



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 503 449 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.02.2005 Patentblatt 2005/05

(51) Int Cl.7: **H01Q 3/44**, H01Q 1/28

(21) Anmeldenummer: **04017836.0**

(22) Anmeldetag: **28.07.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **EADS Deutschland GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

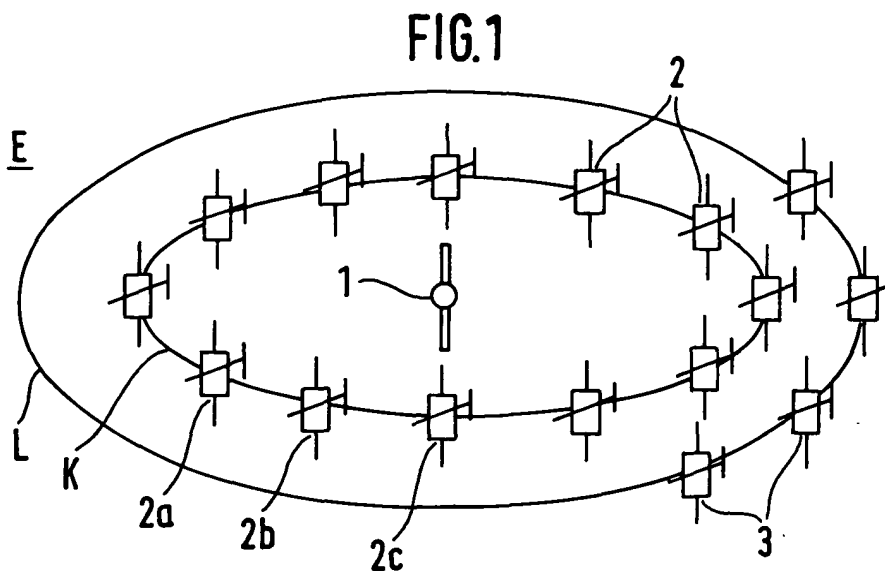
(72) Erfinder: **Mehlretter, Ludwig**
85521 Riemerling (DE)

(30) Priorität: **01.08.2003 DE 10335216**

(54) **Phasengesteuerte Antenne zur Datenübertragung zwischen beweglichen Geräten, insbesondere zwischen Luftfahrzeugen**

(57) In einer phasengesteuerten Antennenanordnung, für bewegliche Geräte, insbesondere für Fluggeräte konzipiert ist, sind um ein aktives zentrales Antennenelement (1) auf konzentrischen Kreisen (L,K) Gruppen von kontrolliert steuerbaren passiven Antennenele-

menten (2,2a,2b,2c,3) angeordnet. Besonders vorteilhaft hinsichtlich der Bündelung der Abstrahlcharakteristik ist hierbei die Anordnung zusätzlicher gleichartiger ebener Antennenanordnungen unter der ursprünglichen Antennenanordnung.



EP 1 503 449 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine phasengesteuerte Antenne, umfassend eine Vielzahl von Antennenelementen, die im Bereich der Oberfläche eines beweglichen Geräts angeordnet ist.

[0002] Für die Übertragung großer Datenmengen zwischen unbemannten Fluggeräten, Flugzeugen, Fahrzeugen und ortsfesten Stationen über große Entfernungen sind nachführbare gebündelte Antennen erforderlich, die sich selbsttätig und entsprechend der Fortbewegungsgeschwindigkeit des jeweiligen Geräts auf die Gegenstelle ausrichten können.

[0003] Der Einsatz von mechanisch schwenkbaren oder phasengesteuerten Richtantennen, die meistens mit entsprechend großen Radomen verkleidet sind, ist wegen des erheblichen Raumbedarfes beispielsweise in kompakten Fluggeräten nur bedingt möglich. Grundsätzlich werden in beweglichen Geräten ortsfest eingebaute Antennen gegenüber mechanisch bewegbaren Antennen aufgrund der geringeren Empfindlichkeit gegenüber stärkeren mechanischen Belastungen bevorzugt. Deshalb wurden verstärkt phasengesteuerte Antennen entwickelt, deren Richtwirkung ohne mechanische Antriebe veränderbar ist und die deshalb auch wesentlich schneller auf eine neue Richtung positionierbar sind. Phasengesteuerte Richtantennen sind aber wegen der erforderlichen großen Anzahl von Teilantennen sehr aufwändig, da jede der Teilantennen phasen- und amplitudenkontrolliert angesteuert werden muss.

[0004] Phased- Array- Antennen sind im allgemeinen bekannt. Die US 4.656.482 A1 beschreibt eine in der Tragfläche eines Fluggeräts einbaubare Phased- Array- Antenne. Diese Antenne ist für den gleichen Verwendungszweck konzipiert, benötigt aber einen erheblichen Aufwand an Bauteilen für die Ansteuerung der einzelnen aktiven Antennenelemente, da jede der vielen Teilantennen phasenund amplitudenkontrolliert angesteuert werden muss. Die Breitbandigkeit dieses Antennentyps ist bemerkenswert, die gesteuerte Einstellbarkeit der Richtwirkung ist insbesondere in der Elevationsrichtung jedoch eingeschränkt. Schließlich ist zur Erzeugung der Richtwirkung eine nicht unerhebliche Ausdehnung in der Basisebene notwendig.

[0005] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine phasengesteuerte Antenne zum Einbau im Bereich einer Außenfläche eines beweglichen Geräts, vorzugsweise eines Fluggeräts, zu entwerfen, welche die vorgenannten Nachteile des bekannten Standes der Technik vermeidet, sich durch vereinfachte Bauweise und elektrische Ansteuerung auszeichnet und die gerade hinsichtlich der flächigen Ausdehnung ohne Einschränkung der elektrischen Daten kompakter ausgeführt werden kann.

[0006] Die Aufgabe wird in einfacher Weise durch die in den Ansprüchen 1 und 5 wiedergegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den nachbezogenen Ansprüchen 2 bis 14 beschrieben.

[0007] Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen phasengesteuerten Antenne ist neben der leichten Integrierbarkeit in vorgegebene Strukturen beweglicher Geräte auch der geringe Platzbedarf in der Ebene, in der die Antennenelemente angeordnet sind. Es ist vorteilhaft, dass in einer Ebene nur eine im Vergleich zum Stand der Technik geringe Anzahl von einzelnen Antennenelementen benötigt wird. Weiterhin ist vorteilhaft, dass zwei oder mehrere Ebenen mit gleichartiger Anordnung von Antennenelementen übereinander eine zusätzliche Verbesserung der Richtwirkung und damit eine Erhöhung des Antennengewinns in Elevationsrichtung bewirken. Mit hochfrequenten Signalen wird vorteilhafterweise nur das zentrale aktive Antennenelement gespeist, während die Ausrichtung in Elevations- und Azimutrichtung ausschließlich über Steuersignale erfolgt, mit deren Hilfe die elektrisch wirksame Länge der passiven Antennenelemente verändert wird. Somit entfallen die im geläufigen Stand der Technik notwendigen aufwändigen Netzwerke zur phasenrichtigen Speisung einzelner Antennenelemente.

[0008] Wird die Antenne zum Empfang verwendet, ist es von Vorteil, dass der Wirkungsgrad der Antenne hoch ist, da keine Verteiler- und Phasenschiebernetzwerke vorhanden sind, deren Verluste den Wirkungsgrad vermindern.

[0009] Die einzelnen Antennenelemente können wahlweise als Monopole oder Dipole in geeigneten Bauformen ausgeführt sein. Die Verkopplung kann bauartbedingt mittels geeigneter Wahl der jeweiligen Querabmessung bzw. des Durchmessers der Antennenelemente und/ oder auch durch die Wahl des Abstandes zwischen den einzelnen Antennenelementen beeinflusst werden.

[0010] Die kontrolliert gesteuerte Einstellung der Phasenwirkung der einzelnen passiven Antennenelemente erfolgt in einfacher Weise durch Zuschaltung oder Abschaltung bzw. Überbrückung passiver Bauelemente wie Kapazitäten oder Induktivitäten, durch Zuschaltung oder Abschaltung von steuerbaren Bauelementen wie beispielsweise Kapazitätsdioden oder Variometern, sowie auch durch Zuschaltung von Leitungen. Die Ansteuerung der steuerbaren Bauelemente kann analog oder auch digital mittels D/A-Wandler erfolgen.

[0011] Zur Verbesserung der Richtwirkung in Elevationsrichtung werden vorteilhafterweise zwei oder mehrere Ebenen mit gleichen Gruppen von aktiven und passiven Antennenelementen übereinander angeordnet, wobei ein Abstand von mindestens einem Drittel der Betriebswellenlänge zwischen den Enden der Antennenelemente verschiedener Ebenen eingehalten werden soll. Das Antennendiagramm der Gesamtanordnung der phasengesteuerten Antenne in der Elevationsrichtung erfolgt dabei in vorteilhafter Weise mittels individueller Ansteuerung jeder Ebene hinsichtlich Betrag und Phase des Signals. Der Abstand zwischen zwei Ebenen soll mindestens $\frac{3}{4} \lambda$ der Betriebswellenlänge betragen.

[0012] Eine phasengesteuerte Antenne der erfin-

dungsgemäßen Bauart eignet sich gut zur Integration im Bereich der Kontur eines beweglichen Geräts, besonders gut natürlich zum Einbau in aerodynamische Wirkflächen wie Tragflügel, Leitwerk oder Klappen eines Fluggeräts. Ebenso gut kann der Einbau in ein aerodynamisch geformtes Gehäuse erfolgen, das in einem bestimmten Abstand von der Kontur des eigentlichen Fluggeräts mit Hilfe eines Ständers montiert ist. Je nach Einbauort variiert dann auch der maximale Bereich der nutzbaren Richtungen für Empfang und Abstrahlung von Signalen.

[0013] Die phasengesteuerte Antenne kann vorteilhafterweise auch in den Flügelenden eines Fluggeräts eingebaut sein, wobei die Flügelenden derart um eine in Flugrichtung ausgerichtete Achse am Flügel verschwenkbar gelagert sind, dass während des Fluges sich das jeweilige Flügelende immer etwa in der Horizontalen befindet.

[0014] Schließlich wird noch eine besonders vorteilhafte Bauform der Antennenanordnung vorgeschlagen, bei der senkrecht zu einer Grundebene, die auch vielschichtig ausgeführt sein kann und mehrere Leiterbahnen oder -flächen aufweist, weitere streifenförmige Platten, welche die Antennenelemente und die zu deren Steuerung erforderlichen Bauelemente enthalten, angeordnet sind

[0015] Aufgrund der kompakten Abmessungen wird auch die Radar-Ortbarkeit der Antenne reduziert. Somit können im Fall von Fluggeräten auch die Abwehrmaßnahmen (z. B. Flare Jammer) gegen die Bedrohung vom Boden deutlich vermindert werden. Außerdem wird die Ortbarkeit vom Boden her reduziert, da nur in Richtung der Gegenstelle abgestrahlt wird. Aufgrund der guten Bündelung in Azimut und Elevation wird wegen der geringeren notwendigen Sendeleistung die Ortbarkeit vom Boden aus reduziert, da nur in Richtung der Gegenstelle abgestrahlt wird. Dadurch wird die bereitzustellende elektrische Energie reduziert.

[0016] Ein schematisch vereinfachtes Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1: die erfindungsgemäße phasengesteuerte Antenne mit einer Anordnung in einer Ebene,

Fig. 2a: verschiedene Ausführungsformen von Bauelementen zur Veränderung der elektrisch wirksamen Länge eines Antennenelements,

Fig. 2b: ein Antennenelement mit integrierten Bauelementen zur Veränderung seiner elektrisch wirksamen Länge,

Fig. 3: die Anordnung der phasengesteuerten Antenne im Bereich der Flügelenden eines Fluggeräts,

Fig. 4a: eine Antennenanordnung in einem schwenkbaren Flügelende,

5 Fig. 4b: die Verschwenkung der Flügelenden während eines Fluges,

Fig. 5: die Anordnung einer phasengesteuerten Antenne innerhalb eines Flügelendes,

10 Fig. 6a: eine Aufsicht auf die Grundplatte einer vorteilhaften Bauform der Antenne,

Fig. 6b: eine Schrägansicht auf die Grundplatte mit darauf angeordneten streifenförmigen Platten, welche die passiven Antennenelemente enthalten,

Fig. 7: Ausführungsbeispiele für streifenförmige Platten mit passiven Antennenelementen.

[0017] Die Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße phasengesteuerte Antenne, die in einer Ebene angeordnet ist, die durch die Kreise K und L aufgespannt wird und die sich etwa parallel zur Längsachse eines nicht näher dargestellten beweglichen Geräts, insbesondere eines Fluggeräts erstreckt. Unter der Längsachse wird hierbei die Hauptbewegungsrichtung des jeweiligen Geräts verstanden. Somit kann die Ebene E vorzugsweise etwa horizontal oder auch vertikal ausgerichtet sein, sowie in jeder Zwischenposition zwischen den genannten Lagen.

[0018] Um ein zentral angeordnetes aktives Antennenelement 1 ist zumindest auf einem imaginären Kreis K eine Gruppe von passiven Antennenelementen 2, 2a, ..., 2c platziert. Der Radius des imaginären Kreises beträgt hierbei ein Vielfaches n eines Viertels der Betriebswellenlänge λ , wobei $n = 1, 2, 3, \dots$ gilt. Die Gruppe kann einerseits so gestaltet sein, dass sie eine kleine Anzahl zueinander beabstandet angeordneter Antennenelemente 2a, 2b, 2c (das bedeutet eine "Gruppe" im engeren Sinn) umfasst, sie kann andererseits auch diejenigen Antennenelemente 2 umfassen, die zueinander beabstandet und gleichmäßig verteilt um das aktive Antennenelement 1 herum angeordnet sind.

[0019] Eine deutliche Verbesserung der Bündelung der phasengesteuerten Antenne erhält man durch Anordnung weiterer Antennenelemente 3 als Gruppe im oben beschriebenen Sinn auf wenigstens einem weiteren außen liegenden Kreis L. Der Radius des jeweils nächsten äußeren Kreises ist dann etwa $0,2 \dots 0,3 \times$ Betriebswellenlänge λ größer als der Radius des nächsten inneren Kreises.

[0020] Als Antennenelemente 2, 2a, ..., 3 finden übliche Monopole oder Dipole Verwendung, wobei die passiven Antennenelemente mit phasenschiebenden Bauelementen wie Kondensatoren oder Induktivitäten ausgestattet sind, die gesteuert zu- oder abschaltbar sind. Gleichwirkend ist auch eine kontinuierliche Verände-

rung der Kapazität mittels Kapazitätsdioden oder eine Veränderung der Induktivität durch Einsatz von Variometern möglich. Beispiele a, b, c hierfür sind in der Figur 2a aufgezeigt. Hierbei dienen Umwegleitungen und Spulen, zu denen zu- oder abschaltbare Dioden in geeigneter Weise parallel oder seriell hinzugefügt werden, zur Veränderung der elektrisch wirksamen Länge des jeweiligen Antennenelements.

[0021] Die Figur 2b zeigt ein Ausführungsbeispiel der Antennenanordnung mit einer Beschaltung zum Zweck der Beeinflussung der elektrisch wirksamen Länge des Antennenelements, bei dem Kapazitätsdioden als steuerbare elektronische Bauteile zum Einsatz kommen. Weiterhin ist auch eine kontinuierliche Veränderung der Kapazität oder Induktivität zum Beispiel durch Kapazitätsdioden oder durch Variometer möglich. Eine mechanische Veränderung der Länge jedes passiven Antennenelements ist ebenso gut möglich.

[0022] Im konkreten Anwendungsfall wird somit jedenfalls zur Änderung der Abstrahlrichtung die jeweilige Phasenlage jedes passiven Antennenelements 2, 2a,... 3 mittels Veränderung seiner elektrisch wirksamen Länge bewirkt. Die Ansteuerung der phasenverändernden Elemente erfolgt in jedem Fall über Steuersignale und nicht mittels hochfrequenter Signale, deren Führung besonderer Maßnahmen bedarf.

[0023] Die Erregung der passiven Antennenelemente 2, 2a,... 3 erfolgt über die gegenseitige Verkopplung. Dadurch wird der Pegel von innen nach außen immer kleiner. Dies ist hinsichtlich der ohnehin erwünschten Unterdrückung der Nebenzipfel des Strahlungsdiagramms nur von Vorteil (tapering). Die Intensität der Verkopplung kann in einer bestimmten Bandbreite mittels geschickter Wahl der Querabmessung bzw. Dicke beeinflusst werden. Auch die Anpassung des gegenseitigen Abstandes der passiven Antennenelemente 2, 2a,... 3 untereinander verändert den Grad der gegenseitigen Kopplung.

[0024] Funktionell vergleichbar ist die erfindungsgemäße Antennenanordnung mit einer Yagi-Antenne, die eine ähnlich verbesserte Richtwirkung in der Horizontalen aufweist. Zusätzlich ist eine Schwenkung des Antennendiagramms in der Horizontalen ohne Gewinnverlust möglich. Ähnlich wie bei der Yagi-Antenne tritt auch hier eine begrenzte Bündelung in der Elevationsrichtung auf.

[0025] Aus diesem Grund wird erfindungsgemäß empfohlen, wenigstens eine weitere Gruppe von Antennenelementen wie die vorstehend beschriebene unter oder über der bestehenden Gruppe anzuordnen. Der Abstand von Dipolspitze zu Dipolspitze soll dabei mindestens ein Drittel der Betriebswellenlänge betragen. Natürlich erfolgt die Speisung der zentralen Antennenelemente und der bezüglich der Phasenlage gesteuerten passiven Antennenelemente in der oder den weiteren Gruppen in der gleichen, oben beschriebenen Weise. Das Antennendiagramm der Gesamtanordnung der phasengesteuerten Antenne in der Elevation mittels in-

dividueller Ansteuerung der jeweiligen Ebene hinsichtlich Betrag und Phase beeinflusst. Damit kann einerseits der Gewinn in der Elevationsrichtung erhöht werden und andererseits die Strahlrichtung in der Elevationsrichtung in einem bestimmten Bereich nachgeführt werden. In der Regel ist bei allen gängigen Einbauorten die erforderliche Einbautiefe vorhanden.

[0026] Die tatsächliche Größe der erfindungsgemäßen Antennenanordnung ist selbstverständlich abhängig von der gewählten Betriebsfrequenz. Beispielsweise ergibt sich für eine Antenne mit einer Bündelung in der Horizontalen von etwa 30 dB bei einer Betriebsfrequenz von 10 GHz ein Durchmesser in der Größenordnung von 30 - 40 cm. Ein Betrieb der erfindungsgemäßen Antenne ist in einem weiten Frequenzbereich möglich. Realistisch ist hierbei der Bereich von 1 bis 100 GHz, ideal von der Dimensionierung ist in der praktischen Anwendung der Bereich um 18 GHz. Diese Frequenz ist zudem noch hinsichtlich der Ausbreitungsbedingungen besonders günstig.

[0027] Die erfindungsgemäße Antennenanordnung eignet sich aufgrund ihrer kompakten Bauweise gut zur Integration an verschiedenen Einbauorten in oder an beweglichen Geräten. Hierbei seien zunächst bemannte oder unbemannte Radoder Ketten-Fahrzeuge erwähnt, die mit einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung im Bereich der seitlichen oder oberen Außenflächen der Karosserie auf einfache Weise ausgestattet werden können. Gleiches gilt für die Anwendung im Bereich der Aufbauten von Schiffen.

[0028] In vorteilhafter Weise eignet sich die Antennenanordnung jedoch für den Einbau in aerodynamischen Wirkflächen von unbemannten oder bemannten Fluggeräten. Aufgrund der geringen Querabmessungen ist der Einbau in Tragflächen unproblematisch. Da ein gewisser Abstand zu den Außenkanten eingehalten werden kann, kann deren Einfluss auf die Abstrahlcharakteristik vernachlässigt werden. Die erforderliche Tiefe für den Einbau einer Antennenanordnung mit zwei oder mehreren Ebenen ist in einer Tragfläche in aller Regel kein Problem.

[0029] In besonderer Weise eignet sich die erfindungsgemäße Antennenanordnung für den Einbau in dünnen aerodynamischen Wirkflächen, wie Seiten- und Höhenleitwerken, sowie in Entenflügeln. Hierbei bildet im einfachsten Fall eine Ebene E_1 , in der die Antennenelemente 1, 2,..., 3 angeordnet sind, die Symmetrieebene der aerodynamischen Wirkfläche. Werden mehrere gleichartige Ebenen von Antennenanordnungen verwendet, so fällt deren Mittelebene mit der Symmetrieebene zusammen. Bei profilierten dünnen aerodynamischen Wirkflächen gilt dies in angenäherter Weise.

[0030] Die Figur 3 zeigt eine Einbaumöglichkeit, für welche die erfindungsgemäße Antennenanordnung aufgrund ihrer geometrischen Ausdehnung sehr gut geeignet ist, nämlich die Flügelenden eines unbemannten oder auch bemannten Fluggeräts 5. Die Ebene E_1 erstreckt sich hierbei etwa in der Mittelebene des Flügel-

profils.

[0031] Eine Detaillösung hierzu ist in der Skizze der Figur 4a dargestellt. Das Flügelende 4, das die gesamte Antennenanordnung enthält, ist um eine etwa in der Mittelebene in Flugrichtung verlaufende Schwenkachse 6 drehbar gelagert. Die Skizze 4b zeigt schematisch vereinfacht, wie die Flügelenden 4 bei schräger Fluglage des Fluggeräts 5 mit Hilfe geeigneter Antriebe so verschwenkt werden können, dass die Ebene E der Antennenanordnung immer etwa in der Horizontalen zu liegen kommt.

[0032] Somit deckt je eine Antenne im Fall des Einbaus in die Flügelenden 4 den halben Azimutbereich ab. Deshalb kann die Anzahl der passiven Antennenelemente 2, 2a,... 3 bei dieser Bauform, die in Figur 5 in der Draufsicht dargestellt ist, an der zum Rumpf des Fluggeräts zeigenden Seite verringert werden. Die Antennenanordnungen in beiden Flügelenden ergänzen sich somit gegenseitig bei der Abdeckung des gesamten Azimutbereichs. Es ist auch denkbar, den schwenkbaren Teil der Antennenanordnung mit einem Radom zu verkleiden.

[0033] Die Realisierung der vorgeschlagenen Antennenanordnung erfolgt in kostengünstiger und zweckmäßiger Weise auf einer ein- oder mehrschichtigen Platte 7, die grundsätzlich aus einem isolierenden Trägermaterial besteht und die auch alle erforderlichen Zuleitungen 15 zu dem aktiven und den passiven Antennenelementen 1, 2, 3, sowie deren Befestigungsvorrichtungen enthält. Weiterhin ist in einer geeigneten Schicht, vorzugsweise auf der Unterseite der Platte 7 eine in der Skizze nicht näher dargestellte Massefläche als Bezugspotential vorgesehen, die insbesondere bei der Verwendung von Monopolen zwingend erforderlich ist.

[0034] Die passiven Antennenelemente 2,..., 3 sind auf konzentrischen Kreisen K, L, M angeordnet und mit den auf der Platte 7 befindlichen Zuleitungen elektrisch verbunden. An denjenigen Stellen, an denen jeweils ein passives Antennenelement 2,..., 3 angeordnet ist, können beispielsweise Ausnehmungen A in der Platte 7 eingelassen sein, deren Zweck im Zusammenhang mit der Figur 7 später beschrieben wird.

[0035] Die Figur 6b zeigt eine konstruktiv einfache Möglichkeit, die jeweils benötigten passiven Antennenelemente 2,..., 3 auf konzentrischen Kreisen K, L, M um das aktive Antennenelement 1 herum anzuordnen. Hierzu werden die passiven Antennenelemente 2,..., 3 auf streifenförmigen Platten 8,..., 11 angebracht oder mittels üblicher Herstellverfahren ausgebildet. Die streifenförmigen Platten weisen auf isolierendem Trägermaterial angeordnete elektrisch leitfähige Bahnen oder Flächen auf, die einerseits der elektrischen Verbindung von Bauelementen 12 dienen, aber auch zur Erzeugung der Antennenelemente selbst oder von Teilen hiervon verwendet werden können. Vorzugsweise auf den streifenförmigen Platten sind auch diejenigen elektrischen Bauelemente 12 angebracht, die für die aktive Veränderung der elektrischen Länge eines passiven Antennenelements benötigt werden.

nenelements benötigt werden.

[0036] Die Figur 7 zeigt schließlich eine Seitenansicht einer bereits aus der Beschreibung zu Figur 6b bekannten streifenförmigen Platte 8,..., 11. An der Oberkante sind jeweils im Bereich der passiven Antennenelemente 2 Fortsätze 13 mit etwa rechteckigem Querschnitt erkennbar. Diese werden beim Zusammenbau der gesamten Antennenanordnung 7, 8,..., 11 in die aus Figur 6a bekannten Ausnehmungen A der Grundplatte 7 gesteckt und ergeben damit einen formschlüssigen Übergang zwischen beiden beteiligten Platten. Gleichwirkende Verbindungsmöglichkeiten zwischen der Grundplatte und der oder den streifenförmigen Platten sind genau so gut einsetzbar. Angedeutet ist weiterhin die Positionierung der einzelnen Antennenelemente 2 auf der streifenförmigen Platte 8. Im Ausführungsbeispiel sind dabei (vgl. Figur 2b) die elektrisch nicht veränderbaren Teilelemente 14 des jeweiligen Antennenelements 2 als Leiterbahnen ausgeführt, wobei die zwischen den Teilelementen verbleibenden Freiräume für die Montage der die elektrisch wirksame Länge bestimmenden Bauteile 12 verwendet werden.

[0037] Schließlich eignet sich die Antennenanordnung sehr gut für die Montage in Gehäusen, die außerhalb der Kontur von beweglichen Geräten derart montiert werden, dass die Bezugsebene E etwa parallel zur Längsachse des beweglichen Geräts verläuft. Bei der Verwendung an Fluggeräten wird dieses Gehäuse aerodynamisch günstig gestaltet.

[0038] Die Erfindung betrifft darüber hinaus auch die Verwendung einer erfindungsgemäßen und oben beschriebenen Antennenanordnung an einem beweglichen Gerät, insbesondere einem bemannten oder einem unbemannten Fluggerät.

Patentansprüche

1. Phasengesteuerte Antenne, umfassend eine Vielzahl von Antennenelementen, die im Bereich der Oberfläche eines beweglichen Geräts angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in wenigstens einer Ebene (E) etwa parallel zur Längsachse des beweglichen Geräts jeweils einem aktiven Antennenelement (1) eine Vielzahl von passiven Antennenelementen (2, 2a, 2b, 2c, 3) zugeordnet ist, welche senkrecht zur Ebene (E) um das aktive Antennenelement (1) auf umlaufenden Kreisen (K, L) mit einem Radius von jeweils etwa $n \cdot \frac{1}{4} \cdot \lambda$ (λ = Betriebswellenlänge, $n=1, 2, 3, 4, \dots$) gleichmäßig verteilt und/oder als Gruppe angeordnet sind.
2. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antennenelemente (2, 2a,..., 3) als Monopole oder Dipole ausgeführt sind.
3. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 1 oder

- 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkopplung der Antennenelemente (2, 2a,..., 3) untereinander mittels Wahl der Querabmessung des Antennenelements und/ oder des gegenseitigen Abstandes der Antennenelemente (2, 2a,..., 3) wählbar ist.
4. Phasengesteuerte Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wirksame elektrische Länge der passiven Antennenelemente (2,..., 3) einstellbar ist.
5. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung der elektrischen Länge mittels Zu- oder Ab- Schaltung von in den Antennenelementen integrierten elektrischen Bauteilen oder Leitungen erfolgt.
6. Phasengesteuerte Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Antenne aus in mehreren zueinander parallelen Ebenen (E) übereinander angeordneten Gruppen von aktiven und passiven Antennenelementen (1, 2, 2a,..., 3) besteht.
7. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausrichtung des Antennendiagramms der Gesamtanordnung der phasengesteuerten Antenne in der Elevation mittels individueller Ansteuerung der jeweiligen Ebene hinsichtlich Betrag und Phase erfolgt.
8. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen den Ebenen wenigstens drei Viertel der Betriebswellenlänge λ beträgt.
9. Phasengesteuerte Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antenne in einem Gehäuse außerhalb der Kontur des Geräts angeordnet ist.
10. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse aerodynamisch geformt ist.
11. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antenne im Bereich der Flügelenden (4) eines Fluggeräts (5) angeordnet ist.
12. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** derjenige Teil (4) des Flügels, der die Antennenanordnung beinhaltet, um eine in Flugrichtung angeordnete Achse (6) in der Elevation schwenkbar gelagert ist.
13. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkung in
- Abhängigkeit von der Lage des Fluggeräts derart erfolgt, dass sich der jeweilige Teil (4) des Flügels in der Horizontalen befindet.
14. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufbau der Antenne eine Grundplatte (7) mit einer Vielzahl von Ebenen, die leitfähige Bahnen oder Flächen aufweisen, umfasst, auf der senkrecht zur Grundplatte (7) in jeweils kreisförmiger Anordnung weitere streifenförmige Platten (8,..., 11) angeordnet sind, die die passiven Antennenelemente (2, 2a,..., 3) sowie die zu deren Steuerung erforderlichen Bauelemente (12) enthalten.
15. Verwendung einer phasengesteuerten Antenne an einem beweglichen Gerät, insbesondere einem Fluggerät, welche eine Vielzahl von Antennenelementen umfasst, und die im Bereich der Oberfläche des beweglichen Geräts so angeordnet ist, dass in wenigstens einer Ebene etwa parallel zur Längsachse des beweglichen Geräts jeweils einem aktiven Antennenelement eine Vielzahl von passiven Antennenelementen zugeordnet sind, welche senkrecht zur jeweiligen Ebene um das aktive Antennenelement auf umlaufenden Kreisen mit einem Radius von jeweils etwa $n \cdot \frac{1}{4} \cdot \lambda$ (λ = Betriebswellenlänge, $n=1,2, 3,...$) gleichmäßig verteilt und/oder als Gruppe angeordnet sind.

FIG.1

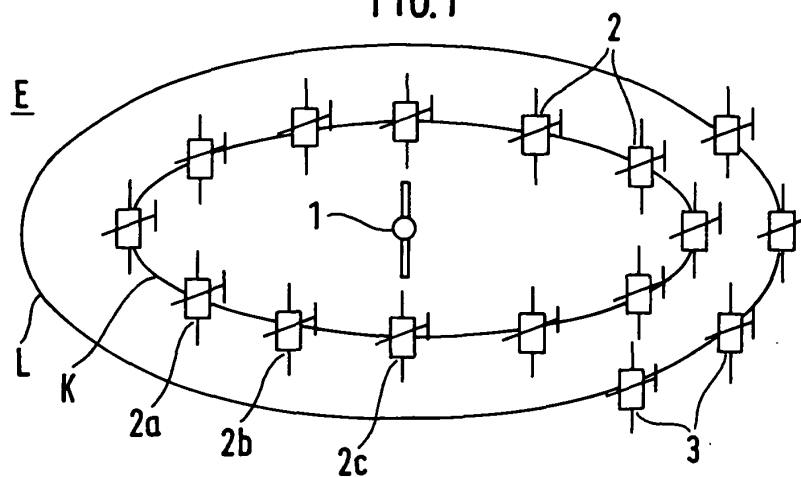
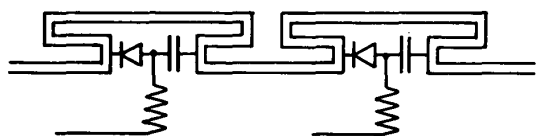
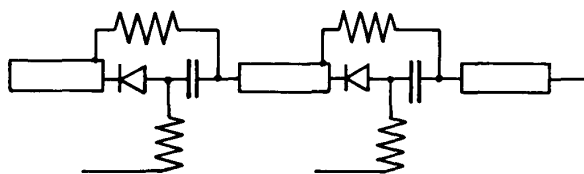


FIG.2a

Beispiel (a)



Beispiel (b)



Beispiel (c)

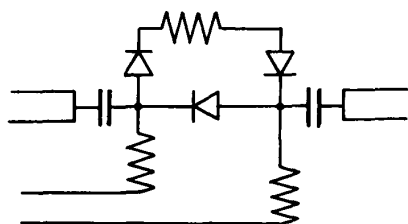
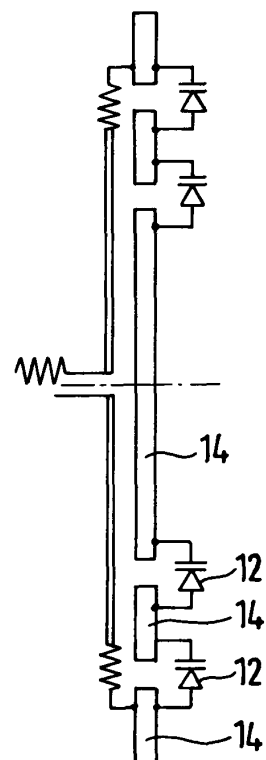


FIG.2b



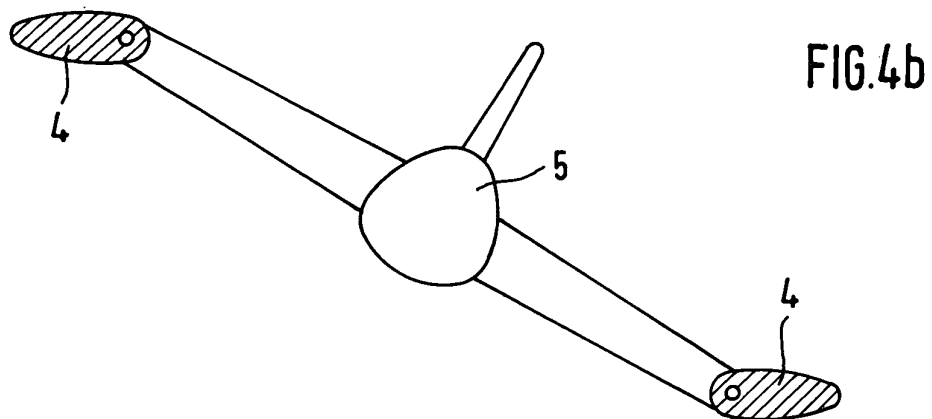
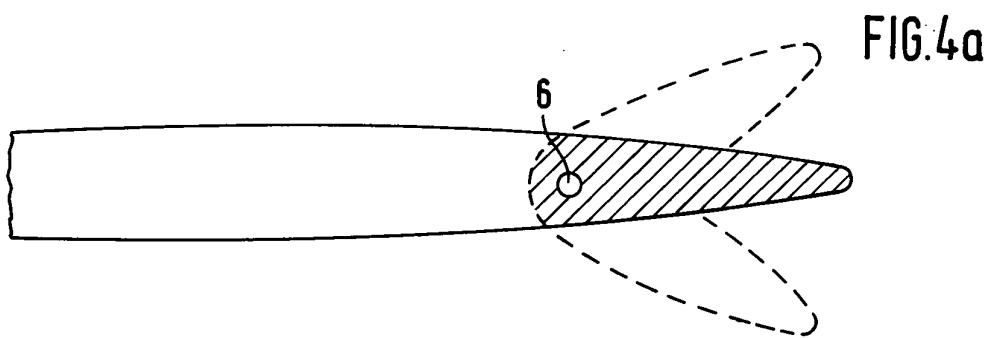
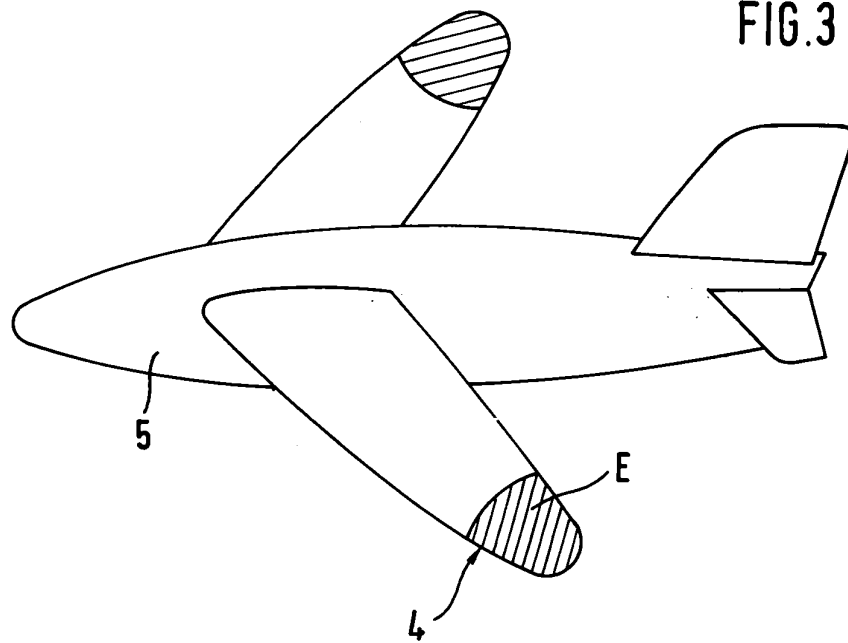


FIG. 6a

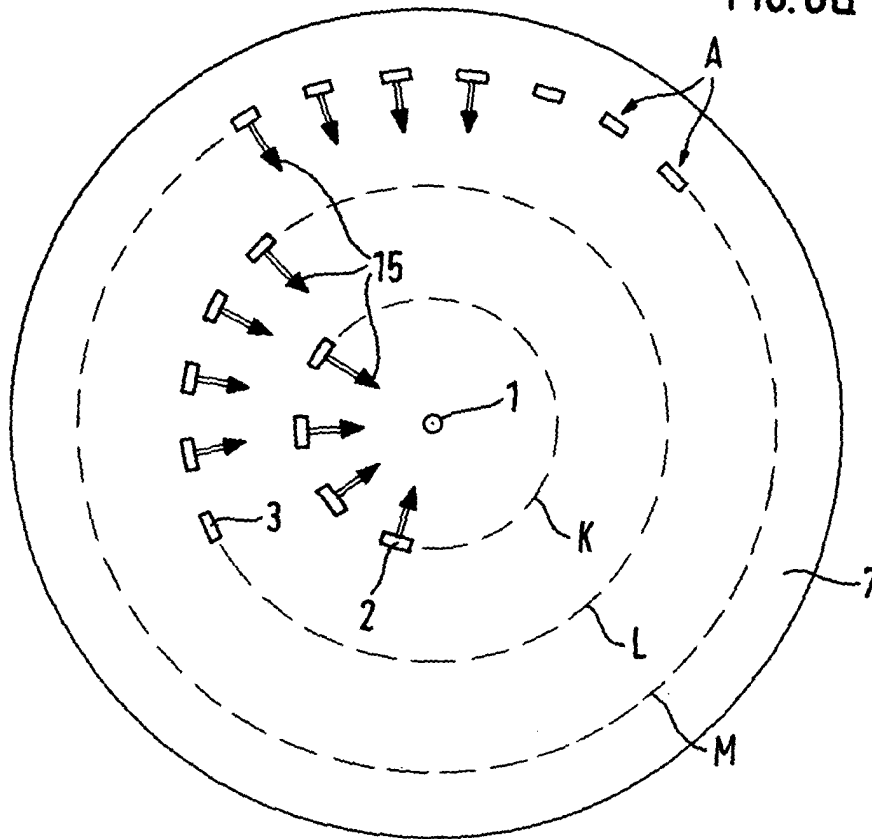


FIG. 6b

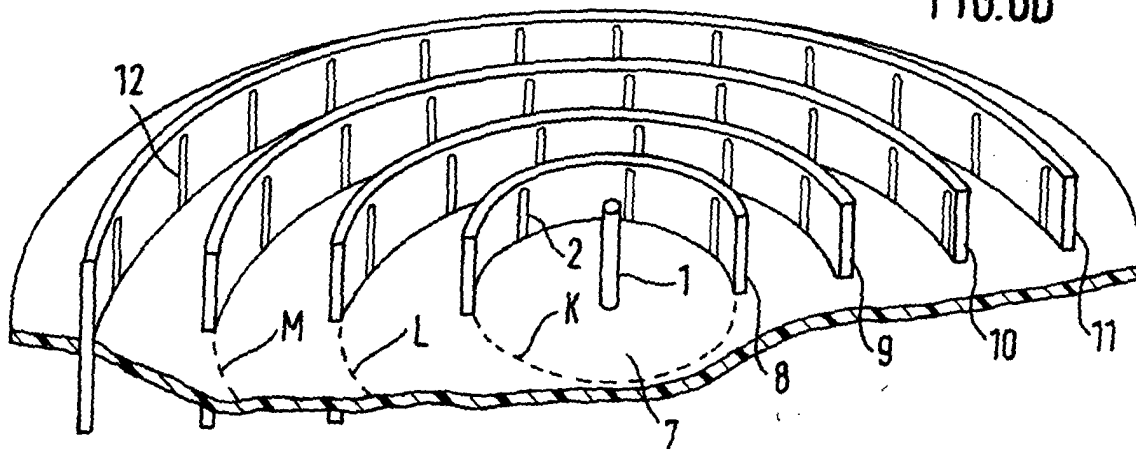


FIG. 5

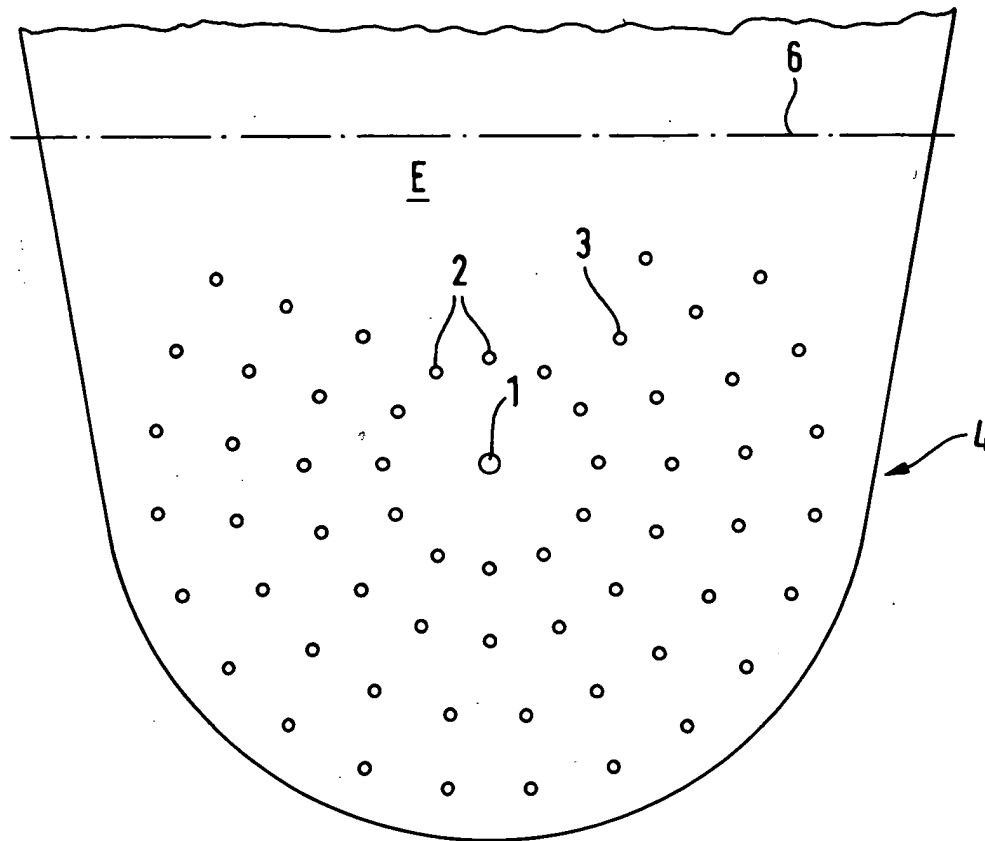
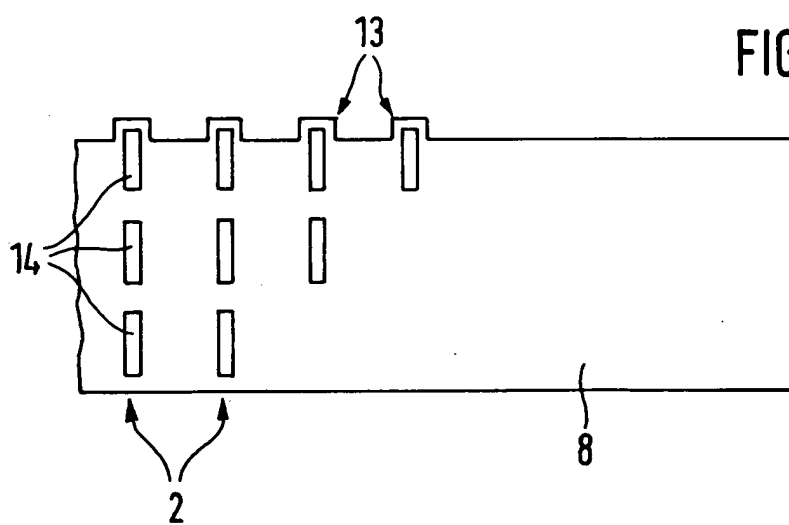


FIG. 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 7836

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 172 626 A (CANADIAN PATENTS DEV) 26. Februar 1986 (1986-02-26)	1-5,9,15	H01Q3/44 H01Q1/28
Y	* Seite 4, Zeile 15 - Seite 7, Zeile 32 * * Seite 10, Zeile 28 - Seite 11, Zeile 7 * * Abbildungen 1-8 * * Zusammenfassung *	6-8, 10-14	
X	US 1 860 123 A (HIDETSUGU YAGI) 24. Mai 1932 (1932-05-24) * Seite 1, Zeile 47 - Seite 2, Zeile 58 * * Abbildungen 1-4 *	1-5,15	
Y	GB 1 500 162 A (INT STANDARD ELECTRIC CORP) 8. Februar 1978 (1978-02-08) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 31 - Seite 10, linke Spalte, Zeile 37 * * Abbildungen 1-7 *	6-8	
Y,D	US 4 656 482 A (PENG SHENG Y) 7. April 1987 (1987-04-07) * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 10 * Abbildungen 1-4 * * Zusammenfassung *	10-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) H01Q
Y	US 2002/158798 A1 (GOTHARD GRIFFIN K ET AL) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) * Seite 6, Absatz 52 * * Abbildung 12 * * Zusammenfassung *	14	
A	GB 1 021 727 A (GRANGER ASSOCIATES) 9. März 1966 (1966-03-09) * Seite 3, Zeile 124 - Seite 4, Zeile 80 * * Abbildungen 7A-10 *	1-5,14, 15	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. Oktober 2004	Prüfer von Walter, S-U
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 7836

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 4 631 546 A (DUMAS TED A ET AL) 23. Dezember 1986 (1986-12-23) * Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 3, Zeile 27 * * Abbildung 1 * * Zusammenfassung * -----	1-5,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. Oktober 2004	Prüfer von Walter, S-U
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P/MC03)

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

EP 04 01 7836

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-10-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0172626 A	26-02-1986	CA 1239223 A1	12-07-1988
		DE 3579650 D1	18-10-1990
		EP 0172626 A1	26-02-1986
		JP 1764927 C	11-06-1993
		JP 4053322 B	26-08-1992
		JP 61025304 A	04-02-1986
		US 4700197 A	13-10-1987
US 1860123 A	24-05-1932	GB 263752 A	28-07-1927
GB 1500162 A	08-02-1978	FR 2264405 A1	10-10-1975
		DE 2510268 A1	18-09-1975
US 4656482 A	07-04-1987	KEINE	
US 2002158798 A1	31-10-2002	US 2004027304 A1	12-02-2004
GB 1021727 A	09-03-1966	US 3334348 A	01-08-1967
		DE 1292222 B	10-04-1969
		FR 1380255 A	27-11-1964
		GB 1161460 A	13-08-1969
US 4631546 A	23-12-1986	KEINE	

EPO FORM P0461

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