



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 32 681 T2** 2007.10.18

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 076 005 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 32 681.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 115 612.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.02.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B64G 1/24 (2006.01)**
B64G 1/26 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
374215 13.08.1999 US

(73) Patentinhaber:
Hughes Electronics Corp., El Segundo, Calif., US

(74) Vertreter:
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:
Eyerly, Bruce N., Torrance, CA 90503, US

(54) Bezeichnung: **Umlaufbahnsteuerung eines Raumfahrzeuges bei Rückmeldung der Lage der Umlaufbahn**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssysteme und -verfahren und, insbesondere ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren, das Weltraumfahrzeugpositionsdaten verarbeitet, um den Bedürfnissen der Weltraumfahrzeug-Lageerfassung für Umlaufbahnanhebungszündungen geringer Schubkraft und mit langer Zeitdauer gerecht zu werden.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Herkömmliche Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnanhebungsmanöver verwenden Zündungen hoher Schubkraft und über kurze Zeiträume. Eine präzise Weltraumfahrzeuglage und Umlaufbahninformation ist essentiell, um die gewünschte Änderung der Weltraumfahrzeugumlaufbahn zu erhalten und die Triebwerke mit hohem Schub effizient zu nutzen. Während die Lage während der Zündung erhalten werden kann, ist das Halten der Umlaufbahn im Wesentlichen ein offener Regelkreis. Unglücklicherweise arbeiten die Lageerfassungssensoren an Bord des Weltraumfahrzeugs häufig nicht während der Umlaufbahnanhebung aus Gründen, wie beispielsweise dem, dass das Weltraumfahrzeug zu nahe an der Erde ist, es sich um eine sich drehende Übergangsumlaufbahn handelt, oder eine blockierte Sichtlinie aufgrund der eingefalteten Konfiguration des Weltraumfahrzeugs vorliegt, etc. Alternativ kann bei einigen Gelegenheiten die geforderte Lagegenauigkeit während der Umlaufbahnanhebung die benötigte Genauigkeit im Betrieb übersteigen. In jedem Fall fügen die Umlaufbahnanhebungssensoranforderungen zusätzliche Kosten und Komplexität dem Lagebestimmungssystem hinzu, was häufig hierfür benötigte Sensoren und Sensorverarbeitung erforderlich macht.

[0003] Ein autonomes bordeigenes Umlaufbahnsteuerungs/Aufrechterhaltungssystem für Satelliten ist beispielsweise in WO 98/25156 A offenbart.

[0004] Idealerweise wird ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und ein -verfahren zur Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnanhebung benötigt, mit dem die absoluten Lageerfassungsgenauigkeitsanforderungen dramatisch reduziert werden relativ zu den herkömmlichen Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnanhebungstechniken.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0005] Demgemäß ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren bereitzustellen,

das Weltraumfahrzeugpositionsdaten verarbeitet, um die Weltraumfahrzeugerfassungsbedürfnisse für Umlaufbahnanhebungszündungen mit geringem Schub und über lange Zeiträume zu erfüllen.

[0006] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren anzugeben, bei dem die momentane Weltraumfahrzeugposition mit der gewünschten Weltraumfahrzeugposition während Umlaufbahnanhebungszündungen über lange Zeiträume und mit geringem Schub verglichen wird, um ein Fehlersignal zu erzeugen, das einen Weltraumfahrzeugpositionsfehler zur Einstellung der Lage des Weltraumfahrzeugs angibt und um den Weltraumfahrzeugpositionsfehler zu beseitigen, derart, dass die aktuelle bzw. momentane Weltraumfahrzeugposition mit der gewünschten Weltraumfahrzeugposition übereinstimmt.

[0007] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren zum Steuern bzw. Regeln der Umlaufbahnanhebung eines Weltraumfahrzeugs mit Umlaufbahnanhebungszündungen mit geringem Schub und über lange Zeiträume bereitzustellen, indem eine Erfassungsschleife der Weltraumfahrzeug-Ist-Position um die gewünschte Weltraumfahrzeugposition geschlossen wird, derart, dass die Weltraumfahrzeuglage innerhalb der geschlossenen Positionsschleife ist und damit relativ geringe Genauigkeit der Weltraumfahrzeuglageerfassung zu akzeptablen Umlaufbahnanhebungsleistungen führt.

[0008] Beim Ausführen der zuvor erwähnten Aufgaben und anderer Aufgaben stellt die vorliegende Erfindung ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem zum Steuern der Umlaufbahn eines Weltraumfahrzeugs während der Umlaufbahnanhebung bereit. Das Steuerungssystem umfasst einen Weltraumfahrzeug-Ist-Positionssensor, einen Weltraumfahrzeug-Soll-Positionsgeber, einen Vergleicher und ein Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem. Der Weltraumfahrzeug-Ist-Positionssensor erzeugt ein Ist-Positionssignal, das die momentane Position des Weltraumfahrzeugs wiedergibt. Der Weltraumfahrzeug-Soll-Positionsgeber liefert ein gewünschtes bzw. Soll-Positionssignal, das die gewünschte Position des Weltraumfahrzeugs wiedergibt. Der Vergleicher vergleicht das Ist-Positionssignal mit dem Soll-Positionssignal, um ein Fehlersignal zu erzeugen, das einen Unterschied der Position zwischen der Ist-Position und der Soll-Position des Weltraumfahrzeugs wiedergibt. Das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem umfasst Triebwerke, die mit Umlaufbahnanhebungszündungen über einen langen Zeitraum und mit geringem Schub arbeiten, um die Lage des Weltraumfahrzeugs zum Bewegen des Weltraumfahrzeugs von der Ist-Position zu der Soll-Position als Funktion des Fehlersignals einzu-

stellen, so dass das Weltraumfahrzeug eine gewünschte Umlaufbahn während der Umlaufbahnanhebung einhält.

[0009] Beim Ausführen der zuvor genannten Aufgaben und andere Aufgaben liefert die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Steuern der Umlaufbahn eines Weltraumfahrzeugs während einer Umlaufbahnanhebung über einen langen Zeitraum und mit geringem Schub. Das Verfahren umfasst das Erzeugen eines Ist-Positionssignals, das die Ist-Position des Weltraumfahrzeugs angibt. Ein Soll-Positionssignal, das die Soll-Position des Weltraumfahrzeugs als Funktion eines Eingangssignals der gewünschten Flugbahn, einer abgelaufenen Zeit, einem Schubpegel und eine Triebwerkslage angibt, wird dann bereitgestellt. Das Ist-Positionssignal wird dann mit dem Soll-Positionssignal verglichen, um ein Fehlersignal zu erzeugen, das einen Positionsunterschied zwischen der Ist-Position und der Soll-Position des Weltraumfahrzeugs angibt. Triebwerke werden mit Umlaufbahnanhebungszündungen über einen langen Zeitraum und mit geringem Schub betrieben, um die Lage des Weltraumfahrzeugs zum Bewegen des Weltraumfahrzeugs aus der Ist-Position in die Soll-Position als Funktion des Fehlersignals einzustellen, so dass das Weltraumfahrzeug eine gewünschte Umlaufbahn während der Umlaufbahnanhebung einhält.

[0010] Die Vorteile, die sich aus der vorliegenden Erfindung ergeben, sind zahlreich. Beispielsweise ist die vorliegende Erfindung eine kostengünstige Alternative, wenn Zündungen über einen langen Zeitraum mit geringem Schub verwendet werden zusammen mit einer periodischen Weltraumfahrzeugpositions-messung. Da die Weltraumfahrzeuglage innerhalb der geschlossenen Positionsschleife ist und wenn nötig eingestellt wird, um die Flugbahn des Weltraumfahrzeugs auf der Bahn zu halten, sind die absoluten Weltraumfahrzeug-Lageerfassungsgenauigkeitsanforderungen relativ zum Stand der Technik reduziert.

[0011] Dies und andere Merkmale, Gesichtspunkte und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ergeben sich besser mit Bezug auf die nachfolgende Beschreibung, die angehängten Ansprüche und die begleitenden Zeichnungen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das das Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0013] [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm, das die Prozesse darstellt, die mit dem Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren der vorliegenden Erfindung verknüpft sind.

BESTER MODUS ZUR AUSFÜHRUNG DER ER-FINDUNG

[0014] Es wird nun auf [Fig. 1](#) Bezug genommen, in der ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem **10** der vorliegenden Erfindung dargestellt ist. Das Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem **10** ist in einem Weltraumfahrzeug enthalten und umfasst einen Weltraumfahrzeug-Ist-Positionssensor **12**, einen Weltraumfahrzeug-Soll-Positiongeber **14** und ein Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem **16**. Vorzugsweise steuert das Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem **10** die Position des Weltraumfahrzeugs während der Umlaufbahnanhebung, bei der Triebwerke mit Zündungen über einen langen Zeitraum und mit geringem Schub das Weltraumfahrzeug bewegen. Während der Umlaufbahnanhebung erzeugt der Ist-Positionssensor **12** ein Ist-Positionssignal, das die Ist-Position des Weltraumfahrzeugs angibt. Die Position des Weltraumfahrzeugs bezieht sich auf die Position des Weltraumfahrzeugs bezüglich der Erde. Der Soll-Positiongeber **14** liefert ein Soll-Positionssignal, das die gewünschte bzw. Soll-Position des Weltraumfahrzeugs angibt. Die Soll-Position des Weltraumfahrzeugs ist die geplante Position des Weltraumfahrzeugs während einer gewünschten Umlaufbahn zu einem vorgegebenen Zeitpunkt. Die Umlaufbahn eines Weltraumfahrzeugs ist der Weg bzw. Pfad, dem das Weltraumfahrzeug folgt, wenn es sich um die Erde dreht. Aufeinanderfolgende Bestimmungen der Position führen zu der Bestimmung der Weltraumfahrzeuggeschwindigkeit und der Umlaufbahn.

[0015] Ein Vergleich **18** des Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystems **10** vergleicht das Ist-Positionssignal von dem Ist-Positionssensor **12** mit dem Soll-Positionssignal von dem Soll-Positiongeber **14**, um ein Positionsfehlersignal zu erzeugen. Das Positionsfehlersignal zeigt den Unterschied der Weltraumfahrzeugposition zwischen der Ist-Position und der Soll-Position des Weltraumfahrzeugs an. Das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem **16** benutzt das Positionsfehlersignal zum Steuern bzw. Regeln der Lage und folglich der Position und der Umlaufbahn des Weltraumfahrzeugs. Die Lage des Weltraumfahrzeugs ist die Winkelausrichtung des Weltraumfahrzeugs mit Bezug auf einen Referenzrahmen wie beispielsweise der Erde oder Fixsternen. Allgemein bezieht sich die Lage des Weltraumfahrzeugs darauf, wohin das Weltraumfahrzeug gerichtet ist und die Position des Weltraumfahrzeugs bezieht sich darauf, wo sich das Weltraumfahrzeug befindet.

[0016] Der Ist-Positionssensor **12** ist eine Navigationsvorrichtung, die Daten erzeugt, die die Ist-Position des Weltraumfahrzeugs anzeigen. Vorzugsweise ist der Ist-Positionssensor **12** ein Global Positioning System „GPS“ (Empfänger) und ein anderes geeignetes Mittel, wie beispielsweise ein Hochfrequenz-

entfernungsmesssystem zum Bestimmen der Ist-Position des Weltraumfahrzeugs. Im Gegensatz zu früheren On-Station-Lageerfassungssensoren, die eine präzise Lageinformation liefern, liefert der Ist-Positionssensor **12** eine Ist-Positionsinformation, die von einem Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem **10** zusammen mit der Soll-Positionsinformation verarbeitet wird, um eine Lageinformation mit relativ geringer Genauigkeit zu bestimmen.

[0017] Der Soll-Positionsgeber **14** erzeugt das gewünschte bzw. Soll-Positionssignal als Funktion eines gewünschten Flugbahn-Eingangssignals **20**, eines Eingangssignals der abgelaufenen Zeit **22**, ein Eingangssignal über den Schubpegel **24** und ein Eingangssignal über die Schublage **26**. Das Eingangssignal über die gewünschte Flugbahn **20** liefert ein Signal, das die gewünschte Umlaufbahn des Weltraumfahrzeugs anzeigt. Die gewünschte Umlaufbahn wird üblicherweise vor dem Start des Weltraumfahrzeugs ausgewählt und in einem Speicher gespeichert. Das Eingangssignal über die abgelaufene bzw. vergangene Zeit **22** liefert ein Signal, das die vorgegebene Zeit anzeigt, die das Weltraumfahrzeug in der Umlaufbahn ist. Das Eingangssignal über den Schubpegel **24** liefert ein Signal, das die Größe des Schubs angibt, der von den in dem Weltraumfahrzeug enthaltenen Triebwerken ausgeübt wird. Das Eingangssignal über die Schublage **26** liefert ein Signal, das die Richtung angibt, in die die Triebwerke gerichtet sind.

[0018] Das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem **16** umfasst Triebwerke, die vorzugsweise mit Umlaufbahnanhebungszündungen über einen langen Zeitraum mit geringem Schub arbeiten. Die Triebwerke sind in eine vorgegebene Lage ausgerichtet und liefern einen vorgegebenen Schubpegel, um das Weltraumfahrzeug in eine vorgegebene Richtung mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit zu bewegen. Da die Umlaufbahnanhebungszündungen mit geringem Schub erfolgen, ist es nicht kritisch, die Lage des Weltraumfahrzeugs genau zu kennen. Eine Bewegung des Weltraumfahrzeugs in die falsche Richtung ist bei Anhebungszündungen über einen langen Zeitraum mit geringem Schub nicht kritisch, da sich das Weltraumfahrzeug nur wenig in die falsche Richtung bewegt im Vergleich zu Anhebungszündungen kurzer Dauer und mit hohem Schub, bei denen ein Fehler in die falsche Richtung dazu führen würde, dass das Weltraumfahrzeug stark über das gewünschte Ziel hinauschießt. Vorzugsweise sind die Triebwerke Ionenstrahltriebwerke oder Ähnliches. Das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem **16** kann ein Rückkopplungs- bzw. Feedbacksignal an den Weltraumfahrzeug-Ist-Positionssensor **12** liefern. Das Feedbacksignal von dem Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem **16** ist ein Lagesignal, das in ein Positionssignal durch eine Umwandlungseinheit (nicht speziell gezeigt) umgewandelt wird.

[0019] Es wird nun auf die [Fig. 2](#) Bezug genommen, in denen ein Flussdiagramm **30** gezeigt ist, das die mit dem Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem und -verfahren der vorliegenden Erfindung verknüpften Vorgänge darstellt. Allgemein steuern die Vorgänge, die im Flussdiagramm **30** gezeigt sind, die Umlaufbahnanhebung des Weltraumfahrzeugs während Anhebungszündungen über einen langen Zeitraum mit geringem Schub. Der Block **32** erfasst die Ist-Position des Weltraumfahrzeugs während der Umlaufbahnanhebung und erzeugt ein Ist-Positionssignal, das die Ist-Position des Weltraumfahrzeugs angibt. Block **34** bestimmt die Soll-Position des Weltraumfahrzeugs während der Umlaufbahnanhebung und liefert ein Soll-Positionssignal, das die Soll-Position des Weltraumfahrzeugs angibt. Block **36** vergleicht das Ist-Positionssignal mit dem Soll-Positionssignal, um ein Fehlersignal zu erzeugen, das den Unterschied der Position zwischen Ist-Position und Soll-Position des Weltraumfahrzeugs angibt. Block **38** stellt die Lage des Weltraumfahrzeugs ein, um das Weltraumfahrzeug aus der Ist-Position in die Soll-Position entlang der gewünschten Flugbahn als Funktion des Fehlersignals zu bewegen, so dass das Weltraumfahrzeug eine Sollumlaufbahn während der Umlaufbahnanhebung beibehält.

[0020] Das Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren, das beschrieben wurde, geht davon aus, dass die Triebwerksausrichtung mit Bezug auf den Weltraumfahrzeugrumpf fest ist. Häufig verwendet ein Weltraumfahrzeug Triebwerke, die neu ausgerichtet werden können (beispielsweise kardanisch aufgehängte Triebwerke) und zwar relativ zu dem Weltraumfahrzeugrumpf. Bei dieser alternativen Ausführungsform muss die Weltraumfahrzeuglage nicht eingestellt werden, um Umlaufbahnfehler zu korrigieren. Nur die Triebwerksausrichtung relativ zu dem Weltraumfahrzeugrumpf muss eingestellt werden. Folglich würde das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem **16** die Triebwerksausrichtung einstellen und diese Änderung in der Ausrichtung würde durch das Triebwerkslageeingangssignal **26** angezeigt werden.

[0021] Das Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren der vorliegenden Erfindung wird vorzugsweise während der Umlaufbahnanhebung für Low Earth Orbit (LEO; niedere Erdumlaufbahn) Satelliten eingesetzt. Das Weltraumfahrzeugsteuerungssystem und -verfahren kann jedoch verallgemeinert werden, um Medium Earth Orbit (MEO; mittlere Erdumlaufbahn) und geostationäre (GEO) Satelliten mit zu umfassen. Zusätzlich zum Einsatz bei Umlaufbahnanhebung kann das Weltraumfahrzeugsteuerungssystem und -verfahren der vorliegenden Erfindung verallgemeinert werden, um es bei Manövern zur Umlaufbahnänderung, zur Lageshaltung und dazu einzusetzen, das Weltraumfahrzeug aus der Umlaufbahn zu bringen. Ferner kann

das Weltraumfahrzeugsteuerungssystem und -verfahren auf eine Vielzahl von Umlaufbahnerfassungstechniken und Schubpegel ausgedehnt werden.

[0022] Somit zeigt sich, dass erfindungsgemäß ein Weltraumfahrzeug-Umlaufbahnsteuerungssystem und -verfahren bereitgestellt wird, das die Aufgaben, Ziele und Vorteile vollständig erfüllt, die zuvor ausgeführt wurden. Während die vorliegende Erfindung in Verbindung mit spezifischen Ausführungsformen beschrieben wurde, versteht sich, dass viele Alternativen, Modifikationen und Variationen für den Fachmann im Lichte der vorhergehenden Beschreibung offensichtlich werden. Folglich ist beabsichtigt, alle solchen Alternativen, Modifikationen und Variationen zu erfassen, die innerhalb des Rahmens der angehängten Ansprüche liegen.

Patentansprüche

1. Steuerungssystem (10) zum Steuern der Umlaufbahn eines Weltraumfahrzeugs während der Umlaufbahn-Anhebung, wobei das Steuerungssystem (10) aufweist:

einen Weltraumfahrzeug-Ist-Positionssensor (12) zum Erzeugen eines Ist-Positionssignals, das die aktuelle Position des Weltraumfahrzeugs anzeigt; eine Weltraumfahrzeug-Soll-Positionsbereitstellungseinrichtung (14) zum Bereitstellen eines Soll-Positionssignals, das die gewünschte Position des Weltraumfahrzeugs anzeigt; einen Vergleicher (18) zum Vergleichen des Ist-Positionssignals mit dem Soll-Positionssignal, um ein Fehlersignal zu erzeugen, das einen Positionsunterschied zwischen der Ist-Position und der Soll-Position des Weltraumfahrzeugs anzeigt; und ein Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem (16), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem (16) Triebwerke aufweist, die mit Umlaufbahn-Anhebungszündungen geringer Schubkraft und in langen Zeiträumen arbeiten, um die Lage des Weltraumfahrzeugs einzustellen, um das Weltraumfahrzeug von der Ist-Position in die Soll-Position zu bewegen als Funktion des Fehlersignals derart, dass das Weltraumfahrzeug eine Soll-Umlaufbahn während der Umlaufbahn-Anhebung aufrechterhält.

2. Steuerungssystem (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Weltraumfahrzeug-Ist-Positionssensor (12) ein Global-Positioning-System-Empfänger ist.

3. Steuerungssystem (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Weltraumfahrzeug ein Triebwerk aufweist, das in einer vorgegebenen Lage ausgerichtet ist, um einen vorgegebenen Schubkraftpegel bereitzustellen, um das Weltraumfahrzeug zu bewegen, wobei das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem (16) das Triebwerk

steuert, um die Lage des Weltraumfahrzeugs einzustellen.

4. Steuerungssystem (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem (16) die Lage des Triebwerks steuert, um die Lage des Weltraumfahrzeugs einzustellen.

5. Steuerungssystem (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Weltraumfahrzeug-Lagesteuerungssystem (16) den Schubkraftpegel des Triebwerks steuert, um die Lage des Weltraumfahrzeugs einzustellen.

6. Verfahren (30) zum Steuern der Umlaufbahn eines Weltraumfahrzeugs während einer Umlaufbahn-Anhebung, wobei das Verfahren aufweist:

Erzeugen (32) eines Ist-Positionssignals, das die Ist-Position des Weltraumfahrzeugs anzeigt; Bereitstellen (34) eines Soll-Positionssignals, das die Soll-Position des Weltraumfahrzeugs als Funktion eines Soll-Flugbahn-Eingangssignals (20), eines Eingangssignals (22) über die abgelaufene Zeit, eines Eingangssignals (24) über den Schubkraftpegel und eines Eingangssignals (26) über die Triebwerkslage anzeigt; Vergleichen (36) des Ist-Positionssignals mit dem Soll-Positionssignal, um ein Fehlersignal zu erzeugen, das einen Positionsunterschied zwischen der Ist-Position und der Soll-Position des Weltraumfahrzeugs anzeigt; dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren aufweist: Betreiben von Triebwerken mit Umlaufbahn-Anhebungszündungen langer Zeitdauer und geringer Schubkraft, um die Lage des Weltraumfahrzeugs einzustellen (38), um das Weltraumfahrzeug von der Ist-Position in die Soll-Position zu bewegen als eine Funktion des Fehlersignals, derart, dass das Weltraumfahrzeug eine Soll-Umlaufbahn während der Umlaufbahn-Anhebung beibehält.

7. Verfahren (30) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Erzeugen (32) eines Ist-Positionssignals, das die Ist-Position des Weltraumfahrzeugs anzeigt, die Verwendung eines Global-Positioning-System-Empfängers umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Weltraumfahrzeug ein Triebwerk aufweist, das in eine vorgegebene Lage ausgerichtet ist und einen vorgegebenen Schubkraftpegel bereitstellt, um das Weltraumfahrzeug zu bewegen, wobei das Einstellen (38) der Lage des Weltraumfahrzeugs, um das Weltraumfahrzeug zu bewegen, ein Steuern der Lage des Triebwerks umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Einstellen (38) der Lage des Weltraumfahrzeugs zum Bewegen des Weltraumfahrzeugs ein Steuern der Lage des Triebwerks umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Einstellen (**38**) der Lage des Weltraumfahrzeugs zum Bewegen des Weltraumfahrzeugs ein Steuern des Schubkraftpegels des Triebwerks umfasst.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

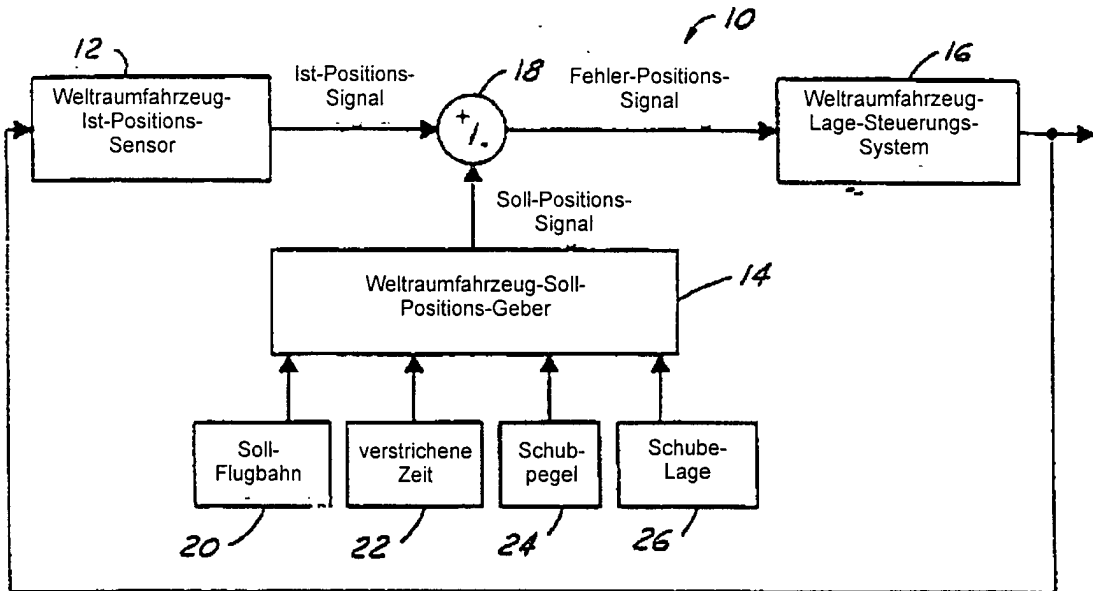


FIG. 1

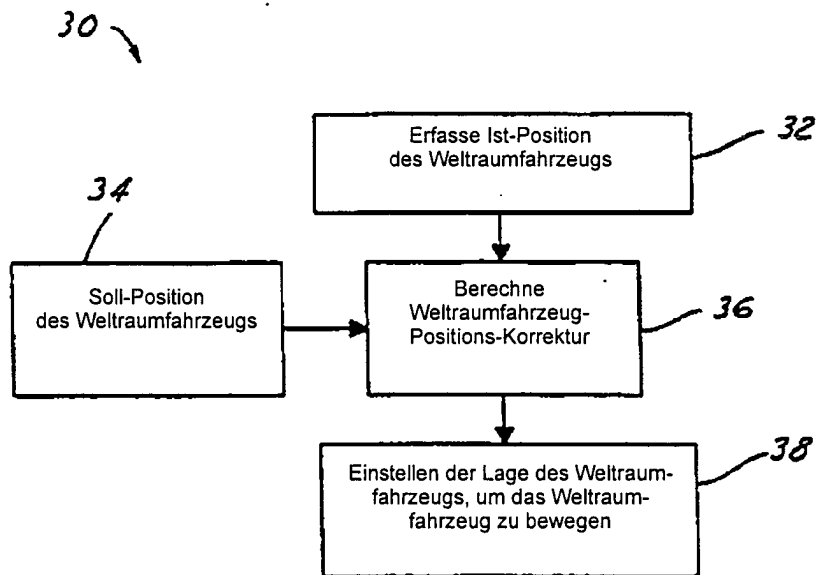


FIG. 2