



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 12 709 T2** 2007.02.22

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 461 248 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B64G 1/50** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 12 709.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR02/04428**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 799 822.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/059740**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.12.2002**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **24.07.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **21.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.02.2007**

(30) Unionspriorität:  
**0200006 02.01.2002 FR**

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

(73) Patentinhaber:  
**EADS Astrium S.a.s., Toulouse, FR**

(72) Erfinder:  
**Walker, Andrew Nicholas, 31000 Toulouse, FR;  
Guerin, Jean-Pierre, 78146 Velizy-Villacoublay, FR**

(74) Vertreter:  
**TBK-Patent, 80336 München**

(54) Bezeichnung: **RAUMFAHRZEUG MIT AUSZIEHBAREN ABSTRAHLERN**

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**

**[0001]** Die Erfindung betrifft Raumfahrzeuge, die mit Wärmestrahlern ausgestattet sind, die vorgesehen sind, um die an Bord des Fahrzeugs erzeugte thermische Energie in den Weltraum abzuleiten.

**[0002]** Sie betrifft genauer gesagt Raumfahrzeuge, die vorgesehen sind, um Satelliten auszubilden, die auf einer geosynchronen Umlaufbahn und besonders auf einer geostationären Umlaufbahn stationiert sind, wobei sie derart stabilisiert werden, dass eine bestimmte Achse des Satelliten in Richtung Erde ausgerichtet bleibt.

**[0003]** Beim letzteren Fall handelt es sich um Telekommunikationssatelliten, die Hauptantennen aufweisen, die dazu dienen, genau auf einen Bereich der Erde ausgerichtet zu bleiben, wenn sich der Satellit in Position befindet.

**[0004]** Die für die Ladung der Raumfahrzeuge und insbesondere der geostationären Satelliten erforderliche elektrische Leistung wird von einem oder mehreren Solarzellenpaneelen erbracht, die um eine Achse ausrichtbar sind, um sie Richtung Sonne gerichtet zu halten. Bei geostationären Satelliten ist diese Drehachse der Solarzellenpaneele, genannt Y-Achse, in einer Nord-Süd-Richtung ausgerichtet.

**[0005]** Herkömmlicherweise haben geostationäre Satelliten dieser Art einen allgemeinen Aufbau, wie er in [Fig. 1](#) gezeigt wird.

**[0006]** Der Körper **10** des Satelliten hat Treibstoffbehälter, eine Ladung, den Ausrüstungsladeraum und die Bordelektronik.

**[0007]** Drei dem Satelliten zugeordnete Achsen Z, Y und X sind angeordnet, um in Richtung der Erde ausgerichtet zu sein, jeweils in der Nord-Süd-Richtung und in der Ost-West-Richtung, wenn sich der Satellit in Position befindet. Im Allgemeinen hat der Körper des Satelliten die Form eines Parallelogramms mit nördlichen und südlichen Flächen, wobei eine Fläche in Richtung der Erde ausgerichtet ist und eine Fläche weg von der Erde ausgerichtet ist, die oft hintere Fläche genannt wird.

**[0008]** Die Solarzellenpaneele **12** sind an den nördlichen und südlichen Flächen angebracht, und sind um die Y-Achse ausrichtbar.

**[0009]** Die Hauptfernmeldeantennen **14** sind seitlich an beiden Seiten des Satelliten befestigt, weit genug entfernt von den östlichen und westlichen Flächen (oder von nur einer von diesen), um ihre Sende- oder Empfangsstrahlungskeule freizusetzen. Diese Hauptantennen müssen wegen ihrer schmalen Strahlungskeule, präzise in Richtung der abzude-

ckenden Bereiche der Erde zeigend bleiben.

**[0010]** Zum Beibehalten des Satelliten in Position, trägt der Körper **10** Antriebsdüsen **16**, denen Treibstoffe zugeführt werden können, von denen eine bestimmte Anzahl an dem der Erde entgegengesetzten Ende des Satelliten platziert sind. Bei neueren Satelliten werden diese Düsen durch ein oder mehrere Plasmaantriebssysteme **18** ergänzt. Beim Betrieb erzeugen die Düsen oder Generatoren Strahle oder Fahnen **20** und **22** von heißem Gas mit hoher Geschwindigkeit. Die Einwirkung dieser Strahle auf Flächen bewirkt ungewünschte Kräfte, reduziert die Leistung der Düsen oder eines Ionengenerators, und kann die Flächen beschädigen.

**[0011]** Herkömmlicherweise sind befestigte abstrahlende Flächen **24** an den nördlichen und südlichen Flächen des Satelliten befestigt und sind thermisch mit den Ladungen des Satelliten verbunden, die eine Wärme erzeugen, beispielsweise durch Wärmerohre. Die Zunahme der thermischen Leistung, die an den neueren Hochleistungssatelliten erzeugt wird, macht den Flächenbereich für eine thermische Ableitung der festen Abstrahlflächen unzureichend. Infolgedessen wurden Satelliten entwickelt, die zusätzlich ausfahrbare Strahler aufweisen, die beim Start an dem Körper des Satelliten gehalten werden und die später ausgefahren werden, indem sie im Allgemeinen geschwenkt werden, um sie in eine Ausrichtung in Richtung Norden (und/oder Süden) zu bringen. Die zu realisierenden Aufbauweisen wurden im besonderen Maße derart entwickelt, dass die Strahler bei dem ausgezogenen Zustand die Keule der Hauptfernmeldeantennen nicht versperrt. Insbesondere wurde ein Satellit vorgeschlagen (WO 99/19212), dessen ausfahrbare Strahler um ein Scharnier geschwenkt werden können, beginnend von einer Position, bei der sie an der Nord- und Südfläche gelagert werden, in eine Position, bei der sie an dem der Erde entfernten Ende liegen (in der -Z-Richtung).

**[0012]** Diese Anordnung erlaubt es, die Funktionsweise der Hauptfernmeldeantennen nicht zu stören. Des weiteren können die Strahler **25** durch schräges Platzieren der Scharniere in eine divergierende Anordnung gebracht werden, die diese von der Einwirkung des Hochgeschwindigkeitsheißgases deutlich entfernt, das diese beschädigen könnte.

**[0013]** Diese Anordnung stellt eine beträchtliche Einschränkung dar, weil sie andere Probleme nicht in Betracht zieht. Um ein Wiedererlangen der Steuerung eines Satelliten zu ermöglichen, der seine nominale Ausrichtung verloren hat, beispielsweise wegen eines Navigationsfehlers oder eines Defekts, ist es nicht möglich, Übertragungen über die Hauptfernmeldeantennen **14** zu verwenden, da deren Strahlungskeule sehr schmal ist. Infolgedessen ist es üblich,

eine omnidirektionale Antenne **26** (anders gesagt, die ein Blickfeld von zumindest  $2\pi$  Steradian hat), die in der  $-Z$ -Richtung ausgerichtet ist (nominaler Weise weg von der Erde), zu platzieren, und oftmals ebenso eine Antenne **26** in der  $+Z$ -Richtung zu platzieren. Beim letzteren Fall deckt jede omnidirektionale Antenne eine Hälfte des Raums ab und zusammen ermöglichen sie eine Verbindung zwischen der Erde und dem beizubehaltenden Satelliten, wie auch immer die Ausrichtung des Letzteren ist.

**[0014]** Um jedoch dieses Ergebnis zu erreichen, darf das Blickfeld der omnidirektionalen Antennen nicht verdeckt werden, da anderenfalls blinde Bereiche bei der Abdeckung der Antenne existieren können, die zu einem Kontaktverlust mit dem Satelliten führen können.

**[0015]** Die Aufgabe der Erfindung ist es insbesondere ein Raumfahrzeug mit einem Aufbau von ausfahrbaren Strahlern vorzusehen, der gleichzeitig ein Verdecken des Blickfelds der Hauptfernmeldeantenne oder Antennen, ein Überlagern mit der Fahne der Antriebsgeneratorordüsen oder ein Verdecken des Blickfelds einer omnidirektionalen Antenne verhindert, die an einer hinteren Fläche des Raumschiffs befestigt ist.

**[0016]** Zu diesem Zweck schlägt die Erfindung insbesondere ein Raumschiff mit einem Körper, zumindest einer Hauptfernmeldeantenne, die eine vorgegebene Ausrichtung bezüglich dem Körper aufweist, zumindest einer omnidirektionalen Antenne, die ein Blickfeld hat, das entgegengesetzt zu dem der Hauptantennen liegt, und zumindest einen Strahler aufweist, der durch Schwenken um eine Achse, die mit dem Körper des Fahrzeugs verbunden ist, zwischen einer Lagerposition, bei der er an dem Körper gehalten wird, und einer ausgefahrenen Position ausfahrbar ist, vor, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkachse im Wesentlichen in der Ebene von einer der Körperflächen positioniert ist, die parallel zu der Ausrichtung der Achse des Blickfelds der omnidirektionalen Antenne und zu den Flächen (oder der Fläche), die die Hauptantenne tragen, liegt, wobei die Schwenkachse derart aufgebaut ist, dass der Strahler durch einen Winkel nahe  $180^\circ$  von einer Lagerposition, bei der er flach an einer Fläche liegt, die ein Solarzellenpaneel trägt, zu einer Position geschwenkt werden kann, bei der er sich im Wesentlichen in der Ebene der Fläche erstreckt, die ihn hält, wenn er gelagert wird.

**[0017]** Bei dem besonderen Fall, bei dem das Raumschiff ein Satellit mit einem Körper, zumindest einer Hauptfernmeldeantenne, die an einer östlichen oder westlichen Fläche befestigt ist, zumindest einer omnidirektionalen Antenne, die an einer von der Erde entfernten Fläche befestigt ist, und zumindest einem Strahler, der durch Schwenken um eine Achse, die

mit dem Körper des Satelliten verbunden ist, zwischen einer Lagerposition, wo er gegen die Nord- oder Südflächen des Körpers gehalten wird, und einer ausgefahrenen Position ausfahrbar ist, ist, und dadurch gekennzeichnet ist, dass die Achse im Wesentlichen in der Ebene der nördlichen oder südlichen Fläche positioniert ist, an denen der Strahler gehalten wird, wenn er gelagert wird, und derart positioniert ist, dass der Strahler durch einen Winkel, der gleich oder nahe  $180^\circ$  ist, von der Lagerposition zu einer Position geschwenkt werden kann, die sich in Richtung Osten oder Westen von dem Körper erstreckt, hinter einer Hauptantenne.

**[0018]** In der Praxis wird der Schwenkwinkel des Strahlers in dem Bereich zwischen  $140^\circ$  und  $180^\circ$  liegen, aber es ist vorteilhaft, dass der Strahler oder jeder Strahler sich im Wesentlichen in der Ebene der Fläche erstreckt, die ihn beim Lagern trägt, anders gesagt, dass er orthogonal zu der  $Y$ -Richtung liegt, wenn er ausgefahren ist.

**[0019]** Im Allgemeinen wird jede der nördlichen und südlichen Flächen zumindest eine oder mehr, im Allgemeinen zwei, Strahler tragen.

**[0020]** Wenn die Schwenkachsen der Strahler parallel zu der  $Z$ -Richtung sind, ist die Maximallänge der Strahler, die es diesem immer noch ermöglicht, gelagert zu werden (außer bei dem Fall eines Strahlers, der aus zwei Teilen hergestellt ist, die eines auf dem anderen faltbar sind), auf die Breite des Satelliten in der  $X$ -Richtung (Ost-West-Richtung) begrenzt, die im Allgemeinen kleiner als seine Länge in der  $Z$ -Richtung ist. Durch Orientieren der Schwenkachsen im Wesentlichen bei  $45^\circ$  zu der  $Z$ -Richtung, ist es möglich, den Strahlern eine Spannweite zu geben die fast gleich der Länge des Satelliten in der  $Z$ -Richtung ist, solange das Ausfahren der Strahler nicht bei bestimmten Ausrichtungen der Solarzellenpaneele aktiviert wird.

**[0021]** Die vorstehenden Merkmale, ebenso wie andere, werden beim Lesen der folgenden Beschreibung von bestimmten Ausführungsbeispielen der Erfindung offensichtlicher werden, die als nicht einschränkende Beispiele dargestellt werden.

**[0022]** Die Beschreibung nimmt Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, in denen:

**[0023]** [Fig. 1](#), die bereits erwähnt ist, den prinzipiellen Aufbau eines repräsentativen Satelliten zeigt;

**[0024]** Die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ähnlich wie [Fig. 1](#) perspektivische Ansichten sind, die eine mögliche Anordnung der Strahler gemäß der Erfindung zeigen;

**[0025]** [Fig. 4](#) eine Draufsicht ist, die eine Nord- oder Südfläche eines Satelliten mit einem unterschiedli-

chen Aufbau der Strahler gemäß der Erfindung zeigt;

[0026] [Fig. 5](#) eine Ansicht in Nord-Süd-Richtung ist, die die Einbaustelle der ausgezogenen Strahler bei dem Fall einer geneigten Schwenkachse zeigt; und

[0027] [Fig. 6](#) eine teilweise perspektivische Ansicht einer Anordnung eines Strahlers gemäß [Fig. 5](#) ist.

[0028] Der Satellit, dessen prinzipieller Aufbau in [Fig. 2](#) gezeigt wird, wo die Elemente, die denen von [Fig. 1](#) entsprechen, die gleichen Bezugszeichen tragen, trägt zusätzlich zu den festen abstrahlenden Flächen **24** des herkömmlichen Aufbaus vier Strahler **25**. Zwei dieser Strahler sind vorgesehen, um symmetrisch um eine Achse **30**, von einer Lagerposition, bei der sie flach gegen die nördliche Fläche liegen, zu einer ausgefahrenen Position zu schwenken, bei der sie sich praktisch in der Verlängerung dieser nördlichen Fläche befinden, hinter den Hauptantennenreflektoren **14**, derart, dass sie sich nicht mit der Keule dieser Antennen überlagern. Die Breite *W* dieser Strahler ist somit auf diejenige des Freiraums hinter den Antennenreflektoren **14** begrenzt. Ihre Länge *L* ist auf die Breite des Körpers in X-Richtung begrenzt. Der Ausfahrmechanismus kann einen herkömmlichen Aufbau aufweisen und beispielsweise eine oder mehrere Federn aufweisen, die, wenn eine Halteverriegelung gelöst wird, beispielsweise durch eine pyrotechnische Einrichtung in Antwort auf eine Anweisung vom Boden, den Radiator in eine ausgefahrene Position bringen, die durch einen Endstopp bestimmt wird.

[0029] Ein zweites Paar Strahler **25** ist derart platziert, um in eine Position im Wesentlichen in der Verlängerung der südlichen Fläche gebracht zu werden, wenn sie ausgefahren werden.

[0030] Man sieht, dass sich die ausgefahrenen Strahler nicht mit der Keule der Hauptantennen überlagern. Sie sind auch nicht in der Fahne der Düsen **16** oder der Antriebsgeneratoren **16** positioniert, die ausgelegt sind, zu arbeiten, wenn sich der Satellit schon in seiner endgültigen Umlaufbahn befindet, selbst wenn die Strahler ausgefahren wurden. Schließlich, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt wird, durchdringen diese nicht die Keule  $\Phi$  der omnidirektionalen Antennen **26**, selbst bei einem festen Winkel, der  $2\pi$  Steradian leicht übersteigt.

[0031] Damit die Strahler ohne einem Vorstehen außerhalb des Satellitenkörpers gelagert werden können, in der Position, die durch die gestrichelte Linie gezeigt wird, darf deren Länge *L* nicht die Breite des Körpers **10** in der X-Richtung übersteigen. Diese Einschränkung kann entfernt werden, indem die Schwenkachse **30** im Wesentlichen entlang der Winkelhalbierenden des Winkels *X*, *Z* oder  $-X$ , *Z*, je nach Fall, angeordnet wird. Bei diesem Fall ist die Länge *L*

nur durch die Länge des Körpers in der Z-Richtung begrenzt. Andererseits ist die Breite jedes Strahlers durch das Vorhandensein der Achse begrenzt, die das Solarzellenpanel stützt. Es sollte ferner hervorgehoben werden, dass der Körper eines Telekommunikationssatelliten oft in ein Servicemodul oder „Bus“ **42**, das weg von der Erde platziert ist, und in ein Zuladungsmodul **44** unterteilt ist, das auf der Seite der Erde platziert ist. Die Anordnung gemäß den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) ermöglicht es, mit einer geeigneten Abmessung der Verbindungsschlaufen mit dem Scharnier, alle Behinderungen des Servicemoduls während des Aufenthalts im Transferorbit zu verhindern.

## Patentansprüche

1. Raumfahrzeug mit einem Körper (**10**), zumindest einer Hauptfernmeldeantenne (**14**) mit einer vorbestimmten Ausrichtung zu dem Körper (**10**) und zumindest einem Strahler (**25**), der durch Schwenken um eine jeweilige Schwenkachse (**30**) zwischen einer Lagerposition in der der Strahler (**25**) an dem Körper (**10**) angebracht ist und einer ausgefahrenen Position ausfahrbar ist, wobei die Schwenkachse (**30**) mit dem Körper (**10**) des Fahrzeugs verbunden ist und im Wesentlichen auf der Ebene einer ersten Fläche (**24**) des Körpers (**10**) angeordnet ist, die ein Solarzellenpaneel (**12**) trägt, wobei die Schwenkachse (**30**) derart ausgerichtet ist, dass der Strahler (**25**) um einen Winkel von annähernd  $180^\circ$  von der Lagerposition, in der der Strahler (**25**) an die das Solarzellenpaneel (**12**) tragende erste Fläche (**24**) gedrückt wird, zu der ausgefahrenen Position schwenkt, in der sich der Strahler (**25**) im Wesentlichen in der Ebene der ersten Fläche (**24**) erstreckt, an die der Strahler (**25**) im Lagerzustand gedrückt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass es auch zumindest eine Rundstrahlantenne (**26**) mit einem zu der zumindest einen Hauptantenne (**14**) entgegengesetzten Sichtfeld hat und dadurch, dass der in der ausgefahrenen Position befindliche Strahler (**25**) in Richtung der Außenseite des Körpers (**10**) bezüglich einer zweiten Fläche des Körpers (**10**) übersteht, die die zumindest eine Hauptantenne (**14**) trägt, oder parallel zu einer Fläche des Körpers (**10**) ist, die die zumindest eine Hauptantenne (**14**) trägt, und auf Seiten der zumindest einen Hauptantenne (**14**) ist, die zur Seite des Sichtfelds der zumindest einen Hauptantenne (**14**) entgegengesetzt ist.

2. Fahrzeug nach Anspruch 1, das durch einen Satelliten gebildet ist, der zumindest eine Hauptfernmeldeantenne (**14**), die von einer östlichen oder westlichen Seite des Körpers (**10**) getragen wird und deren Sichtfeld im Wesentlichen in Richtung der Erde gerichtet ist, zumindest eine Rundstrahlantenne (**26**), die von einer der Erde entgegengesetzten Seite des Körpers (**10**) getragen wird, und zumindest einen Strahler (**25**) aufweist, der durch Schwenken um eine jeweilige Schwenkachse (**30**) zwischen einer Lager-

position, in der der Strahler **(25)** an einer nördlichen oder südlichen Seite des Körpers **(10)** anliegt, und einer ausgefahrenen Position ausfahrbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Achse **(30)** mit dem Körper **(10)** des Satelliten verbunden ist und im Wesentlichen auf der Ebene der nördlichen oder südlichen Seite angeordnet ist, an die der gelagerte Strahler **(25)** angebracht ist, und derart ausgerichtet ist, dass der Strahler **(25)** um einen Winkel gleich oder annähernd  $180^\circ$  von der Lagerposition zu der ausgefahrenen Position schwenkt, in der sich der Strahler **(25)** in Richtung Osten oder Westen von dem Körper **(10)** weg und seitlich von der zumindest einen Hauptantenne erstreckt, die sich entgegengesetzt zu der Seite des Sichtfelds der zumindest einen Hauptantenne **(14)** befindet.

3. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkwinkel des Strahlers **(25)** zwischen  $140^\circ$  und  $180^\circ$  liegt.

4. Fahrzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Nord- und Südflächen zumindest einen oder im Allgemeinen zwei Strahler **(25)** trägt, von denen sich in ausgefahrener Position der eine in Richtung Osten und der andere in Richtung Westen von dem Körper **(10)** erstreckt.

5. Fahrzeug nach Anspruch 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkachse **(30)** im Wesentlichen im  $45^\circ$ -Winkel zur Erdrichtung ausgerichtet ist und der Strahler **(25)** eine Spannweite hat, die nahezu gleich der Länge des Satelliten in Erdrichtung ist.

6. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ebene der ersten Fläche **(24)** des Körpers **(10)**, in der die Schwenkachse **(30)** angeordnet ist, die Schwenkachse **(30)** im Wesentlichen parallel zu der zweiten Fläche des Körpers **(10)** ausgerichtet ist, die die zumindest eine Hauptantenne **(14)** trägt.

7. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ebene der ersten Fläche **(24)** des Körpers **(10)**, in der die Schwenkachse **(30)** angeordnet ist, die Schwenkachse **(30)** vorzugsweise in einem Winkel von im Wesentlichen  $45^\circ$  in Richtung der zweiten Fläche des Körpers **(10)** geneigt ist, die die zumindest eine Hauptantenne **(14)** trägt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

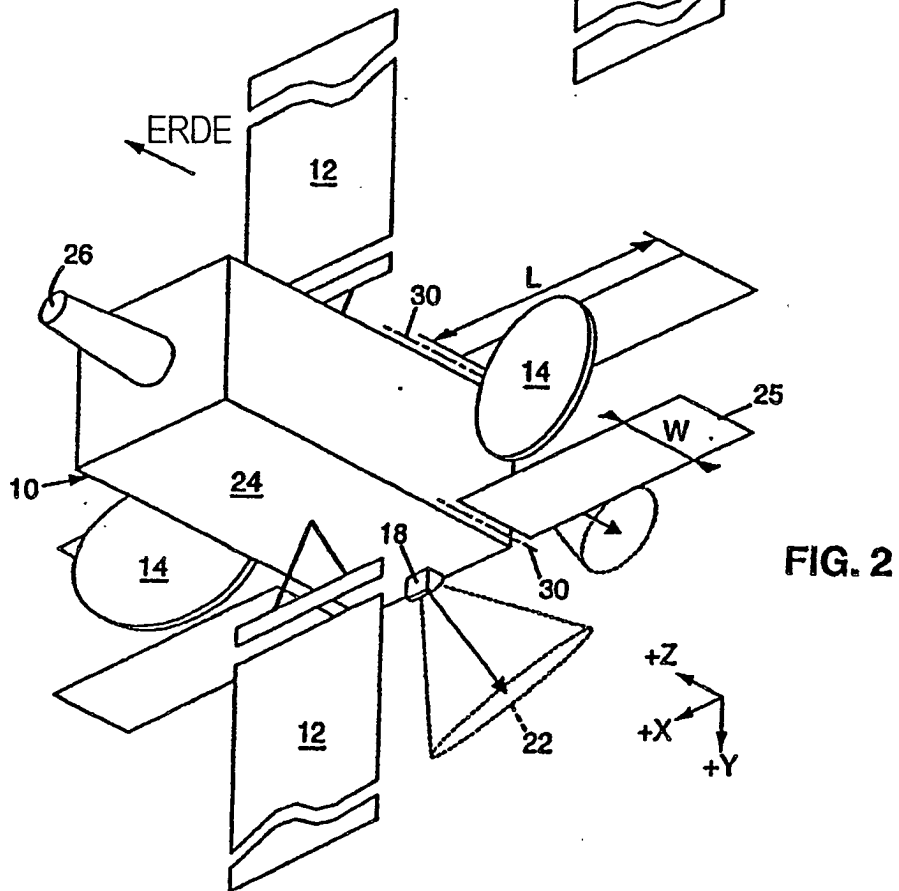
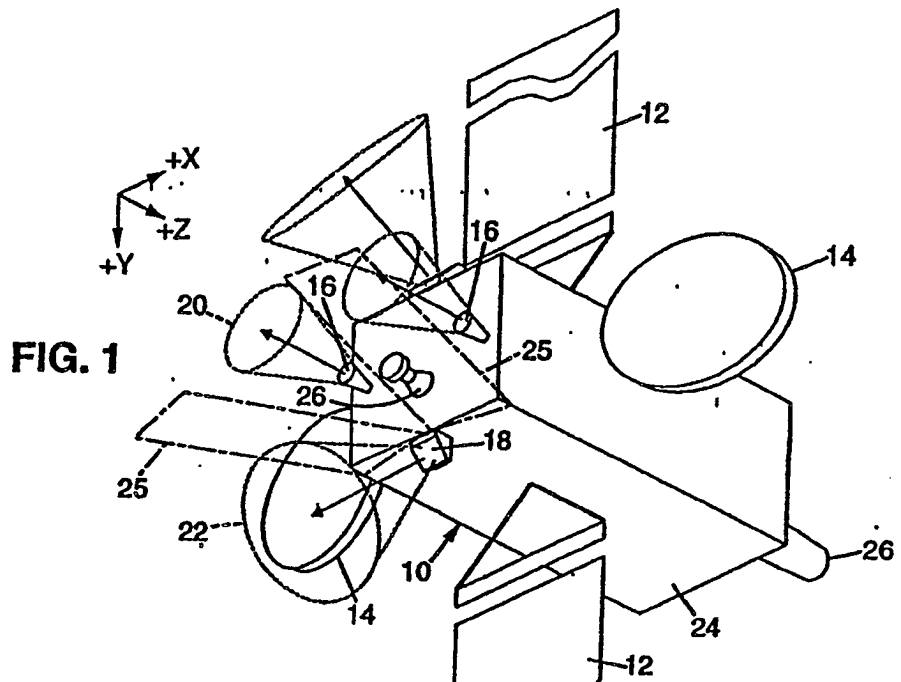


FIG. 3

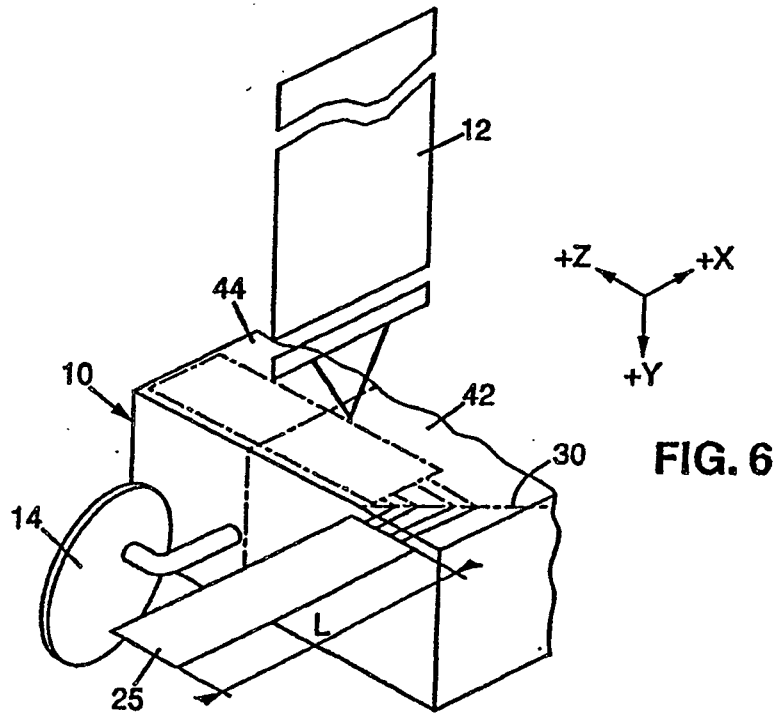
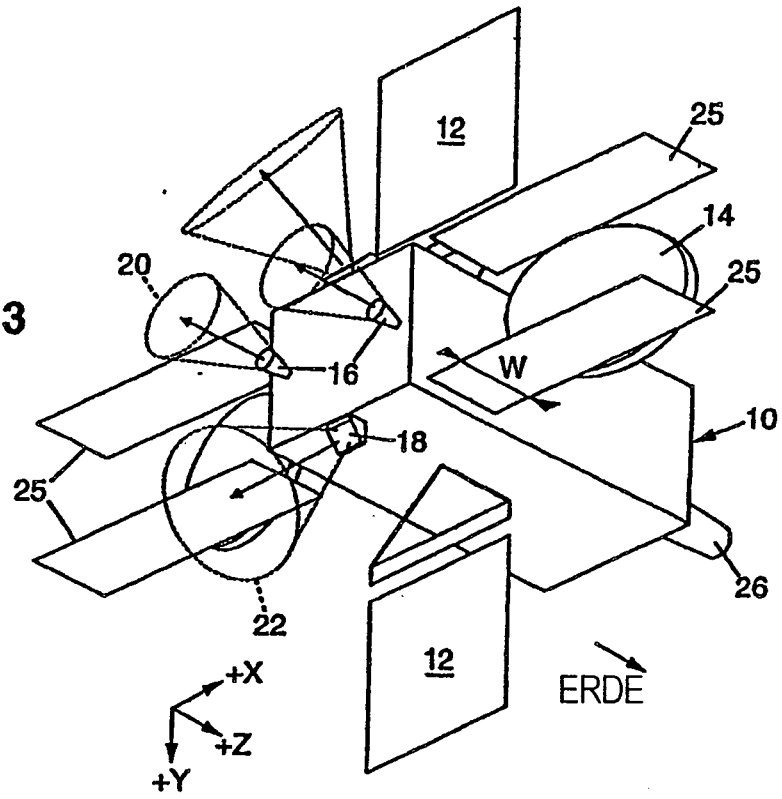
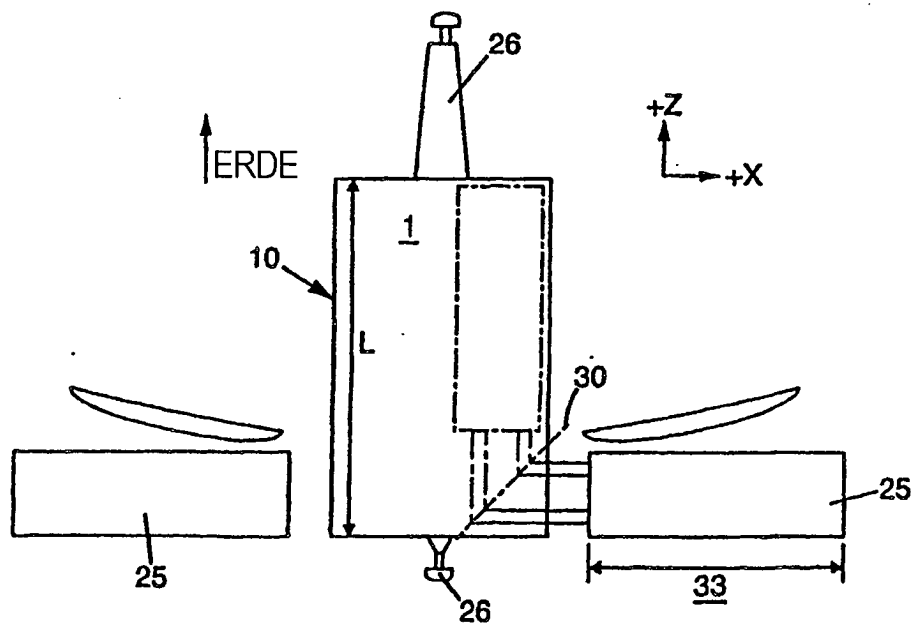
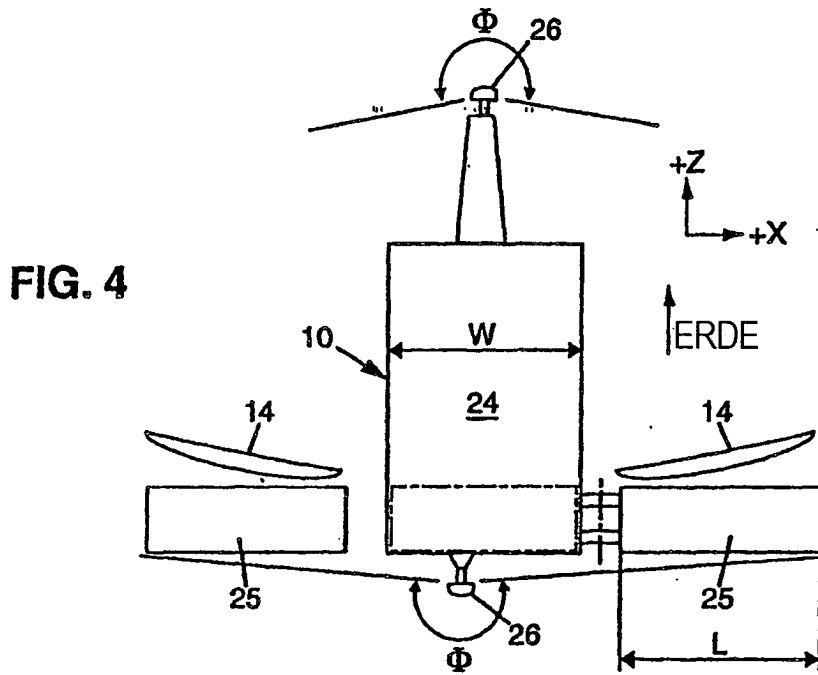


FIG. 6



**FIG. 5**