Y-Achse und schließlich um die X-Achse durchgeführt werden. Weiterhin ist vorausgesetzt, daß die Euler-Winkel Φ und Θ um die Querachsen klein sind, die entsprechenden Cosinus-Werte damit zu 1 werden und die entsprechenden Sinus-Werte dem Winkel gleichgesetzt werden können. Das o.g. Gleichungssystem stellt eine zweckmäßige Vereinfachung dar, bei der die Integration lediglich noch für zwei Achsen durchzuführen ist.

In Fig. 4 ist das Blockschaltbild einer modifizierten Lageregelungsvorrichtung gemäß der Erfindung dargestellt, welches dem Blockschaltbild der Fig. 3 in den wesentlichen Zügen gleicht. Es sind lediglich in den ersten und zweiten Signalzweigen 19 und 20 bzw. 21 und 22 vor den jeweiligen Multiplikationsgliedern 23 und 24 bzw. 26 und 27 Filter 42 und 43 sowie 44 und 45 eingefügt, deren Übertragungsfunktion im Zähler mindestens ersten, vorzugsweise jedoch zweiten Grades sein soll. Es versteht sich dabei von selbst, daß der Nennergrad mindestens so hoch ist wie der Zählergrad. Es kommen demnach z.B. Übertragungsfunktionen der folgenden Form in Frage:

$$\frac{T_s}{1+T_s} \quad ; \quad \frac{T^2 s^2}{(1+T_s)^2}$$

Zählergrade höherer als erster Ordnung sind insbesondere dann angebracht, wenn die Zunahme der Drehrate $\dot{\omega}_Z = T_{CZ}/I_Z$ infolge hohen Aufdrallmomentes (T_{CZ}) bzw. relativ niedrigen Trägheitsmomentes (I_Z) schnell erfolgt, weil dann am Ausgang der Filter 42 bis 45 immer noch nicht vernachlässigbare, konstante Signalanteile verbleiben.

Vorrichtung und Verfahren zur Lageregelung eines um eine körperfeste Achse in Rotation zu versetzenden Raumfahrzeuges

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Lageregelung eines um eine körperfeste Achse (Drehachse) in Rotation zu versetzenden Raumfahrzeuges, mit Stellgliedern zur Erzeugung von Drehmomenten um die Drehachse sowie um zwei zu dieser und zueinander orthogonale Querachsen, mit Sensoren zur Bildung von Winkelgeschwindigkeitssignalen bezüglich der drei Achsen, mit zwei, jeweils den einer der beiden Querachsen zugeordneten Stellgliedern vorgeschalteten und an diese Stellsignale abgebenden, eine variable Totzone aufweisenden Modulatoren und mit zwei, jeweils eines der beiden Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale aufnehmenden und für einen der beiden Modulatoren ein Ansteuersignal liefernden Reglernetzwerken mit je einem ersten sowie einem zweiten, dem ersten parallelgeschalteten, einen Integrator enthaltenden Signalzweig, gekennzeichnet durch

zwei erste, jeweils in einen der beiden ersten Signalzweige eingeschaltete Multiplikationsglieder, in denen proportional zum Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal dimensionierte Faktoren zur Anwendung kommen,

zwei zweite, jeweils in einen der beiden zweiten Signalzweige hinter den Integrator eingeschaltete Multiplikationsglieder, in denen proportional zum Quadrat des Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignales dimensionierte Faktoren zur Anwendung kommen, sowie

Mittel zur Variierung der Schwellen der Totzone des jeweiligen Modulators proportional zum Quadrat des Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignales.

2. Verfahren zur Lageregelung eines um eine körperfeste Drehachse in Rotation zu versetzenden Raumfahrzeuges, das mit Stellgliedern zur Erzeugung von Stellmomenten um die Drehachse sowie um zwei zu dieser sowie zueinander orthogonale Querachsen, Sensoren zur Bildung von Winkelgeschwindigkeitssignalen bezüglich der drei Achsen und jeweils mit einer variierbaren Totzone versehenen Modulatoren zur Abgabe von Stellsignalen für die den Querachsen zugeordneten Stellglieder ausgestattet ist, wobei aus jedem der beiden Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale jeweils in einem ersten Signalzweig ein erster Signalanteil und in einem zweiten, dem ersten parallelgeschalteten, einen Integrator enthaltenden Signalzweig ein zweiter Signalanteil gebildet und die Summe der beiden Signalanteile dem jeweiligen Modulator als Ansteuersignal zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in den beiden ersten Signalzweigen jeweils eine Multiplikation mit einem zum Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal proportionalen Faktor und in den beiden zweiten Signalzweigen jeweils hinter dem Integrator eine Multiplikation mit einem zum Quadrat des Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignales proportionalen Faktor stattfindet und die Schwellen der Totzonen proportional zum Quadrat des Drehachsen-Geschwindigkeitssignales variiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle eines geostationären Satelliten das Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal durch Schätzung aus den Messungen von Sonnensensoren gewonnen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale vor Einspeisung in die jeweiligen ersten und zweiten Signalzweige einer Filterung in einem Filter unterzogen werden, dessen Übertragungsfunktion im Zähler mindestens ersten, vorzugsweise zweiten Grades ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den jeweiligen ersten und zweiten Signalzweigen vor der Multiplikation eine Filterung in einem Filter stattfindet, dessen Übertragungsfunktion im Zähler mindestens ersten, vorzugsweise zweiten Grades ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Integratoren der beiden zweiten Signalzweige durchzuführenden Integrationen miteinander verknüpft sind über die zu integrierenden Gleichungen

$$\dot{\Phi} = \omega_X + \Theta \omega_Z$$

$$\dot{\Theta} = \omega_Y - \Phi \omega_Z$$

wobei ω_X sowie ω_Y die beiden Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale, ω_Z das Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal und Φ sowie Θ durch die Integration zu ermittelnde Winkellagesignale bedeuten.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Proportionalitätskonstanten b_X , b_Y in den Faktoren der in den beiden ersten Signalzweigen stattfindenden Multiplikationen die Form haben:

$$b_X = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot \frac{I_X}{T_{CX}}$$

$$b_Y = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot \frac{I_Y}{T_{CY}}$$

$$\eta = \sqrt{\frac{|I_X - I_Z| \cdot |I_Y - I_Z|}{I_X I_Y}}$$

wobei I_X , I_Y die beiden Querachsen-Trägheitsmomente, I_Z das Drehachsen-Trägheitsmoment, T_{CX} das Stellmoment um die Fahrzeug-X-Achse, T_{CY} das Stellmoment um die Fahrzeug-Y-Achse und d einen im Bereich $1 \geq d \geq 0,1$, vorzugsweise bei 0,7, zu wählenden Dämpfungsfaktor bedeuten.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Proportionalitätskonstanten a_X , a_Y in den Faktoren der in den beiden zweiten Signalzweigen durchzuführenden Multiplikationen die Form haben:

$$a_X = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot \frac{I_X}{T_{CX}} \cdot \frac{\beta_{Nmax}}{\Phi_{max}}$$

$$a_Y = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot \frac{I_Y}{T_{CY}} \cdot \frac{\beta_{Nmax}}{\Theta_{max}}$$

wobei β_{Nmax} die höchstzulässige Nutationsamplitude und Φ_{max} , Θ_{max} die Maximal-Amplituden der Winkelbewegung um die Fahrzeug-Querachsen bedeuten.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die bei der Variierung der Schwellen der Totzonen zur Wirkung kommenden Proportionalitätskonstanten die Form haben:

$$c_X = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot I_X \cdot \beta_{Nmax}$$

$$c_Y = \frac{\eta \cdot d}{\sqrt{1-d^2}} \cdot I_Y \cdot \beta_{Nmax}$$

10. Vorrichtung zur Lageregelung eines um eine körperfeste Drehachse in Rotation zu versetzenden Raumfahrzeuges, mit Stellgliedern zur Erzeugung von Stellmomenten um die Drehachse sowie um zwei zu dieser und zueinander orthogonale Querachsen, mit Sensoren zur Bildung von Winkelgeschwindigkeitssignalen bezüglich der drei Achsen, mit zwei, jeweils den einer der beiden Querachsen zugeordneten Stellgliedern vorgeschalteten und an diese Stellsignale abgebenden, eine variable Totzone aufweisenden Modulatoren und mit zwei, jeweils eines der beiden Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignale aufnehmenden und für einen der beiden Modulatoren ein Ansteuersignal liefernden Reglernetzwerken mit je einem ersten sowie einem zweiten, dem ersten parallelgeschalteten, einen Integrator enthaltenden Signalzweig, dadurch gekennzeichnet, daß jedem der beiden Reglernetzwerke ein das jeweilige Querachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal aufnehmendes Filter vorgeschaltet ist, dessen Übertragungsfunktion im Zähler mindestens ersten, vorzugsweise zweiten Grades ist.

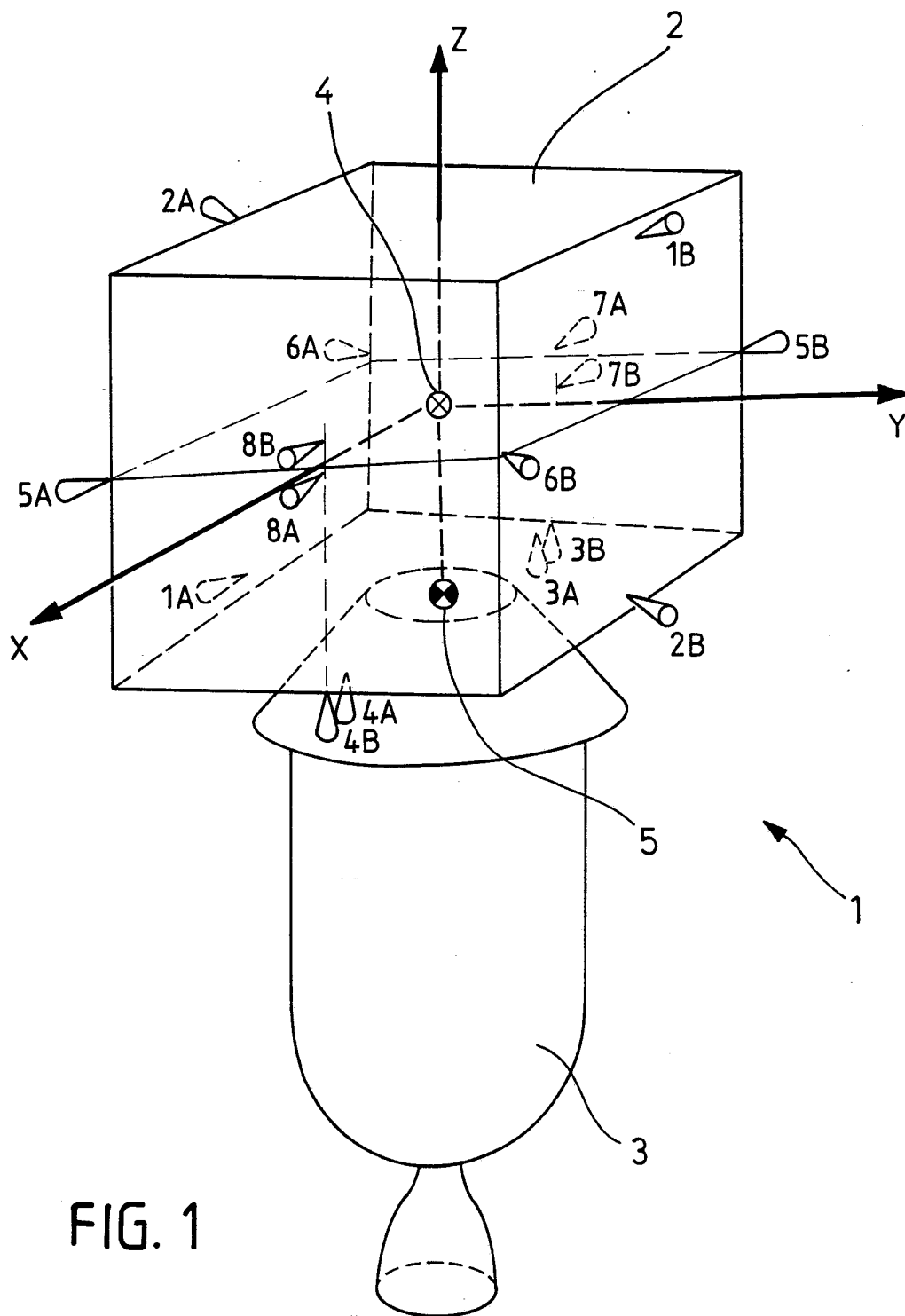
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch zwei erste, jeweils in einen der beiden ersten Signalzweige eingeschaltete Multiplikationsglieder, in denen proportional zum Drehachsen-Winkelgeschwindigkeitssignal dimensionierte Faktoren zur Anwendung kommen, zwei zweite, jeweils in einen der beiden zweiten Signalzweige hinter dem Integrator eingeschaltete Multiplikationsglieder, in denen proportional zum Quadrat des Drehachsen-Geschwindigkeitssignales dimensionierte Faktoren zur Anwendung kommen, sowie Mittel zur Variierung der Schwellen der Totzone des jeweiligen Modulators proportional zum Quadrat des Drehachsen-Geschwindigkeitssignales.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die in den jeweiligen zweiten Signalzweigen vorhandenen Integratoren zu einem Integrator zusammengefaßt sind, in denen als Ausgangssignale zwei Winkellagesignale Φ sowie Θ durch Integration der folgenden Gleichungen gebildet werden:

$$\dot{\Phi} = \omega_X + \Theta \omega_Z$$

$$\dot{\Theta} = \omega_Y - \Phi \omega_Z$$

1/4



2/4

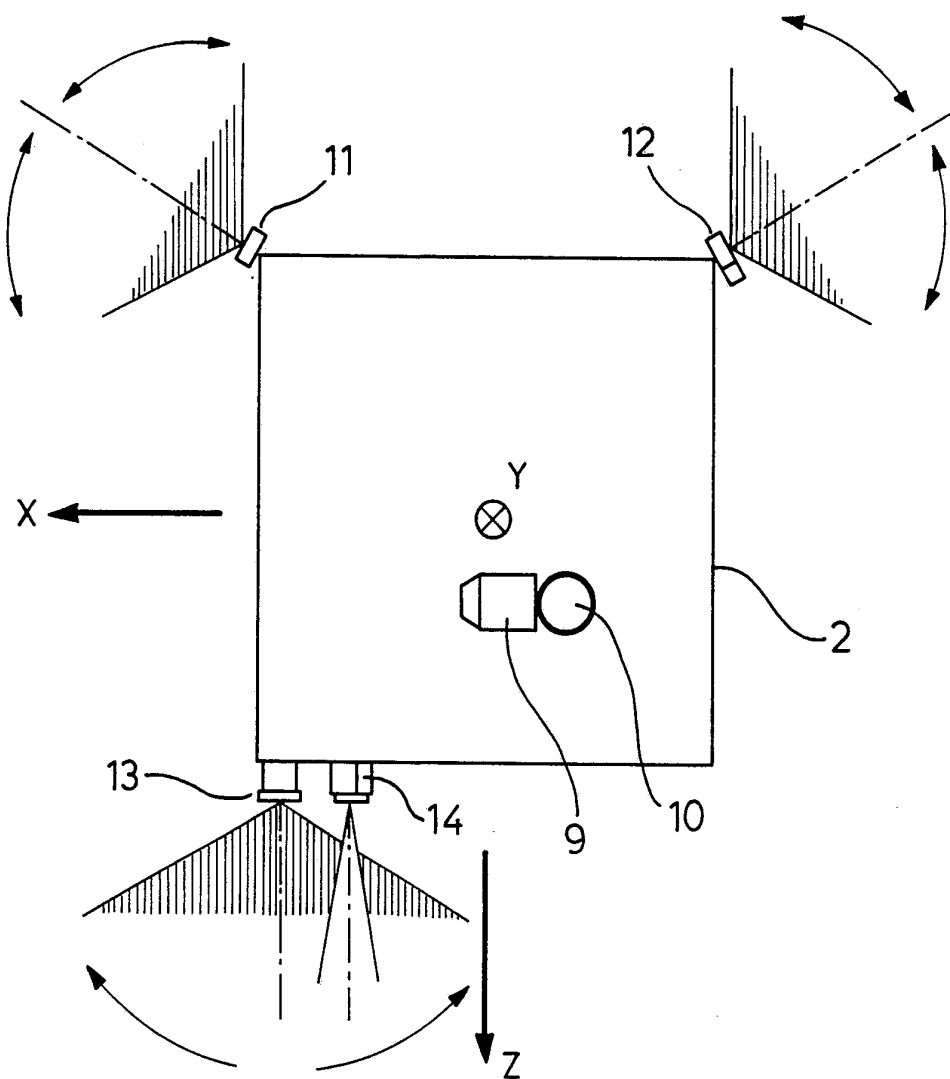


FIG. 2

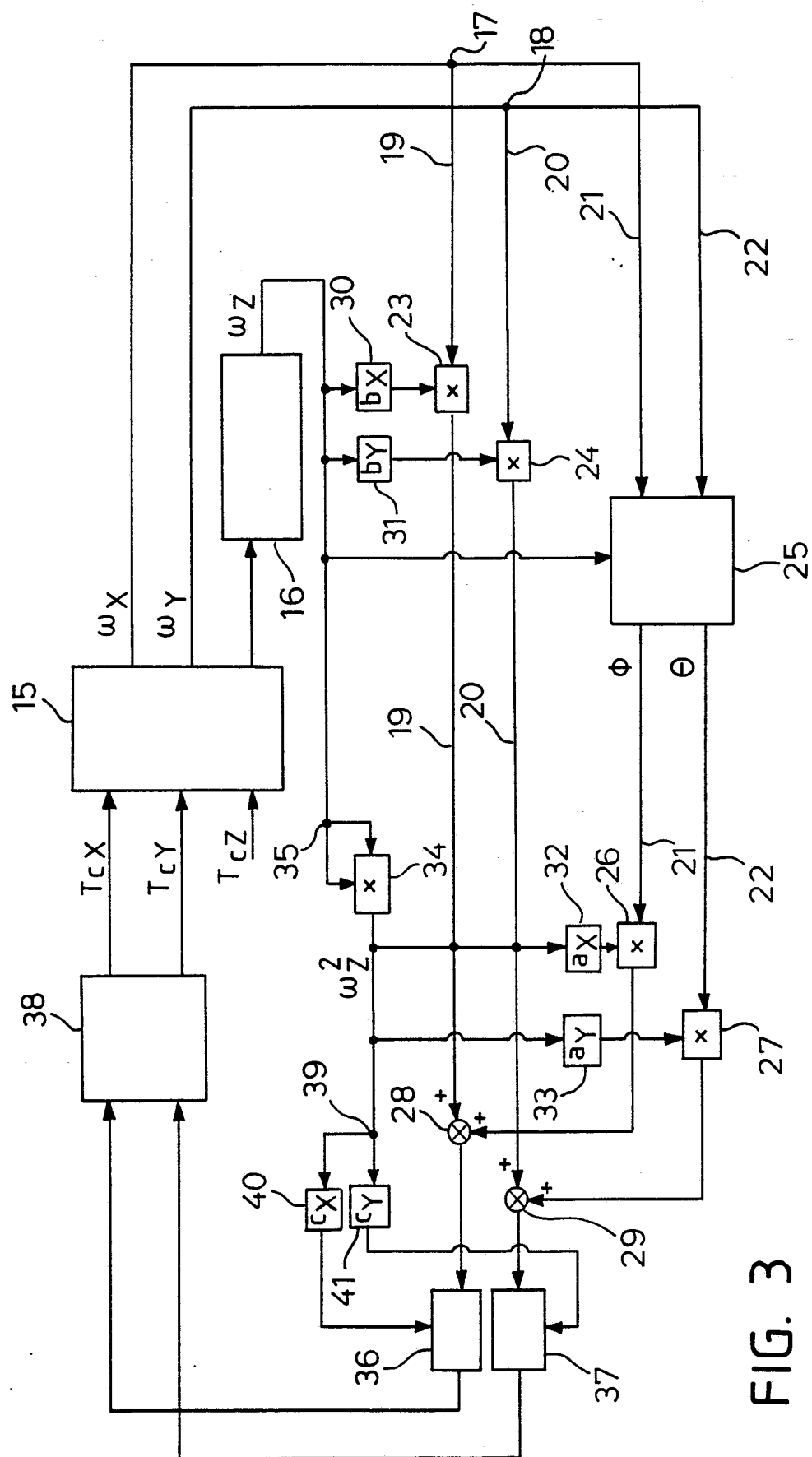


FIG. 3

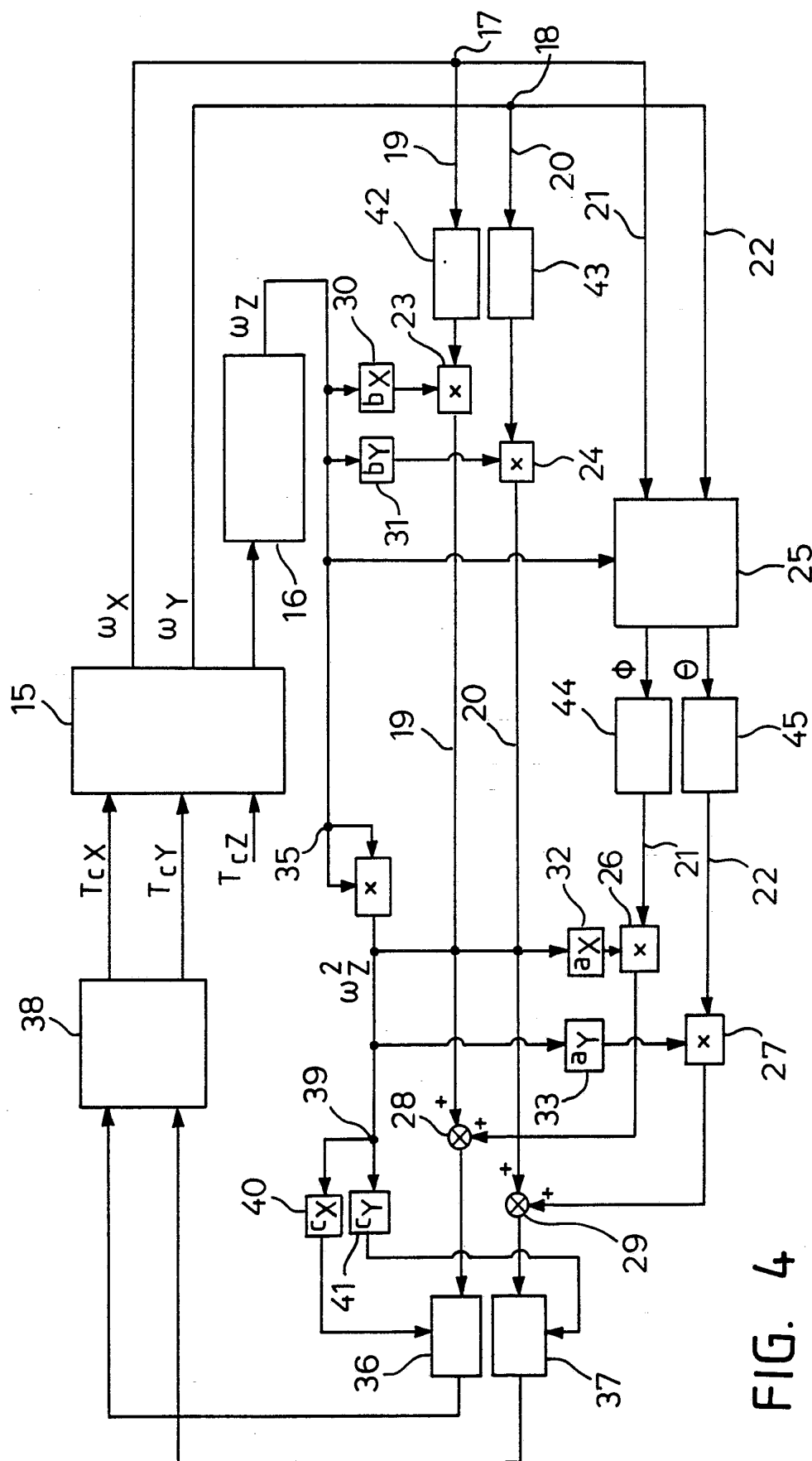


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP92/02049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.: ⁵ B64G1/26 G05D1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.: ⁵ B64G; G05D; G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO,A,8 902 622 (MESSERSCHMITT-BOLKOW-BLOHM GMBH) 23 March 1989 see page 7, line 5 - page 9, line 4 see page 12, line 27 - page 13, line 5 see page 24, line 24 - page 28, line 22; figures 2-4B -----	1,2,10
A	WO,A,8 705 411 (MESSERSCHMITT-BOLKOW-BLOHM GMBH) 11 September 1987 see page 1, line 3 - line 14 see page 3, line 10 - page 4, line 4 see page 14, line 1 - line 19; claims 1,9; figures 1-2, 6 -----	1-2,10
A	US,A,4 725 024 (VORLICEK) 16 February 1988 cited in the application see column 2, line 58 - column 3, line 44 see column 5, line 13 - column 6, line 3; figures 1-3 ----- .../...	1-2,10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 November 1992 (19.11.92)Date of mailing of the international search report
29 December 1992 (29.12.92)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP92/02049

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A,P	WO,A,9 203 339 (MICROCOSM, INC.) 5 March 1992 see page 6, line 27 - page 7, line 7 see page 10, line 19 - page 11, line 21; figures 1-2 -----	1-2,10

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9202049
SA 64189**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 19/11/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO-A-8902622	23-03-89	DE-A-	3831563	18-05-89
		EP-A-	0333808	27-09-89
		JP-T-	2501214	26-04-90
		US-A-	5042752	27-08-91

WO-A-8705411	11-09-87	DE-A-	3606640	15-10-87
		DE-A-	3780102	06-08-92
		EP-A, B	0258333	09-03-88
		JP-T-	63502700	06-10-88
		US-A-	4914564	03-04-90

US-A-4725024	16-02-88	EP-A, B	0225683	16-06-87
		JP-A-	62120300	01-06-87

WO-A-9203339	05-03-92	EP-A-	0496879	05-08-92

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 B64G1/26; G05D1/08		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	B64G ; G05D ; G05B	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ^o	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	WO,A,8 902 622 (MESSERSCHMITT-BOLKOW-BLOHM GMBH) 23. März 1989 siehe Seite 7, Zeile 5 - Seite 9, Zeile 4 siehe Seite 12, Zeile 27 - Seite 13, Zeile 5 siehe Seite 24, Zeile 24 - Seite 28, Zeile 22; Abbildungen 2-4B ---	1,2,10
A	WO,A,8 705 411 (MESSERSCHMITT-BOLKOW-BLOHM GMBH) 11. September 1987 siehe Seite 1, Zeile 3 - Zeile 14 siehe Seite 3, Zeile 10 - Seite 4, Zeile 4 siehe Seite 14, Zeile 1 - Zeile 19; Ansprüche 1,9; Abbildungen 1-2,6 --- -/-	1-2,10
^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19.NOVEMBER 1992		29. 12. 92
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
EUROPAISCHES PATENTAMT		RIVERO C.G.

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		Betr. Anspruch Nr.
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	
A	US,A,4 725 024 (VORLICEK) 16. Februar 1988 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 44 siehe Spalte 5, Zeile 13 - Spalte 6, Zeile 3; Abbildungen 1-3 ---	1-2,10
A,P	WO,A,9 203 339 (MICROCOSM, INC.) 5. März 1992 siehe Seite 6, Zeile 27 - Seite 7, Zeile 7 siehe Seite 10, Zeile 19 - Seite 11, Zeile 31; Abbildungen 1-2 -----	1-2,10

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 9202049
SA 64189

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 19/11/92.
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19/11/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO-A-8902622	23-03-89	DE-A-	3831563	18-05-89
		EP-A-	0333808	27-09-89
		JP-T-	2501214	26-04-90
		US-A-	5042752	27-08-91

WO-A-8705411	11-09-87	DE-A-	3606640	15-10-87
		DE-A-	3780102	06-08-92
		EP-A, B	0258333	09-03-88
		JP-T-	63502700	06-10-88
		US-A-	4914564	03-04-90

US-A-4725024	16-02-88	EP-A, B	0225683	16-06-87
		JP-A-	62120300	01-06-87

WO-A-9203339	05-03-92	EP-A-	0496879	05-08-92

EPO FORM P0473

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