



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.01.2005 Patentblatt 2005/03

(51) Int Cl.7: **H01Q 3/26, H01Q 1/12**

(21) Anmeldenummer: **04015289.4**

(22) Anmeldetag: **30.06.2004**

(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

(72) Erfinder:
• **Holzbock, Matthias, Dipl.-Ing.
80807 München (DE)**
• **Lücke, Oliver, Dipl.-Ing.
82205 Gilching (DE)**

(30) Priorität: **17.07.2003 DE 10332777**

(74) Vertreter: **von Kirschbaum, Albrecht, Dipl.-Ing.
Waldstrasse 2b
82110 Germering (DE)**

(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V.
53175 Bonn (DE)**

(54) **Verfahren zur Ausrichtung einer auf einem Fahrzeug angebrachten Richtantenne eines Satellitensignalempfängers auf einem Kommunikationssatelliten**

(57) Bei Ausrichtung einer auf einem Fahrzeug (7) angebrachten Richtantenne (5) eines Satellitensignalempfängers auf einen Kommunikationssatelliten mittels Empfangspegelauswertung der vom Satelliten ausgestrahlten, über die Richtantenne empfangenen Funksignale, bei der einem Tracking-Nachführbetrieb zur Erst- und Wiederausrichtung der Richtantenne auf den Satelliten ein Such- und Akquisitionsbetrieb vorangeht, der bei Unterschreiten einer bestimmten Empfangssignalempfängerschwelle wirksam wird, werden mittels einer am Fahrzeug zusätzlich vorgesehenen Sensorik durch Hindernisse (8) auf dem Verbindungsweg zwischen Satellit

und Richtantenne bedingte Signalabschattungen erkannt und Informationen über Abschattungsbereiche im Sichtfeld und/oder im Bewegungsbereich der Richtantenne abgegeben. Der Such- und Akquisitionsbetrieb wird auf Grund der mittels der Sensorik über die Abschattungsbereiche gewonnenen Informationen für die Dauer des Durchfahrens dieser Abschattungsbereiche bei vorherigem Nachführbetrieb nicht eingeschaltet oder bei vorherigem Such- und Akquisitionsbetrieb unwirksam geschaltet, obwohl die bestimmte Empfangssignalempfängerschwelle unterschritten ist.

Anwendung bei mobiler Satellitenkommunikation.

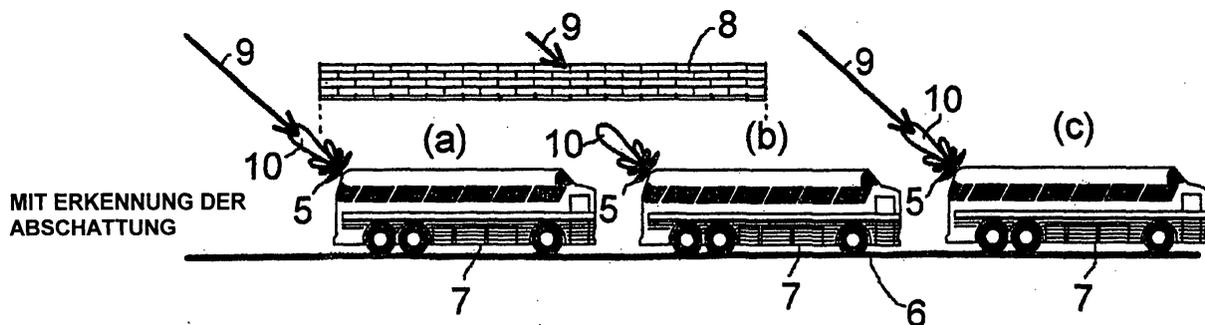


Fig.6

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Ausrichtung einer auf einem Fahrzeug angebrachten Richtantenne eines Satellitensignalempfängers auf einen Funksignale aussendenden Kommunikationssatelliten mittels Empfangspegelauswertung der vom Satelliten ausgestrahlten, über die Richtantenne empfangenen Funksignale, wobei einem Nachführbetrieb (Tracking) zur Erst- und Wiederausrichtung der Richtantenne auf den Satelliten ein Such- und Akquisitionsbetrieb vorangeht, der bei Unterschreiten einer bestimmten Empfangssignalpegelschwelle wirksam wird.

[0002] Für die Satellitenkommunikation mit höheren Datenraten werden Richtantennen benötigt, d.h. Antennen wie z.B. eine Parabolantenne, die in einer Richtung eine scharfe Hauptkeule und damit einen sehr hohen Gewinn aufweisen. Ist eine solche Antenne für mobilen Empfang vorgesehen und auf einem Fahrzeug, z.B. einem Kraftfahrzeug, einem Schiff oder einem Flugzeug, angebracht, so ergibt sich die Notwendigkeit, diese Antenne kontinuierlich auf den Satelliten auszurichten, um die Fahrzeugbewegungen auszugleichen und damit die Satellitenkommunikationsverbindung aufrechtzuerhalten.

[0003] In diesem Zusammenhang sind verschiedene Verfahren zur Antennennachführung bekannt, die zumeist auf einer Auswertung der empfangenen Leistung wie z.B. "Conical Scan" oder Monopuls oder einer einfachen Signalführung zur Optimierung des Empfangssignals beruhen.

[0004] Gewöhnlich wird bei der Richtantennenausrichtung noch zwischen dem Status der Grobausrichtung, dem Status der Akquisition und dem Status der eigentlichen Nachführung (Tracking-Phase) der Richtantenne unterschieden. Bei der Grobausrichtung, die bei einer Neu- oder Wiederausrichtung auf einen Satelliten einzuleiten ist, erfolgt durch den Empfänger am Boden eine systematische Suche des am Satelliten angeordneten Senders und zwar so lange, bis eine minimal erforderliche Signalleistung empfangen wird. Während der nachfolgenden Akquisitionsphase wird die Hauptkeule der Richtantenne so lange nachgeführt, bis die empfangene Leistung optimiert ist und im Verlauf der sich daran anschließenden eigentlichen Nachführungsphase (Tracking-Phase) der Richtantenne wird der Empfang im mobilen Betrieb aufrechterhalten, wozu leichte Fehlweisungen der Richtantennenhauptkeule nachgeregelt werden.

[0005] Die Dauer für Suche und Akquisition sollte dabei stets minimal sein, um eine schnelle Aufnahme der Übertragung bei Initialisierung des Übertragungssystems oder nach Verlust des Satellitensignals zu gewährleisten. Die Such- und Akquisitionsdauer kann durch eine Einschränkung der Suchbereiche z.B. durch Lage- und Positionsinformation der mobilen Richtantenne verkürzt werden.

[0006] Wird die Kommunikationsverbindung zwischen dem Satelliten und der mobilen Empfangsrichtantenne durch ein Hindernis gestört, so ist damit auf Grund einer Signalabschattung gewöhnlich ein Signalverlust verbunden, der besonders bei höheren Frequenzen wegen der hier geringer in Erscheinung tretenden Beugung eine ziemlich scharfe An(Sicht zum Satelliten)/Aus(Abschattung)-Charakteristik hat. Anhand der Leistung des Empfangssignals ist nicht zu unterscheiden, ob ein Signalverlust von einer Fehlansrichtung der Richtantenne oder einem abschattenden Hindernis herrührt. Jedenfalls beginnt die Richtantenne im Nachführungsprozess nach Unterschreiten einer bestimmten Empfangssignalpegelschwelle erneut mit einer Suche des Satellitensignals.

[0007] Bisher bekannt gewordene Verfahren zur Nachführung einer mobilen Empfangsrichtantenne auf einen Satelliten, die eine Auswertung des Empfangssignalpegels berücksichtigen, sind beispielsweise in DE 38 23 109 C2, WO 95/20249, US 5 194 874 und US 6 075 482 beschrieben und unterscheiden bei Signalverlust nicht zwischen einer Abschattung und einer Fehlansrichtung der Richtantenne. Liegt das über die Richtantenne aufgenommene Empfangssignal unterhalb einer bestimmten Schwelle, dann wird bei den bekannten Verfahren ein erneuter Suchvorgang durch den Empfänger initiiert und zwar sofort oder nach einer bestimmten Wartezeit und auch dann, wenn die Richtantenne sich in einem abgeschatteten Bereich befindet.

[0008] Ferner wird bei bekannten Verfahren zusätzlich Information über die Drehbewegung des Fahrzeugs ausgewertet. Bei einem Signalverlust ohne eine Drehbewegung des Fahrzeugs wird auf eine Abschattung geschossen und ein erneuter Suchvorgang verzögert. Damit lässt sich eine Entscheidung, ob ein Signalverlust wegen einer Abschattung des Ausbreitungspfad oder einer Fehlansrichtung der Antenne besteht, unterstützen. Darüber hinaus ist diese Information für einen bedeutenden operationellen Bereich der Antennennachführung nicht zutreffend, da eine Antennennachführung im Fall eines Satelliten speziell bei Drehbewegungen greifen muss.

[0009] Fig.1 bis 4 zeigen zur Verdeutlichung die beschriebenen Empfangszustände im einzelnen, wobei P_{in} die empfangene Leistung und P_{opt} die bei optimaler Ausrichtung einer Richtantenne 1, beispielsweise einer Parabolantenne, und ohne Abschattung empfangene maximale Leistung darstellen. Die direkte Einfallsrichtung des Satellitensignals ist in allen vier Figuren durch einen Pfeil 2 gekennzeichnet.

[0010] Fig.1 zeigt den Zustand eines optimalen Empfangs, bei dem die der Richtung maximaler Empfindlichkeit entsprechende Hauptkeule 3 der Richtantenne 1 exakt in die direkte Einfallsrichtung 2 des Satellitensignals weist. In diesem Zustand ist somit $P_{in} = P_{opt}$.

[0011] Fig.2 zeigt den Zustand einer leichten Fehlweisung der Richtantenne 1. Hierbei weicht die Richtung der Hauptkeule 3 der Richtantenne 1 geringfügig von der direkten Einfallsrichtung 2 des Satellitensignals ab. In diesem Zustand

ist somit $P_{in} \approx P_{opt}$.

[0012] Fig.3 zeigt den Zustand einer groben Fehlweisung der Richtantenne 1. Hierbei weicht die Richtung der Hauptkeule 3 der Richtantenne 1 stark von der direkten Einfallsrichtung 2 des Satellitensignals ab. In diesem Zustand ist somit $P_{in} \ll P_{opt}$.

[0013] Fig.4 zeigt einen Zustand, bei dem die Richtantenne 1 zwar im wesentlichen auf den Satelliten ausgerichtet ist, also die Richtung der Hauptkeule 3 der Richtantenne 1 mit der direkten Einfallsrichtung 2 des Satellitensignals übereinstimmt, aber zwischen dem Satelliten und der Richtantenne 1 ein störendes Hindernis 4 liegt. Im Verlauf des Bereiches einer hindernisbedingten Signalabschattung kann die empfangene Leistung stark unterschiedlich von $P_{in} \approx P_{opt}$ bis $P_{in} \ll P_{opt}$ sein.

[0014] Bei Neuausrichtung oder Signalverlust erfolgt eine Grobausrichtung der Richtantenne 1 und damit der Hauptkeule 3 in Form einer systematischen Suche der Einfallsrichtung 2 des Satellitensignals bis zum Empfang einer minimal erforderlichen Signalleistung $P_{in} \ll P_{opt}$ im Zustand der Fig.3. Der Grobausrichtung folgt die Akquisitionsphase, während der die über die Richtantenne 1 empfangene Leistung P_{in} optimiert wird, also schließlich der in Fig.1 gezeigte Zustand erreicht ist.

[0015] Danach wird während der eigentlichen Nachführungsphase (Tracking-Phase) der Richtantenne 1 der Empfang im mobilen Betrieb aufrechterhalten, was durch die Fig.2 dargestellt ist. Wird die Kommunikationsverbindung zwischen dem Satelliten und der mobilen Richtantenne 1 durch das Hindernis 4 gestört, wie dies in Fig.4 dargestellt ist, so ist damit auf Grund der Signalabschattung ein Signalverlust verbunden.

[0016] Mittels der Leistung P_{in} des Empfangssignals lässt sich nicht erkennen, ob Ursache des Signalverlustes eine grobe Fehltausrichtung der Richtantenne 1 entsprechend Fig.3 oder eine Abschattung auf Grund eines Hindernisses 4 entsprechend Fig.4 ist. Folge des Signalverlustes ist jedenfalls eine erneute systematische Suche der Einfallsrichtung des Satellitensignals, die im Falle des Vorliegens einer Abschattung durch ein Hindernis natürlich erfolglos sein wird.

[0017] Es ist festzustellen, dass eine Suche innerhalb eines abgeschatteten Bereiches nicht zur Auffindung des Satellitensignals führen kann und nur unnötig die Zeit der Signalauffindung verlängert. Eine Verkürzung der Suchzeiten wird bisher bei Satellitensignal-Nachführungsverfahren von Richtantennen nur durch Lage- und Positionsinformationen der mobilen Richtantenne erreicht, wodurch der Suchbereich eingeschränkt wird.

[0018] Eine erneute Suche während des Durchfahrens einer Abschattung durch ein Hindernis kann nicht zur Wiederauffindung des Satellitensignals führen und verlängert nach Rückgang der Abschattung die Zeit der Signalauffindung. Fährt beispielsweise ein Zug, auf dem eine ausrichtbare Richtantenne montiert ist, in einen Tunnel ein oder schattet ein mobiles Hindernis, wie z.B. ein Lastkraftwagen, eine auf einem Personenkraftwagen angebrachte, ausrichtbare Antenne ab, so wird bei den herkömmlichen Nachführungsverfahren nach einer bestimmten Zeit automatisch mit einer neuen Suche des Satellitensignals begonnen.

[0019] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, derartige Verfahren zur Ausrichtung einer auf einem Fahrzeug angebrachten Richtantenne eines Satellitensignalempfängers auf einen Kommunikationssatelliten dahingehend zu perfektionieren, dass die Zeitdauer für die Signalauffindung und damit die Dauer bis zur Aufnahme der Übertragung nach Durchfahren von hindernisbedingten Signalabschattungsbereichen und einem hierdurch erzeugten Signalverlust minimal gehalten werden.

[0020] Gemäß der Erfindung, die sich auf ein Verfahren der eingangs genannten Art bezieht, wird diese Aufgabe in vorteilhafter und zweckmäßiger Weise dadurch gelöst, dass mittels einer am Fahrzeug zusätzlich vorgesehenen Sensorik durch Hindernisse auf dem Verbindungsweg zwischen Satellit und Richtantenne bedingte Signalabschattungen erkannt und Informationen über Abschattungsbereiche im Sichtfeld und/oder im Bewegungsbereich der Richtantenne abgegeben werden, und dass der Such- und Akquisitionsbetrieb auf Grund der mittels der Sensorik über die Abschattungsbereiche gewonnenen Informationen für die Dauer des Durchfahrens dieser Abschattungsbereiche bei vorherigem Nachfuhrbetrieb nicht eingeschaltet oder bei vorherigem Such- und Akquisitionsbetrieb unwirksam geschaltet wird, obwohl die bestimmte Empfangssignalpegelschwelle unterschritten ist.

[0021] Im Gegensatz zu den bekannten Verfahren wird beim Verfahren nach der Erfindung mithin eine zusätzliche Sensorik eingeführt, die direkte Informationen über die Abschattungsbereiche der Richtantenne gibt. Diese Informationen werden von der Antennensteuerung verwendet, um eine Suche in einem Abschattungsbereich zu verhindern und damit die Zeiten zur Signalauffindung zu minimieren.

[0022] Dabei werden diese Informationen über Abschattungsbereiche genutzt, um eine im Status der Suche befindliche Antennensteuerung von einer Suche in den abgeschatteten Bereichen abzuhalten und/oder eine im Status der eigentlichen Nachführung befindliche Antennensteuerung an einem Rückfall in den Suchstatus zu hindern, falls von der Antennensteuerung zusätzliche Lage- und Positionsinformationen der Richtantenne verwendet werden.

[0023] Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen und Ausgestaltungen des Verfahrens nach der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben, die unmittelbar oder mittelbar auf den Patentanspruch 1 rückbezogen sind.

[0024] In zweckmäßiger Weise wird nach dem Durchfahren von erkannten Abschattungsbereichen, die eine bestimmte Dauer nicht überschreiten, der Such- und Akquisitionsbetrieb zumindest zunächst nicht aktiviert und somit keine neue Satellitensignalsuche gestartet, sondern die Richtantenne verbleibt in der vor der jeweiligen Abschattung

vorgelegenen Ausrichtung.

[0025] Nach Durchfahren von erkannten Abschattungsbereichen, die eine bestimmte Dauer überschreiten, kann vorteilhaft der Such- und Akquisitionsbetrieb aktiviert und somit eine neue Satellitensignalsuche gestartet werden.

[0026] Im Anschluss an das Durchfahren eines erkannten Abschattungsbereiches werden in zweckmäßiger Weise bei Wirksamkeit des Such- und Akquisitionsbetriebs auf Grund der mittels der Sensorik über die Abschattungsbereiche gewonnenen Informationen und/oder auf Grund anderer den räumlichen Suchbereich einschränkender, auf Vorwissen beruhender Informationen nur solche Bereiche im Such- und Akquisitionsbetrieb von der Richtantenne abgesucht, die sich als nicht abgeschattet ergeben haben.

[0027] Die Erkennung von Abschattungsbereichen in Gegensätzlichkeit zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten kann in vorteilhafter Weise mittels eines mit der Richtantenne mitbewegten Abstandsmess-Sensors im Falle, dass Abschattungsbereiche immer im gesamten Empfangsbereich der Richtantenne wie z.B. in Tunnels einer Zugstrecke auftreten, vorgenommen werden, wobei Hindernisse im nahen Blickfeld der Richtantenne mittels des Abstandsmess-Sensors, der einen gleichen Öffnungswinkel wie die nachgeführte Richtantenne aufweist und dessen Blickrichtung mit der Richtantenne mitbewegt wird, erkannt werden.

[0028] Ein solcher Abstandsmess-Sensor kann in vorteilhafter Weise auf Ultraschallbasis arbeiten.

[0029] Unter der Voraussetzung, dass die Abschattungsbereiche für eine mobile Richtantenne abhängig von der Position bekannt sind, kann die Erkennung von Abschattungsbereichen in Kontrast zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten mittels einer Abschattungsdatenbank vorgenommen werden, wobei die ein Abschattungsmuster ergebenden Abschattungsbereiche in der Datenbank gespeichert und mittels Positionsinformationen Hindernisse im Bewegungsbereich bestimmt werden.

[0030] Die Erkennung von Abschattungsbereichen in Kontrast zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten kann vorteilhaft aber auch mittels eines mit der Richtantenne mitbewegten Arrays von Infrarotsensoren vorgenommen werden, so dass ein aus dem Infrarotsensoren-Array abgeleitetes Infrarotbild auf Grund der unterschiedlichen Temperatur von freiem Himmel und Hindernissen die Abschattungsbereiche im gesamten Empfangsbereich der Richtantenne wiedergibt.

[0031] Die Erkennung von Abschattungsbereichen in Abweichung zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten kann in einer anderen Variante durch Auswertung der mit der mobilen Richtantenne empfangenen Rauschleistung vorgenommen werden, die durch $N_0 = kT$ bestimmt wird, wobei k die Boltzmann-Konstante und T die Rauschtemperatur im Sichtfeld der Richtantenne beschreibt und die Rauschtemperatur der Richtantenne in bekannter Weise durch die Integration aller strahlenden Punkte im Sichtfeld der Richtantenne entsprechend der Gleichung

$$T = \left(\frac{1}{4} \pi \right) \iint T_b(\theta, \varphi) G(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi$$

beschrieben wird, wobei $T_b(\theta, \varphi)$ die Temperatur eines Strahlers mit den Winkeln θ, φ und $G(\theta, \varphi)$ den dortigen Gewinn der Antenne beschreibt. Die Rauschtemperatur einer mobilen Richtantenne im Mikrowellenbereich beträgt zwischen 3° und 100° Kelvin gegen den freien Himmel je nach Elevationswinkel oder über 1000° Kelvin bei Ausrichtung zur Sonne, wogegen bei Abschattung die Umgebungsausstrahlung zwischen etwa 250° Kelvin und etwa 350° Kelvin liegt. Mittels eines Rauschtemperatur-Sensors lässt sich somit problemlos die Rauschtemperatur der Richtantenne analysieren, so dass eindeutig zwischen abgeschatteten Bereichen und freier Sicht zum Himmel unterschieden werden kann.

[0032] Das Verfahren nach der Erfindung wird nachfolgend im einzelnen anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig.1 bis 4 die bereits vorher erläuterten unterschiedlichen Empfangszustände von Satellitensignalen bei unterschiedlich ausgerichteter Richtantenne in schematischen Ansichten,

Fig.5 in drei aufeinanderfolgenden schematischen Bildern die Ausrichtungszustände einer auf einem Omnibus angebrachten Richtantenne beim Passieren eines durch ein Hindernis verursachten Abschattungsbereiches ohne Erkennung der Abschattung,

Fig.6 in ebenfalls drei aufeinanderfolgenden schematischen Bildern die Ausrichtungszustände der auf dem Omnibus angebrachten Richtantenne beim Passieren des durch ein Hindernis verursachten Abschattungsbereiches mit Erkennung der Abschattung, und

Fig.7 ein schematisches Beispiel der Umgebung eines mobilen Satellitenempfängers als hemisphärisches Fisheye-Abbild, aus dem die Abschattungen verursachenden Hindernisse ersichtlich sind.

[0033] Aus Fig.5 und 6 werden die Vorteile des Verfahrens nach der Erfindung deutlich. In Fig.5 und Fig.6 sind jeweils in drei aufeinanderfolgenden Zustandsbildern (a), (b) und (c) die Ausrichtungszustände einer Richtantenne 5, die auf einem sich auf einer Straße 6 nach rechts bewegendem Omnibus 7 angebracht ist, beim Passieren eines durch ein Hindernis 8 verursachten Abschattungsbereiches dargestellt, wobei Fig.5 den Zustandsablauf bekannter Verfahren ohne Erkennung der Abschattung und Fig.6 den Zustandsablauf beim Verfahren nach der Erfindung mit Erkennung der Abschattung zeigt.

[0034] Nachdem der Signale aussendende Satellit entsprechend der Einfallsrichtung 9 des Satellitensignals korrekt durch die Hauptkeule 10 der Richtantenne 5 angepeilt wurde, was in den Zustandsbildern (a) von Fig.5 und 6 gezeigt ist, wird, wie im Zustandsbild (b) von Fig.5 gezeigt ist, ohne eine Abschattungserkennung nach Verlust des Satellitensignals nach einer gewissen Verzögerung die Suche nach dem Satellitensignal initiiert, was in der Abschattung allerdings wenig sinnvoll ist.

[0035] Nachdem die Abschattung vorüber ist, weist die Richtantenne 5 mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr zum Satelliten, d.h. die Hauptkeule 10 weist nicht mehr in die Einfallsrichtung 9 des Satellitensignals, und das Satellitensignal muss erst wieder aufgefunden werden. Dieser fehlausgerichtete Zustand ist im Zustandsbild (c) von Fig.5 dargestellt.

[0036] Wenn im Gegensatz dazu entsprechend Fig.6 die Abschattung erkannt wird, so wird während der Abschattung keine Satellitensignalsuche gestartet, wie das Zustandsbild (b) von Fig.6 zeigt, und die Satellitenkommunikationsverbindung ist auf Grund der unveränderten Ausrichtung der Richtantenne 5 und deren Hauptkeule 10 nach Ende der Abschattung sofort wieder verfügbar, was das Zustandsbild (c) von Fig.6 zeigt.

[0037] Bei länger anhaltenden Abschattungsphasen besteht die Möglichkeit, dass die Hauptkeule 10 der Richtantenne 5, bedingt durch eine Richtungsänderung des Omnibusses 7 und damit auch der Richtantenne 5 während der Abschattung z.B. durch einen Tunnel mit Kurve, nach Ende der Abschattung in die falsche Richtung weist, also nicht mehr in die Einfallsrichtung 9 des Satellitensignals. Mit Erkennung der Abschattung wird die Suche nach dem Satellitensignal erst dann gestartet, wenn ein Empfang des Satellitensignals wieder möglich ist, was die Such- und Akquisitionszeit erheblich verkürzen kann.

[0038] Ohne jegliche Nutzung von Vorwissen muss der gesamte Empfangsbereich der Richtantenne, z.B. die gesamte obere Hemisphäre, nach dem Satellitensignal systematisch abgesucht werden. In der Praxis wird gewöhnlich versucht werden, die Zeitdauer, die zur Signalsuche benötigt wird, möglichst gering zu halten, indem unterschiedliches Vorwissen zur Einschränkung des Suchbereiches genutzt wird. Kennt man z.B. die momentane Position und ungefähre Orientierung des mobilen Satellitenempfängers, so kann der Suchbereich durch diese Informationen eingeschränkt werden, weil dadurch ein Elevations- und Azimutbereich vorgegeben sind.

[0039] In Fig.7 ist anhand eines schematischen Fisheye-Abbildes der momentanen Umgebung des mobilen Satellitenempfängers veranschaulicht, wie eine in Azimut-Elevations-Koordinaten angelegte hemisphärische Fisheye-Aufnahme dazu genutzt werden kann, die Signalsuche weiter zu beschleunigen, indem nur Bereiche abgesucht werden, die nicht von Hindernissen abgeschattet sind. Mittels der am Fahrzeug in Form der hemisphärischen Fisheye-Aufnahme zusätzlich vorgesehenen Sensorik werden durch Hindernisse auf dem Verbindungsweg zwischen dem Satellit und der Richtantenne bedingte Signalabschattungen erkannt und Informationen über Abschattungsbereiche im Sichtfeld und/oder Bewegungsbereich der Richtantenne abgegeben.

[0040] Der Such- und Akquisitionsbetrieb im mobilen Satellitenempfänger wird auf Grund der mittels der Fisheye-Sensorik über die Abschattungsbereiche gewonnenen Informationen für die Dauer des Durchfahrens dieser Abschattungsbereiche bei vorherigem Nachführbetrieb (Tracking) nicht eingeschaltet oder bei vorherigem Such- und Akquisitionsbetrieb unwirksam geschaltet, obwohl eine festgelegte Empfangssignalpegelschwelle unterschritten ist, unterhalb welcher sonst, also bei Fehlausrichtung der Richtantenne, der Such- und Akquisitionsbetrieb eingeschaltet wird. Nur nach länger währenden Abschattungen und natürlich auch bei allen erkannten Fehlausrichtungen der Richtantenne wird dann eine neue Suche des Satellitensignals gestartet und zwar nur in den engeren Bereichen, die nicht von Hindernissen abgeschattet sind.

Bezugszeichenliste

[0041]

- 1 Richtantenne
- 2 Einfallsrichtung des Satellitensignals
- 3 Hauptkeule
- 4 Hindernis

- 5 Richtantenne
- 6 Straße
- 7 Omnibus, Fahrzeug
- 8 Hindernis
- 5 9 Einfallsrichtung des Satellitensignals
- 10 Hauptkeule

Patentansprüche

10

1. Verfahren zur kontinuierlichen Ausrichtung einer auf einem Fahrzeug angebrachten Richtantenne eines Satellitensignalempfängers auf einen Funksignale aussendenden Kommunikationssatelliten mittels Empfangspegel- auswertung der vom Satelliten ausgestrahlten, über die Richtantenne empfangenen Funksignale, wobei einem Nachführbetrieb (Tracking) zur Erst- und Wiederausrichtung der Richtantenne auf den Satelliten ein Such- und Akquisitionsbetrieb vorangeht, der bei Unterschreiten einer bestimmten Empfangssignalpegelschwelle wirksam wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels einer am Fahrzeug (7) zusätzlich vorgesehenen Sensorik durch Hindernisse (8) auf dem Verbindungsweg zwischen Satellit und Richtantenne (5) bedingte Signalabschattungen erkannt und Informationen über Abschattungsbereiche im Sichtfeld und/oder im Bewegungsbereich der Richtantenne abgegeben werden, und dass der Such- und Akquisitionsbetrieb auf Grund der mittels der Sensorik über die Abschattungsbereiche gewonnenen Informationen für die Dauer des Durchfahrens dieser Abschattungsbereiche bei vorherigem Nachführbetrieb nicht eingeschaltet oder bei vorherigem Such- und Akquisitionsbetrieb unwirksam geschaltet wird, obwohl die bestimmte Empfangssignalpegelschwelle unterschritten ist.

15

20

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Durchfahren von erkannten Abschattungsbereichen, die eine bestimmte Dauer nicht überschreiten, der Such- und Akquisitionsbetrieb zumindest zunächst nicht aktiviert und somit keine neue Satellitensignalsuche gestartet wird, sondern die Richtantenne (5) in der vor der jeweiligen Abschattung vorgelegenen Ausrichtung verbleibt.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Durchfahren von erkannten Abschattungsbereichen, die eine bestimmte Dauer überschreiten, der Such- und Akquisitionsbetrieb aktiviert und somit eine neue Satellitensignalsuche gestartet wird.

35

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Anschluss an das Durchfahren eines erkannten Abschattungsbereiches bei Wirksamschaltung des Such- und Akquisitionsbetriebs auf Grund der mittels der Sensorik über die Abschattungsbereiche gewonnenen Informationen und/oder auf Grund anderer den räumlichen Suchbereich einschränkender, auf Vorwissen beruhender Informationen nur solche Bereiche im Such- und Akquisitionsbetrieb von der Richtantenne (5) abgesucht werden, die sich als nicht abgeschattet ergeben haben.

40

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erkennung von Abschattungsbereichen in Gegensätzlichkeit zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten mittels eines mit der Richtantenne (5) mitbewegten Abstandsmess-Sensors im Falle, dass Abschattungsbereiche immer im gesamten Empfangsbereich der Richtantenne auftreten, vorgenommen wird, wobei Hindernisse (8) im nahen Blickfeld der Richtantenne mittels des Abstandsmess-Sensors, der einen gleichen Öffnungswinkel wie die nachgeführte Richtantenne aufweist und dessen Blickrichtung mit der Richtantenne mitbewegt wird, erkannt werden.

45

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandsmess-Sensor auf Ultraschallbasis arbeitet.

50

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter der Voraussetzung, dass die Abschattungsbereiche für eine mobile Richtantenne (5) abhängig von der Position bekannt sind, die Erkennung von Abschattungsbereichen in Kontrast zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten mittels einer Abschattungsdatenbank vorgenommen wird, wobei die ein Abschattungsmuster ergebenden Abschattungsbereiche in der Datenbank gespeichert und mittels Positionsinformationen Hindernisse (8) im Bewegungsbereich bestimmt werden.

55

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erkennung von Abschattungsbereichen in Kontrast zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten mittels eines mit

der Richtantenne (5) mitbewegten Arrays von Infrarotsensoren vorgenommen wird, so dass ein aus dem Infrarotsensoren-Array abgeleitetes Infrarotbild auf Grund der unterschiedlichen Temperatur von freiem Himmel und Hindernissen (8) die Abschattungsgebiete im gesamten Empfangsbereich der Richtantenne wiedergibt.

5 **8.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erkennung von Abschattungsgebieten in Abweichung zu Bereichen freier Sicht zum Himmel und damit auch zum Satelliten durch Auswertung der mit der mobilen Richtantenne (5) empfangenen Rauschleistung vorgenommen wird, die durch $N_0 = kT$ bestimmt wird, wobei k die Boltzmann-Konstante und T die Rauschtemperatur im Sichtfeld der Richtantenne beschreibt und die Rauschtemperatur der Richtantenne in bekannter Weise durch die Integration aller strahlenden Punkte im Sichtfeld der Richtantenne entsprechend der Gleichung

$$T = \left(\frac{1}{4} \pi \right) \iint T_b(\theta, \varphi) G(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi$$

15 beschrieben wird, wobei $T_b(\theta, \varphi)$ die Temperatur eines Strahlers mit den Winkeln θ, φ und $G(\theta, \varphi)$ den dortigen Gewinn der Antenne beschreibt, was dazu führt, dass die Rauschtemperatur einer mobilen Richtantenne im Mikrowellenbereich zwischen 3° und 100° Kelvin gegen den freien Himmel je nach Elevationswinkel oder über 1000° Kelvin bei Ausrichtung zur Sonne beträgt, wogegen bei Abschattung die Umgebungsrauschtemperatur zwischen etwa 250° Kelvin und etwa 350° Kelvin liegt, so dass mittels eines Rauschtemperatur-Sensors die Rauschtemperatur der Richtantenne analysiert und zwischen abgeschatteten Bereichen und freier Sicht zum Himmel unterschieden werden kann.

25

30

35

40

45

50

55

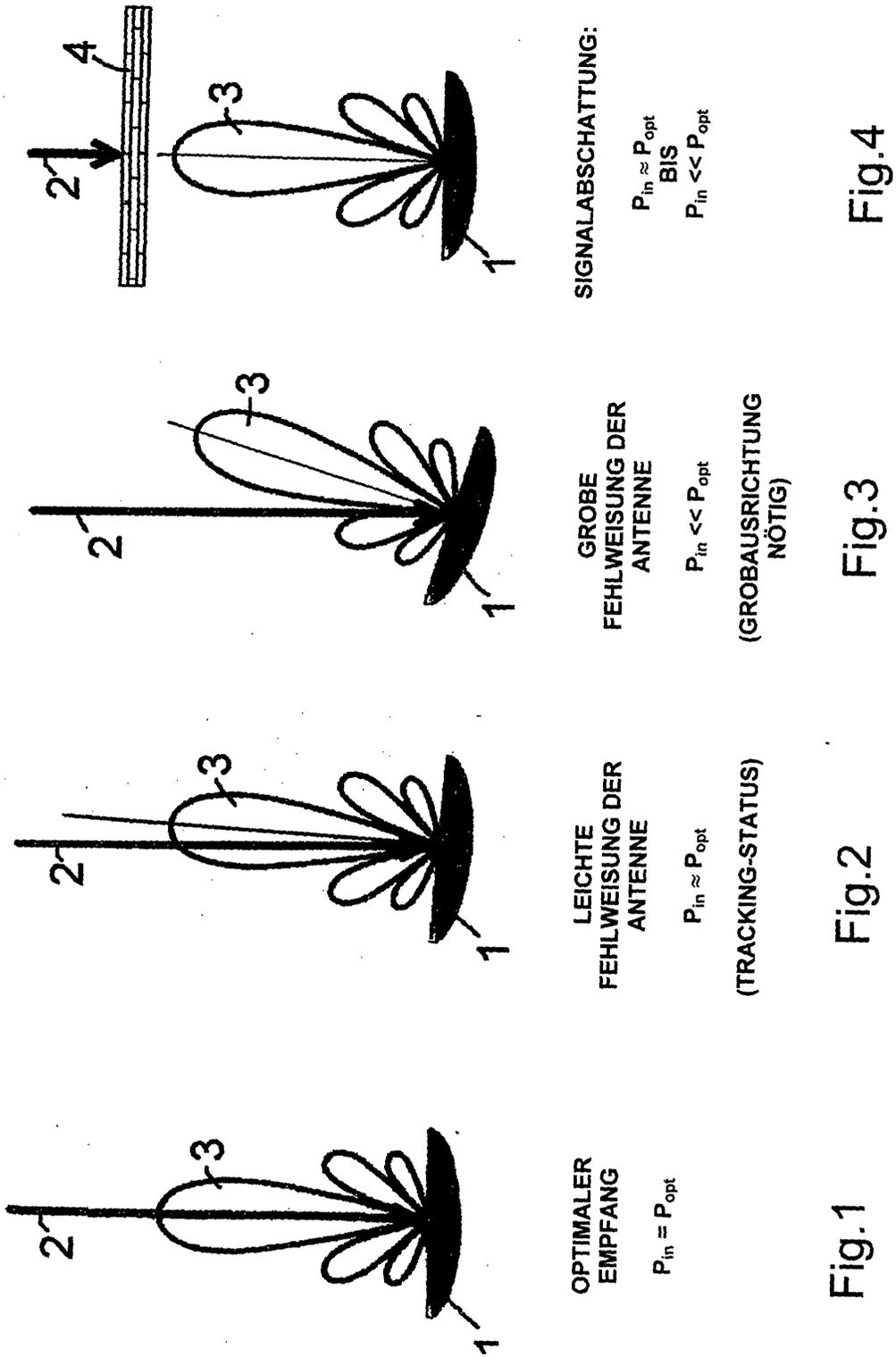


Fig.1

Fig.2

Fig.3

Fig.4

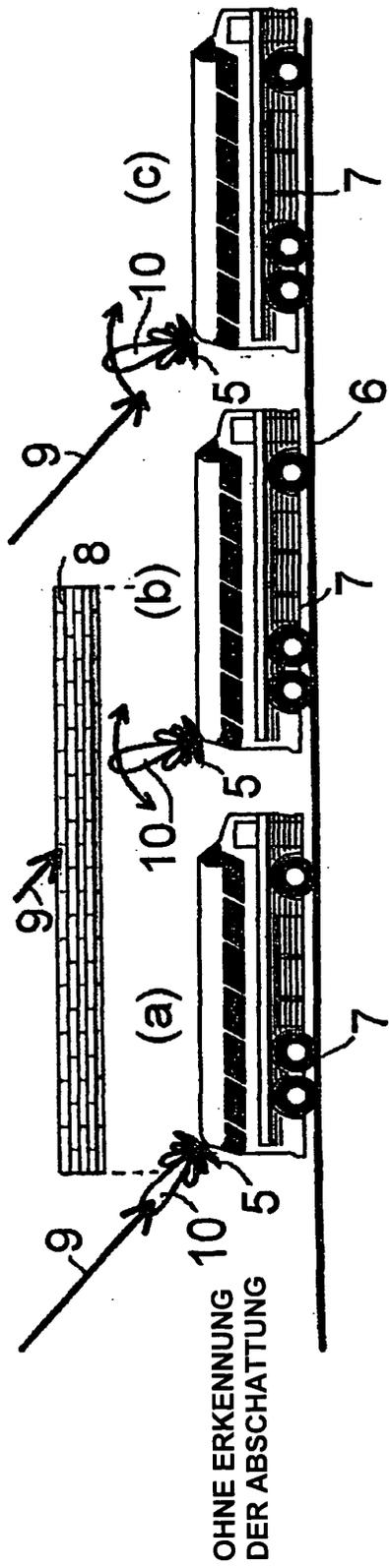


Fig. 5

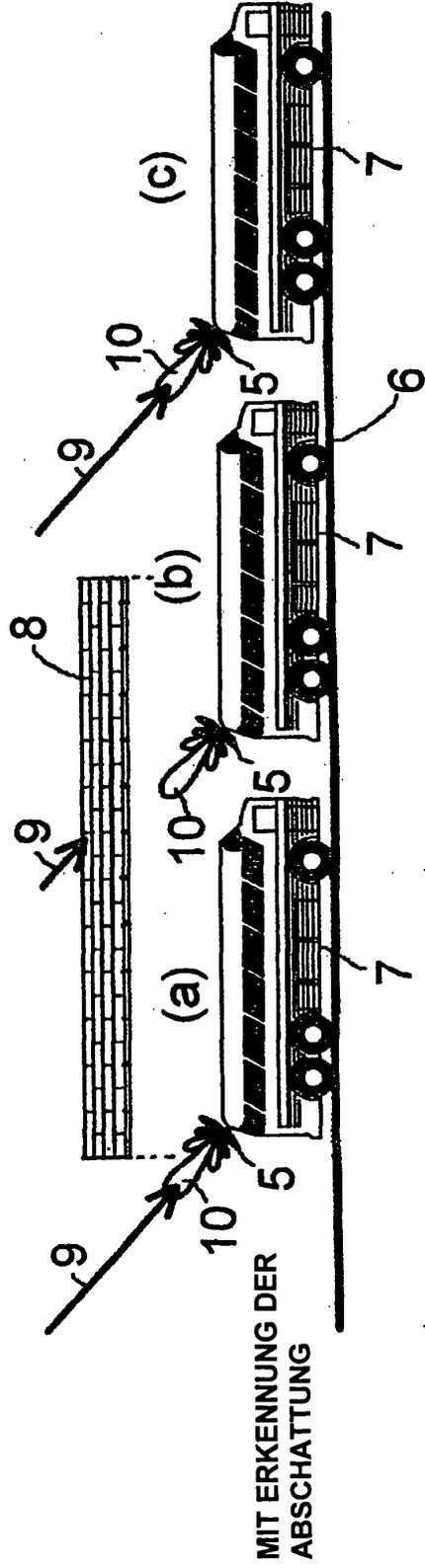


Fig. 6

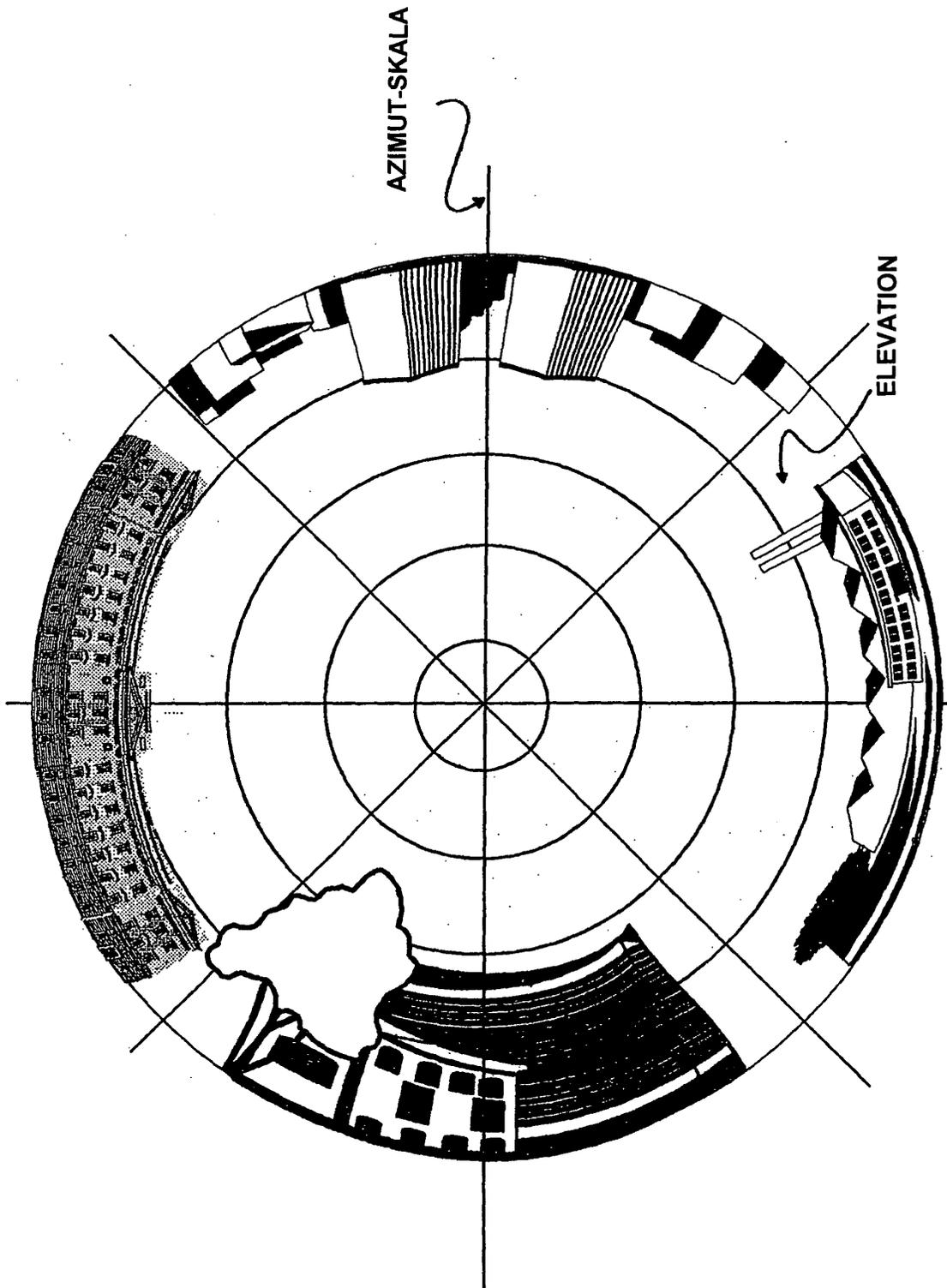


Fig.7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 5289

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|--|---|--|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| X | US 6 384 779 B1 (LEE DONG-MIN) 7. Mai 2002 (2002-05-07) | 1-4 | H01Q3/26 H01Q1/12 |
| A | * das ganze Dokument * | 6 | |
| A | ----- EP 0 338 379 A (JAPAN BROADCASTING CORP ; NIPPON STEEL CORP (JP); NEMOTO PROJECT INDUS) 25. Oktober 1989 (1989-10-25) * Spalte 15, Zeile 17 - Spalte 16, Zeile 8 * | 1-8 | |
| A | ----- US 5 917 446 A (GREENSPAN RICHARD L) 29. Juni 1999 (1999-06-29) * das ganze Dokument * | 1,6 | |
| A | ----- US 2002/072843 A1 (LIPPERT DELBERT ET AL) 13. Juni 2002 (2002-06-13) * das ganze Dokument * | 1,7 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) |
| | | | H01Q |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort Den Haag | | Abschlußdatum der Recherche 12. Oktober 2004 | Prüfer Wattiaux, V |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | | | |

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 04 01 5289

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.

12-10-2004

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 6384779 B1 | 07-05-2002 | KR 2001057639 A | 05-07-2001 |
| | | CN 1308383 A | 15-08-2001 |
| | | JP 2001196991 A | 19-07-2001 |
| ----- | | | |
| EP 0338379 A | 25-10-1989 | JP 1261005 A | 18-10-1989 |
| | | JP 2101632 C | 22-10-1996 |
| | | JP 5068123 B | 28-09-1993 |
| | | JP 1303903 A | 07-12-1989 |
| | | JP 1818717 C | 27-01-1994 |
| | | JP 5024681 B | 08-04-1993 |
| | | JP 1304509 A | 08-12-1989 |
| | | JP 1884979 C | 10-11-1994 |
| | | JP 6011084 B | 09-02-1994 |
| | | JP 2124603 A | 11-05-1990 |
| | | JP 2564613 B2 | 18-12-1996 |
| | | AU 622444 B2 | 09-04-1992 |
| | | AU 3259789 A | 19-10-1989 |
| | | CA 1318394 C | 25-05-1993 |
| | | CN 1038378 A | 27-12-1989 |
| | | DE 68919736 D1 | 19-01-1995 |
| | | DE 68919736 T2 | 24-05-1995 |
| | | EP 0338379 A2 | 25-10-1989 |
| | | EP 0608000 A1 | 27-07-1994 |
| | | ES 2065349 T3 | 16-02-1995 |
| KR 9210206 B1 | 21-11-1992 | | |
| US 5089824 A | 18-02-1992 | | |
| ----- | | | |
| US 5917446 A | 29-06-1999 | KEINE | |
| ----- | | | |
| US 2002072843 A1 | 13-06-2002 | US 2003004633 A1 | 02-01-2003 |
| | | AU 8495301 A | 25-02-2002 |
| | | AU 8498401 A | 25-02-2002 |
| | | AU 8651301 A | 25-02-2002 |
| | | AU 8826801 A | 25-02-2002 |
| | | AU 8827301 A | 25-02-2002 |
| | | AU 9053301 A | 25-02-2002 |
| | | EP 1309464 A2 | 14-05-2003 |
| | | EP 1310012 A2 | 14-05-2003 |
| | | EP 1310018 A1 | 14-05-2003 |
| | | EP 1309882 A2 | 14-05-2003 |
| | | EP 1309883 A2 | 14-05-2003 |
| | | EP 1309879 A2 | 14-05-2003 |
| | | EP 1422533 A1 | 26-05-2004 |
| | | JP 2004505844 T | 26-02-2004 |
| | | JP 2004506906 T | 04-03-2004 |
| | | JP 2004506908 T | 04-03-2004 |

EPO FORM P0461

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

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

EP 04 01 5289

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.

12-10-2004

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2002072843 A1 | | JP 2004506909 T | 04-03-2004 |
| | | JP 2004506912 T | 04-03-2004 |
| | | JP 2004507138 T | 04-03-2004 |
| | | WO 0214098 A2 | 21-02-2002 |
| | | WO 0214898 A2 | 21-02-2002 |
| | | WO 0214891 A2 | 21-02-2002 |
| | | WO 0215334 A1 | 21-02-2002 |
| | | WO 0215323 A2 | 21-02-2002 |
| | | WO 0214900 A2 | 21-02-2002 |
| | | US 2002147534 A1 | 10-10-2002 |
| | | US 2003001772 A1 | 02-01-2003 |
| | | US 2004155812 A1 | 12-08-2004 |
| | | US 2003210172 A1 | 13-11-2003 |
| | | US 2002067305 A1 | 06-06-2002 |
| | | US 2002044082 A1 | 18-04-2002 |
| | | US 6657581 B1 | 02-12-2003 |
| | | US 2002075138 A1 | 20-06-2002 |
| | | US 2002190891 A1 | 19-12-2002 |
| | | US 2003210182 A1 | 13-11-2003 |
| | | US 2002067287 A1 | 06-06-2002 |
| | US 2003011519 A1 | 16-01-2003 | |
| | US 2002075178 A1 | 20-06-2002 | |
| | US 2002163478 A1 | 07-11-2002 | |

EPO FORM P0461

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