(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 251 850 A2**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.2010 Patentblatt 2010/46

(51) Int Cl.:
G08G 5/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10003943.7**

(22) Anmeldetag: **14.04.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

(30) Priorität: **05.05.2009 DE 102009019700**

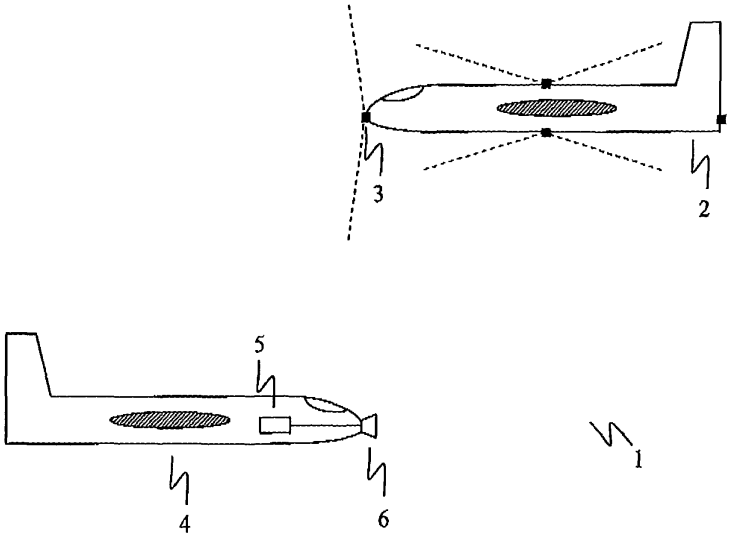
(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.**
51147 Köln (DE)

(72) Erfinder: **Meysel, Frederik**
38102 Braunschweig (DE)

(74) Vertreter: **Gerstein, Hans Joachim et al**
Gramm, Lins & Partner GbR
Freundallee 13a
30173 Hannover (DE)

(54) Vorrichtung zur Lagebestimmung von Flugzeugen

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Lagebestimmung von Fahrzeugen (2), mit einer Mehrzahl von Sendern (31 bis 38), die zum Aussenden von Signalen eingerichtet und an einem Fahrzeug (2), dessen Lage bestimmt werden soll, angeordnet sind. Die Sender (31 bis 38) sind dabei zum Aussenden eines den jeweiligen Sendern (31 bis 38) betreffend individuellen Signalmusters innerhalb einer Signalmustersequenz (S) eingerichtet, wobei die Vorrichtung (1) eine zum Einbau in andere Fahrzeuge (4) vorgesehene Lagebestimmungseinheit (5) aufweist, die mittels einer Empfangseinheit (6) zum Empfangen der Signalmuster eingerichtet ist. Die Lagebestimmungseinheit (5) ist dabei zur Lagebestimmung des Fahrzeuges (2) in Abhängigkeit der in der Signalmustersequenz (5) enthaltenden Signalmuster ausgebildet.



Figur 1

EP 2 251 850 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Lagebestimmung von Fahrzeugen mit einer Mehrzahl von Sendern, die zum Aussenden von Signalen eingerichtet und an einem Fahrzeug, dessen Lage bestimmt werden soll, angeordnet sind.

[0002] Zur Vermeidung von Kollisionen zwischen zwei Fahrzeugen ist es wichtig, dass neben bekannten technischen Hilfsmitteln der Fahrzeugführer als Mensch in die Lage versetzt wird, die Lage eines anderen in seiner Nähe befindlichen Fahrzeuges zu erkennen, um so abschätzen zu können, ob sich das eigene Fahrzeug mit dem anderen Fahrzeug auf Kollisionskurs befindet bzw. wer ausweichpflichtig ist. Gerade bei Fahrzeugen, die aufgrund ihrer Entfernung nur sehr vage wahrgenommen werden können, ist es oft schwierig, ohne weitere technische Hilfsmittel festzustellen, in welcher Lage sich das Fahrzeug im Raum befindet.

[0003] Zur Unterstützung der Lagebestimmung von Fahrzeugen durch den Menschen verfügen Fahrzeuge, wie Flugzeuge oder Wasserfahrzeuge, über am Rumpf angebrachte Lampen, die ein entsprechendes rotes, grünes oder weißes Lichtsignal aussenden. Je nachdem welches Farbsignal sichtbar ist, kann dann auf die Lage des Fahrzeuges im Raum geschlossen werden. So wird bei Wasserfahrzeugen an der Steuerbordseite (rechts) ein grünes Licht und an der Backbordseite (links) ein rotes Licht geführt, so dass je nach erkennbarer Farbe festgestellt werden kann, welche Seite des Wasserfahrzeuges dem Betrachter zugewandt ist, Auf diese Weise kann dann auf die Fahrtrichtung geschlossen Bei Luftfahrzeugen muss jeder Luftfahrzeugführer den Luftraum ebenfalls aktiv beobachten. Obwohl elektronische Verfahren zur frühzeitigen Erkennung und Behandlung von Kollisionsrisiken zur Verfügung stehen, muss das visuelle Beobachten der Umgebung durch den Piloten weiterhin durchgeführt werden. Dieses als "See and Avoid" bekannte Prinzip wird derzeit auch von unbemannten Luftfahrzeugen zusätzlich zu elektronischen Verfahren basierend auf Satellitennavigation und Funkkommunikation verlangt.

[0004] Aus der US 3,706,968 ist ein Signallicht für Flugzeuge bekannt, das je nach Lagewinkel des Betrachters eine unterschiedliche Farbe aufweist, so dass durch den Betrachter festgestellt werden kann, welche Seite ihm zugewandt ist, wodurch sich grob die Flugrichtung des Flugzeuges abschätzen lässt. Aufgrund der kreisförmigen Anordnung der Farbfilter beider Lampen und einer versetzten Anordnung der Farbfilter können durch unterschiedliche Farbkodierungen auch Lagewinkel < 90° ermittelt werden.

[0005] Die US 5,337,047 offenbart eine Vorrichtung für Flugzeuge, mit der aus weiter Entfernung der Flugzeugtyp ermittelt werden kann. Dazu weist die Einrichtung eine Laservorrichtung auf, die je nach Flugzeugtyp (Größe, Anzahl der Engines) eine unterschiedliche Anzahl von Lichtsignalen mit unterschiedlichen Frequenzen aussendet und so die entsprechenden Eigenschaften des Flugzeuges kodiert.

[0006] Nachteilig bei der aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung ist die Tatsache, dass eine automatische Erkennung der Fluglage basierend auf dem "See and Avoid" Verfahren gerade bei weit entfernten Flugobjekten nur schwerlich möglich ist.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine verbesserte Vorrichtung zur Bestimmung der Lage eines weit entfernten Fahrzeuges anzugeben.

[0008] Die Aufgabe wird mit der Erfindung der eingangs genannten Art erfingdungsgemäß dadurch gelöst, dass die Sender zum Aussenden eines den jeweiligen Sender betreffenden individuellen Signalmusters innerhalb einer Signalmustersequenz eingerichtet sind und die Vorrichtung eine zum Einbau in andere Fahrzeuge vorgesehene Lagebestimmungseinheit aufweist, die mittels einer Empfangseinheit zum Empfangen der Signalmuster eingerichtet ist, wobei die Lagebestimmungseinheit zur Lagebestimmung des Fahrzeuges in Abhängigkeit der in den Signalmustersequenz enthaltenden Signalmuster ausgebildet ist.

[0009] Dadurch wird es möglich, dass die Lage eines Fahrzeuges auch dann bestimmt werden kann, wenn sich das Fahrzeug in einer großen Entfernung zum Betrachter befindet und die von dem Fahrzeug ausgesendeten Lichtsignale nur als eine einzige Lichtquelle wahrnehmbar sind. Dazu sind an dem Fahrzeug, dessen Lage bestimmt werden soll, Sender angeordnet, die ein jeweils für den Sender eindeutiges Signalmuster innerhalb einer Signalmustersequenz aussenden. Die Signalmustersequenz ergibt sich dabei aus der Menge aller von den Sendern aussendbaren Signalmuster, sie es beispielsweise, dass zu einer Zeit nur jeweils nur ein Sender sein individuelles Signalmuster aussendet, oder sei es beispielsweise, dass die Sender ihr individuelles Signalmuster teilweise verschachtelt/versetzt aussenden,

[0010] Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung des Weiteren eine Lagebestimmungseinheit auf, die in anderen Fahrzeugen, welche die Lage des einen Fahrzeuges bestimmen sollen, einbaubar ist. Die Lagebestimmungseinheit ist dabei mit einem Empfänger verbunden, der die von den Sendern ausgesendeten Signalmuster empfangen kann und an die Lagebestimmungseinheit weiterleitet. Die Lagebestimmungseinheit ist dabei derart eingerichtet, dass sie die empfangenen Signale auswertet und bestimmen kann, welches Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz empfangen wurde. Aufgrund der Tatsache, dass jeder Sender ein eindeutiges, individuelles Signalmuster aussendet, kann die Lagebestimmungseinheit nunmehr die Lage des Fahrzeuges, insbesondere die relative Lage des Fahrzeuges bezüglich des Betrachters, feststellen. So lässt sich bei Luftfahrtzeugen beispielsweise ermitteln, welcher Oktant des Fahrzeuges dem Betrachter zugewandt ist.

[0011] Dadurch wird es möglich, dass auch bei unbemannten Fahrzeugen, insbesondere bei unbemannten Luftfahrzeugen, das "See and Avoid" Prinzip angewen-

det werden kann, so wie es von menschlichen Piloten verlangt wird.

[0012] Die Sender sind an dem Fahrzeug dabei vorteilhafterweise derart angeordnet, dass zumindest ein Signalmuster eines Senders unabhängig von dem Winkel des Betrachters auf das Fahrzeug empfangbar ist, das heißt egal in welcher Lage sich das Fahrzeug befindet, kann immer mindestens ein Signalmuster eines Senders empfangen werden. Damit kann sichergestellt werden, dass keine Empfangslücken bei bestimmten Betrachtungswinkeln entstehen. In einem Ausführungsbeispiel können dabei immer mindestens drei Signalmuster von drei unterschiedlichen Sendern empfangen werden, so dass sich eine wesentlich genauere Lagebestimmung durchführen lässt. Es ist offensichtlich, dass die Genauigkeit der Lagebestimmung proportional zu der Anzahl der empfangbaren Signalmuster ist und umgekehrt.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es, wenn an jedem Ende einer Raumachse X, Y und Z mindestens ein Sender angeordnet ist. Somit ergibt sich eine vorteilhafte Anordnung der Sender mit einer Senderichtung nach vorne und hinten, links und rechts und oben und unten. Durch einen entsprechenden Sendewinkel von mehr als 45°, ausgehend vom Lot, je Sender kann dabei in bestimmten Lagen auch mehr als ein Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz empfangen werden, so dass eine wesentlich detailliertere Lagebestimmung des Fahrzeuges möglich wird. Durch zusätzliche Sender mit jeweils individuellen Signalmustern kann dabei die Genauigkeit der Lagebestimmung weiter erhöht werden.

[0014] Bevorzugterweise sind die Sender Lichtquellen, die zum Aussenden von Licht- oder Infrarotsignalen eingerichtet sind. Die individuellen Signalmuster der jeweiligen Sender werden dann in Form von Lichtmustern ausgesendet, die vorteilhafterweise eine binäre Kodierung aufweisen. Somit erfolgt die individuelle Kodierung des Senders unabhängig von einer entsprechenden Wellenlänge und somit nicht aufgrund einer Farbkodierung. Ein binäres Signalmuster eines Senders kann dabei die Abfolge einer Mustersequenz von eingeschaltetem und ausgeschaltetem Licht sein.

[0015] Um die von den optischen Sendern ausgesendeten Lichtmustern empfangen zu können, weist die Empfangseinheit einen optischen Sender auf, der zum Empfangen und zur

[0016] Aufnahme der Lichtsignale eingerichtet ist. Eine solche Empfangseinheit kann zum Beispiel eine Videokamera, insbesondere eine digitale Videokamera sein. Geht man dabei von einer üblichen Industriekamera mit einer zeitlichen Auflösung von circa 50 Bildern pro Sekunde aus, so können 20 Bit pro Sekunde sicher übertragen werden. In diesem Fall ist die Abtastfrequenz mehr als doppelt so hoch wie die von den Sendern ausgesendete Bitrate in Form der Lichtmuster.

[0017] Um die genaue zeitliche Abfolge der einzelnen Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz festzulegen, wird vorteilhafterweise jedem Sender ein entsprechender Zeitslot innerhalb der Signalmustersequenz zugewiesen, in dem der jeweilige Sender sein Signalmuster aussenden kann, Innerhalb dieses Zeitslots darf nur der Sender sein Signalmuster aussenden, der dem Zeitslot zugewiesen ist. Damit wird sichergestellt, dass es bei dem Aussenden der Signalmustersequenz durch alle beteiligten Sender nicht zu Überschneidungen kommt, die dann von der Lagebestimmungseinheit nicht mehr hinreichend identifiziert werden kann, Somit wird eindeutig festgelegt, welcher Sender zu welcher Zeit sein Signalmuster aussenden darf, wobei nur jeweils ein Sender zu einer Zeit sein Signalmuster senden darf.

[0018] Denkbar ist aber auch, dass jedes Signalmuster in einzelne Teile aufgeteilt wird, die dann innerhalb der Signalmustersequenz verteilt werden, wobei die Sender ihr Signalmuster nicht an einem Stück senden. Ähnlich dem Interleaving-Verfahren, bei dem die Reihenfolge von z. B. zu sendenden Bits oder Informationen untereinander vertauscht und verschachtelt werden, werden auch die Teile der einzelnen Signalmustersequenz verschachtelt verteilt, so dass ein Signalmuster eines bestimmten Senders nicht an einem Stück von dem entsprechenden Sender ausgesendet wird. So können beispielsweise zwischen zwei Teilen eines Signalmusters eines bestimmten Senders ein oder mehrere andere Teile anderer Sender und ihre entsprechenden Signalmusterteile liegen. Durch diese Verschachtelung kann eine entsprechend höhere Ausfallsicherheit beim Empfang gewährleistet werden. Die Lagebestimmungseinheit kann dann in Abhängigkeit der empfangenen Muster die Teile der empfangenen Signalmuster erkennen und entsprechend den Sendern zuordnen.

[0019] Damit der Beginn der Signalmustersequenz durch die Lagebestimmungseinheit feststellbar ist, ist die Vorrichtung vorzugsweise derart ausgebildet, dass mindestens ein Sender am Beginn der Signalmustersequenz ein Startsequenz-Signalmuster aussendet. Durch das gleichzeitige Aussenden des Startsequenz-Signalmusters durch alle Sender wird sichergestellt, dass unabhängig von der Lage des Fahrzeuges die Startsequenz immer empfangbar ist und somit der Beginn der Signalmustersequenz bestimmbar ist. Die Lagebestimmungseinheit ist dabei derart eingerichtet, dass sie das Startsequenz-Signalmuster erkennen kann, Erst nach Aussenden des Startsequenz-Signalmusters senden die Sender ihre individuellen Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz aus.

[0020] Des Weiteren ist es besonders vorteilhaft, wenn neben den Signalmustern zur Lagebestimmung die Sender auch Signalmuster aussenden, mit denen bestimmte Informationen über das Fahrzeug ausgesendet werden können, Solche Informationen können zum Beispiel der Transpondercode, die Fahrtrichtung, die Geschwindigkeit, die Flughöhe sowie die Sink-/Steigrate des Fahrzeuges sein. Bevorzugterweise werden diese Informations-Signalmuster von jedem Sender am Ende der Signalmustersequenz ausgesendet, so dass auch hier wieder unabhängig von der Lage des Fahrzeuges die Informationssignalmuster empfangen werden können. Dabei

ist die Lagebestimmungseinheit derart eingerichtet, dass sie aus den empfangenen Signalmustern der Signalmustersequenz die entsprechenden Informationen extrahiert.

[0021] Um die Übertragungssicherheit zu erhöhen ist es besonders vorteilhaft, wenn zusätzlich zu den Signalmustern entsprechende Prüf-, Paritäts- und/oder Korrekturinformationen gesendet werden, mit deren Hilfe dann die Lagebestimmungseinheit die Integrität der empfangenen Signalmuster überprüfen kann. So kann zum Beispiel festgestellt werden, ob bestimmte Signalmuster aufgrund von Witterungsbedingungen nicht vollständig von der Empfangseinheit empfangen wurden. Mit Hilfe von entsprechenden Korrekturinformationen innerhalb der Signalmustersequenz lassen sich dann auch kleinere Bitfehler korrigieren.

[0022] Des Weiteren ist es besonders vorteilhaft, wenn die Vorrichtung zur automatischen Ermittlung einer Ausweichpflicht bzw. Kollisionsgefahr in Abhängigkeit der von der Lagebestimmungseinheit ermittelten Lage des Fahrzeuges eingerichtet ist. Somit kann in den Fahrzeugen, in denen die Lagebestimmungseinheit eingebaut ist, mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung festgestellt werden, wie groß ein Kollisionsrisiko mit dem weit entfernten Fahrzeug, dessen Lage ermittelt werden soll, ist und kann gegebenenfalls ein geeignetes Ausweichmanöver auswählen bzw. einleiten. Eine solche Kollisionserkennung kann dann das "See and Avoid" Prinzip weiter unterstützen.

[0023] Bei bemannten Fahrzeugen kann es besonders vorteilhaft sein, wenn die Lagebestimmungseinheit mit einer Anzeigevorrichtung verbunden ist, auf der die von der Lagebestimmungseinheit ermittelte Raumlage des Fahrzeuges angezeigt werden kann. So kann intuitiv dem entsprechenden Fahrzeugführer die Raumlage des Fahrzeuges angezeigt werden, auch dann, wenn das Fahrzeug sich in einer Entfernung befindet, mit der eine rein visuelle Erkennung der Raumlage nicht mehr möglich ist.

[0024] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert.

[0025] Es zeigen:

Figur 1 - schematische Darstellung der Vorrichtung;

Figur 2a, 2b - schematische Darstellung der Senderanordnung an einem Flugzeug;

Figur 3 - Ausführungsbeispiel eines Signalmustercodes;

Figur 4 - Ausführungsbeispiel eines Signalmustercodes mit Paritätbits;

Figur 5a, 5b - Ausführungsbeispiel einer empfangenen Signalmustersequenz;

Figur 6 - Ausführungsbeispiel einer interleaving Signalmustersequenz

[0026] Figur 1 zeigt schematisch die Vorrichtung 1 der vorliegenden Erfindung. An einem Flugzeug 2, dessen Lage im Raum mit Hilfe der Vorrichtung 1 bestimmt werden soll, sind eine Mehrzahl von Sendern 3 angeordnet, die ein für den jeweiligen Sender 3 individuelles Signalmuster aussenden. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Sender 3 derart eingerichtet, dass sie ein entsprechendes nicht farblich kodiertes Lichtmuster entsprechend ihrer Anordnung am Rumpf aussenden,

[0027] In einem weiteren Flugzeug 4, das die Lage des Flugzeuges 2 ermitteln soll, ist eine Lagebestimmungseinheit 5 eingebaut, die mit einem entsprechenden Empfänger 6 verbunden ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Empfänger 6 zum Empfangen der von den Sendern 3 ausgestrahlten Lichtmuster eingerichtet, Ein solcher Empfänger 6 kann dabei zum Beispiel eine Videokamera mit einer üblichen zeitlichen Auflösung von circa 50 Bildern pro Sekunde sein.

[0028] Der optische Empfänger 6 der Vorrichtung 1 empfängt nun die von den Sendern 3 ausgestrahlten Lichtmuster und leitet sie an die Lagebestimmungseinheit 5 weiter, die dann in Abhängigkeit der empfangenen Lichtmuster innerhalb der Signalmustersequenz die relative Lage des Flugzeuges 2 ermittelt.

[0029] Figuren 2a und 2b zeigen schematisch noch einmal eine bevorzugte Anordnungsweise der Sender 3, wobei mindestens an jedem Ende einer Raumachse ein solcher Sender angeordnet ist. Figur 2a zeigt eine Seitenansicht des Flugzeuges 2. Am Bug des Flugzeuges 2 ist ein Sender 31 angeordnet, der in Flugrichtung sein Lichtmuster aussendet. Am Heck des Flugzeuges befindet sich ein Sender 32, der sein Lichtmuster entgegen der Flugrichtung aussendet. Nach oben wird ein entsprechendes Lichtmuster mit Hilfe des Senders 33 und nach unten ein entsprechendes Lichtmuster mit dem Sender 34 ausgestrahlt. Alle Sender senden mit einem Öffnungswinkel von min. 160°.

[0030] Durch den breiten Öffnungswinkel der Sender überschneiden sich die empfangbaren Signalmuster in bestimmten Bereichen ($E_{31,33}$), so dass an dieser Stelle sowohl das Signalmuster von Sender 31 als auch das Signalmuster von Sender 33 empfangen werden kann. Somit lässt sich die Lage des Fahrzeuges wesentlich genauer bestimmen. Im Luftraum können dabei sogar drei oder mehr Signalmuster gleichzeitig empfangen werden.

[0031] Figur 2b zeigt eine Draufsicht auf das Flugzeug 2, dessen Lage im Raum bestimmt werden soll, Dabei ist am linken Flügel ein weiterer Sender 35 angeordnet, der ein entsprechendes Lichtmuster nach links ausstrahlt. Am rechten Flügel ist ein Sender 36 angeordnet, der ebenfalls ein entsprechendes Lichtmuster nach rechts aussendet.

[0032] Um die Genauigkeit der Lagebestimmung des Flugzeuges 2 zu erhöhen, befinden sich in diesem Ausführungsbeispiel im vorderen Bereich des Flugzeuges

links und rechts jeweils zwei Sender 37 und 38, die ebenfalls ein entsprechend kodiertes Lichtsignal aussenden, Der Ausstrahlwinkel der beiden Sender 37 und 38 ist dabei derart gewählt, dass er sich mit dem Ausstrahlwinkel des vorderen Senders 31 als auch mit den seitlichen Sendern 35 und 36 in einem bestimmten Bereich überschneidet. Wird ein entsprechendes Lichtmuster der Sender 37 oder 38 empfangen, so kann immer entweder das nach vorne ausgestrahlte Lichtmuster des Senders 31 oder eines der Lichtmuster der seitlichen Sender 35 oder 36 empfangen werden, so dass eine wesentlich genauere Lagebestimmung des Flugzeuges 2 möglich ist.

[0033] Figur 3 zeigt beispielhaft die schematische Darstellung einer Signalmustersequenz S, wie sie von einer Anordnung der Sender in Figur 2a beziehungsweise 2b ausgesendet wird. Die einzelnen Signalmuster sind dabei binär kodierte Lichtmuster, wobei ein Bit durch die Zustände Licht an (1) oder Licht aus (0) repräsentiert wird.

[0034] Am Anfang der Signalmustersequenz S wird zunächst eine Startsequenz X von allen Sendern gleichzeitig ausgesendet, so dass die Lagebestimmungseinheit 5 den Beginn der Signalmustersequenz S ermitteln kann. Die Startsequenz X besteht dabei aus einem 6-Bit-Code, wobei die ersten drei Bit den Zustand 1 (Licht an) und die letzten drei Bit den Zustand 0 (Licht aus) aufweisen.

[0035] Daran anschließend wird ausschließlich von dem nach vorne gerichteten Sender 31 das erste individuelle Lichtmuster F ausgesendet, das in diesem Ausführungsbeispiel mit binär 101 kodiert ist. Wurde das Lichtmuster F des Senders 31 ausgesendet, so sendet in diesem Ausführungsbeispiel als nächstes der nach unten zeigende Sender 34 sein entsprechendes Signalmuster D aus, was in diesem Beispiel mit binär 010 kodiert ist. Daran schließt sich der linke Sender 35 mit seinem Signalmuster L (binär 100) an, gefolgt von dem nach hinten ausgerichteten Sender 32 mit dem Signalmuster B (binär 110). Zum Ende hin der Signalmustersequenz S sendet dann der nach oben ausgerichtete Sender 33 sein Signalmuster U mit binär 001 und abschließend der rechte Sender 36 sein Signalmuster R (binär 011) aus.

[0036] Haben alle Sender nacheinander ihr entsprechendes Signalmuster aus der Signalmustersequenz S ausgesendet, so beginnt die Signalmustersequenz wieder mit der Startsequenz X, evtl. mit einer kurzen Pause dazwischen.

[0037] Vorteilhafterweise können sich aber jedoch auch nach dem letzten individuellen Signalmusters R des Senders 36 weitere Lichtmuster anschließen, die von allen Sendern gleichzeitig ausgesendet werden und entsprechende Informationen I über das Flugzeug 2 in binärer Form kodiert enthalten. So lassen sich unter anderem der Transpondercode, die Flugrichtung, die Geschwindigkeit sowie die Sink- und Steigrate des Flugzeuges 2 am Ende der Signalmustersequenz S übertragen.

[0038] Figur 4 zeigt basierend auf der Signalmustersequenz S aus Figur 3 eine Signalmustersequenz S1, die zusätzlich zu den einzelnen in Figur 3 beschriebenen Lichtmustern ein Paritätsbit P für jedes Lichtmuster aufweist. Dabei wird beispielhaft jedes Lichtmuster der Sender 31 bis 38, die durch drei Bits binär kodiert sind, um ein weiteres Paritätsbit erweitert, so dass nunmehr jedes einzelne Lichtmuster durch vier Bit repräsentiert wird. Ein solches Paritätsbit P in der einfachsten Form gibt an, wie viele gerade oder ungerade Bits in der entsprechenden Nachricht enthalten sind, so dass mit möglichst geringem Aufwand eine Integritätskontrolle durch die Lagebestimmungseinheit 5 durchgeführt werden kann. Diese Integritätskontrolle ist insbesondere deshalb vorteilhaft, damit Fehlübertragungen oder kurzfristige Verdeckungen oder andere Störeinflüsse rechtzeitig erkannt werden können und es somit nicht zu falschen Berechnungen der Lage kommt.

[0039] Die einzelnen High-Level eines einzelnen Signallichtes können im Code dabei so verteilt werden, dass zum Beispiel genügend Zeit für die Aufladung eines Energiespeichers für eine Blitzentladung zur Verfügung steht. Sollte bei einer Fluglageübermittlung von zum Beispiel 0,5 Hz (alle 2 Sekunden) diese Zeit nicht reichen, können mehrere Leuchtmittel in jeweils einem kodierten Licht untergebracht werden.

[0040] Zur Übertragung der zusätzlichen Informationen I können geringere Leistungen verwendet werden.

[0041] Zwischen jeweils zwei Signalmustersequenzen kann eine Pause von zum Beispiel einer Sekunde eingehalten werden.

[0042] Der hier beispielhaft beschriebene Code enthält genug Redundanz, um einfache Fehlübertragungen zu erkennen. Es können aber auch Codes verwendet werden, die jegliche Fehlübertragung einzelner Bits nicht nur erkennen, sondern auch korrigieren können.

[0043] Figuren 5a und 5b zeigen beispielhaft einen empfangenen Signalcode.

[0044] In Figur 5a werden dabei neben der Startsequenz X die Signalmuster F, L und U empfangen, wobei das Signalmuster F von dem Sender 31, das Signalmuster U von dem Sender 33 und das Signalmuster L von dem Sender 35 ausgesendet wird. Die anderen Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz S sind dabei nicht empfangbar, so dass in diesen Bereichen von der Lagebestimmungseinheit binär eine 000 ermittelt wird.

[0045] Aufgrund der empfangenen Signalmuster kann nun bestimmt werden, welche Sender dem Betrachter, in diesem Fall dem Flugzeug 4 zugewandt sind, so dass daraufhin letztlich auf die Lage des Flugzeuges 2 im Raum geschlossen werden kann.

[0046] Figur 5b zeigt eine Codesequenz, bei der die Signalmuster D, B und R empfangen wurden. Dabei hat jedes Signalmuster beziehungsweise Lichtmuster eine eigene Position innerhalb der Signalmustersequenz, das über alle Sender verteilt zeitlich sequentiell ausgegeben wird,

[0047] Ein anderes Ausführungsbeispiel wie die Signalmusterfrequenz S aufgebaut sein kann, ist in Figur 6 gezeigt. Dabei werden die einzelnen Teile eines ein-

zelnen Signalmusters eines Senders über die Signalmustersequenz verteilt, wobei auch hier nur jeweils ein Teil eines Signalmusters an einer Stelle innerhalb der Signalmustersequenz stehen kann. Als Beispiel ist in Figur 6 die Signalmustersequenz S oben gezeigt, wie sie empfangbar wäre, wenn man alle Signalmuster der Sender empfangen könnte.

[0048] In dem Ausführungsbeispiel von Figur 6 sind jedoch nur die Sender D, B und F empfangbar, was unter der Signalmustersequenz S gezeigt wird. Dabei verteilen sich die einzelnen Teile eines Signalmusters eines entsprechenden Senders über die ganze Signalmustersequenz hinweg, so dass ähnlich wie bei Interleaving-Verfahren ein komplettes Signalmuster eines Senders nicht in seiner gesamten Folge ausgesendet wird. So können zwischen den einzelnen Teilen, die hier schraffiert dargestellt sind, auch andere Teile anderer Sender und Signalmuster liegen, die dann, wie im unteren Teil der Figur 6 gezeigt, empfangen werden können. Dort werden insgesamt fünf Teile empfangen ($E_{D,B,F}$), so dass zum Beispiel mittels einer einfachen Und-Verknüpfung mit den abgespeicherten Signalmustern der einzelnen Sender herausgefunden werden kann, welche Signalmuster welcher Sender empfangen wurden.

[0049] Auch in dieser Ausführungsform ist es natürlich selbstverständlich denkbar, dass die Sender am Anfang jeder Signalmustersequenz ein einheitliches Startmuster aussenden und gegebenenfalls am Ende der Signalmustersequenz Informationen mit übertragen. In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Codierung darüber hinaus auch noch anhand des Zeitpunktes, an dem die Teile der Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz ausgesendet werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Lagebestimmung von Fahrzeugen (2) mit einer Mehrzahl von Sendern (31 bis 38), die zum Aussenden von Signalen eingerichtet und an einem Fahrzeug (2), dessen Lage bestimmt werden soll, angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) zum Aussenden eines den jeweiligen Sender (31 bis 38) betreffend individuelle Signalmusters innerhalb einer Signalmustersequenz (S) eingerichtet sind und die Vorrichtung (1) eine zum Einbauen in andere Fahrzeuge (4) vorgesehene Lagebestimmungseinheit (5) aufweist, die mittels einer Empfangseinheit (6) zum Empfang der Signalmuster eingerichtet ist, wobei die Lagebestimmungseinheit (5) zur Lagebestimmung des Fahrzeuges (2) in Abhängigkeit der in der Signalmustersequenz (S) enthaltenden Signalmuster ausgebildet ist.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) an dem Fahrzeug (2) derart angeordnet sind, dass unabhängig von der Lage des Fahrzeuges (2) im Raum mindestens ein Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz (S) empfangbar ist.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) zum Aussenden der Signalmuster mittels elektromagnetischer Signale, insbesondere Licht- oder Infrarotsignale,
eingerichtet sind.

4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) zum Aussenden eines Lichtmusters als Signalmuster, insbesondere eines binären Lichtmusters, eingerichtet sind.

5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) zum Aussenden eines binären Lichtmusters derart eingerichtet sind, dass jedes binäre Lichtmuster eine den jeweiligen Sender (31 bis 38) betreffende individuelle binäre Codierung aufweist.

6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Empfangseinheit (6) ein optischer Sensor, insbesondere eine Videokamera zum Empfangen von optischen Signalen ist.

7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an jedem Ende einer Raumachse (X, Y, Z) des Fahrzeuges mindestens ein Sender (31 bis 38) angeordnet ist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) zum Aussenden der Signalmuster in einem Winkel von mindestens 45° vom Lot eingerichtet sind.

9. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Sender (31 bis 38) zum Aussenden des jeweiligen Signalmusters in einem dem jeweiligen Sender (31 bis 38) zugewiesenen Zeitslot innerhalb der Signalmustersequenz (S) eingerichtet ist.

10. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Sender (31 bis 38) zum Aussenden des jeweiligen Signalmusters derart eingerichtet ist, dass Teile der jeweiligen Signalmuster innerhalb der Signalmustersequenz (S) untereinander verschachtelt werden.

11. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) zum Aussenden eines Startsequenz-Signalmusters (X) am Beginn der Signalmusterse-

quenz (S) eingerichtet und die Lagebestimmungseinheit (5) zum Erkennen des Startsequenz-Signalmusters (X) als Beginn der Signalmustersequenz (S) ausgebildet ist.

12. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Sender (31 bis 38) zum Aussenden eines Informationen bezüglich des Fahrzeuges (2) enthaltenden Informations-Signalmusters (I) innerhalb der Signalmustersequenz (S) und die Lagebestimmungseinheit (5) zum Extrahieren der Informationen aus dem empfangenen Informations-Signalmuster (I) eingerichtet ist.

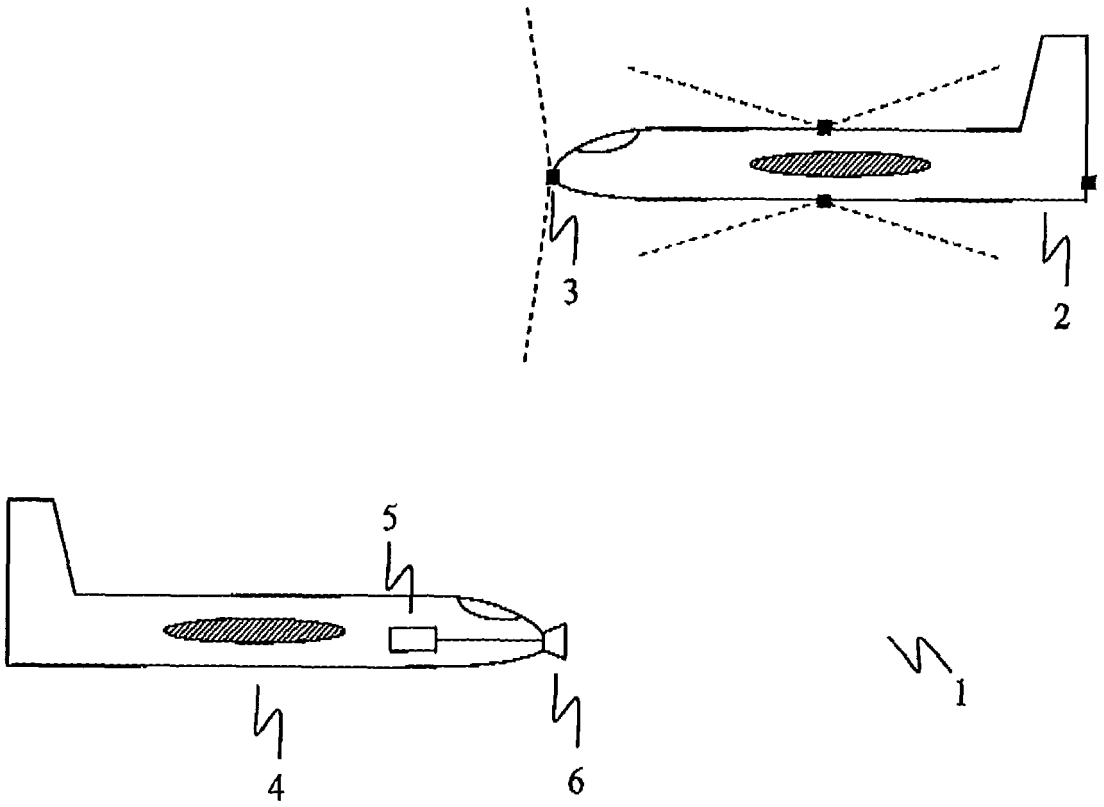
13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Informations-Signalmuster (I) Informationen bezüglich des Transpondercodes, der Fahrtrichtung, der Geschwindigkeit, der Flughöhe und/oder der Sink-/Steigrate des Fahrzeuges (2) enthält.

14. Vorrichtung (1) nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sender (31 bis 38) zum Aussenden von Prüf-, Paritäts- und/oder Korrekturinformationen innerhalb der Signalmuster eingerichtet sind und die Lagebestimmungseinheit zur Integritätskontrolle der empfangenen Signalmuster in Abhängigkeit der Prüf-, Paritäts- und/oder Korrekturinformationen ausgebildet ist.

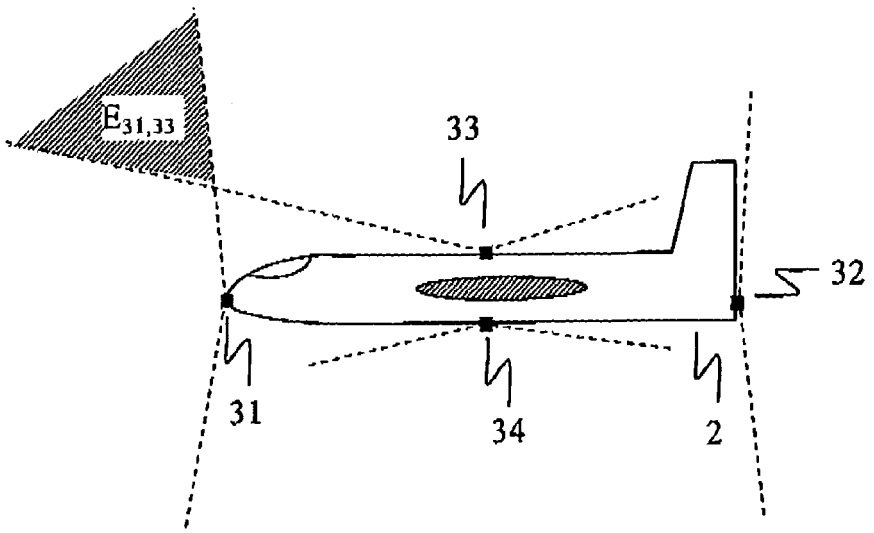
15. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) zur Ermittlung einer Kollisionsgefahr in Abhängigkeit der ermittelten Lage des Fahrzeuges (2) eingerichtet ist.

16. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagebestimmungseinheit (5) mit einer Anzeigevorrichtung zur Anzeige der Lage des Fahrzeuges (2), insbesondere der relativen Lage bezüglich des anderen Fahrzeuges (4) verbunden ist.

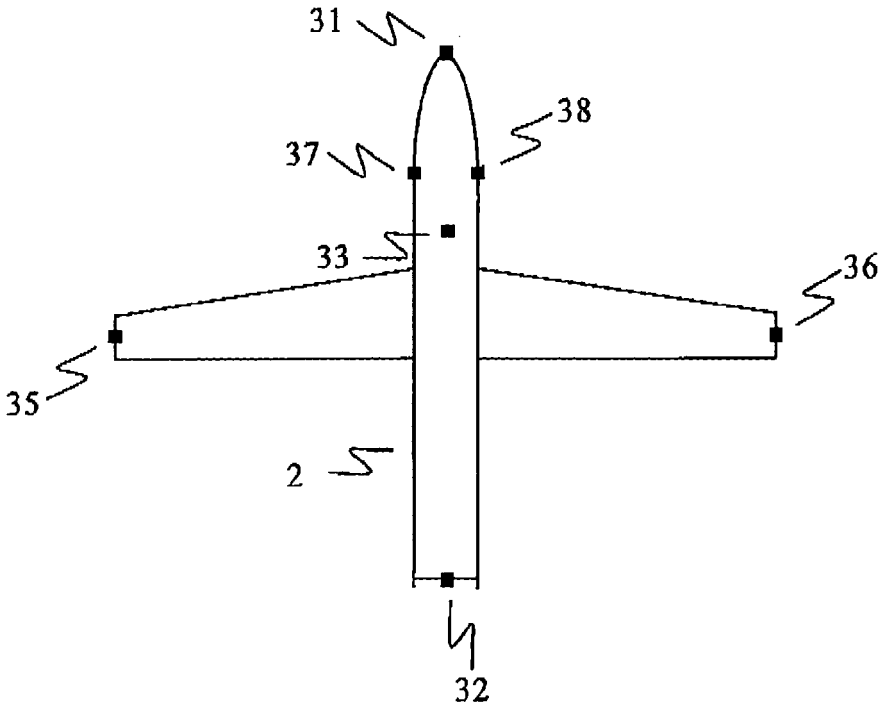
17. Lagebestimmungseinheit (5) zur Lagebestimmung eines Fahrzeuges (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Empfangseinheit (6) zum Empfangen der in der Signalmustersequenz (S) enthaltenen Signalmuster.



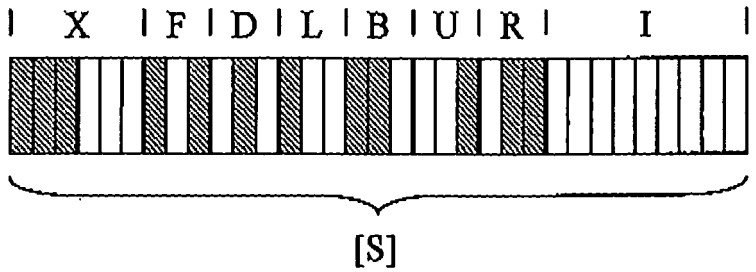
Figur 1



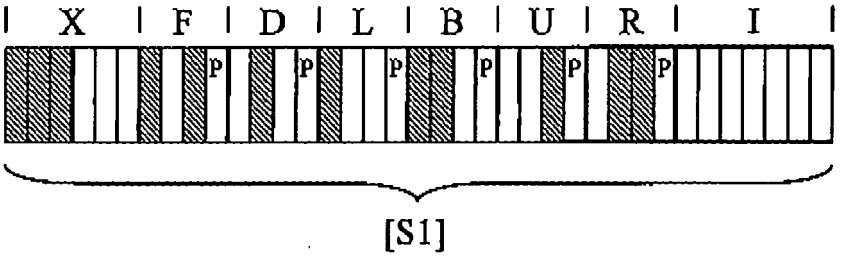
Figur 2a



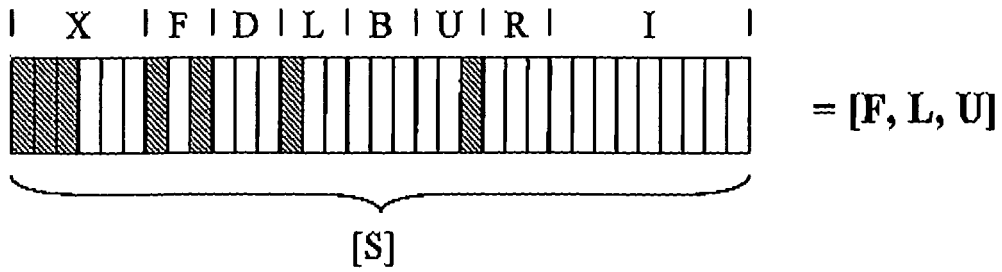
Figur 2b



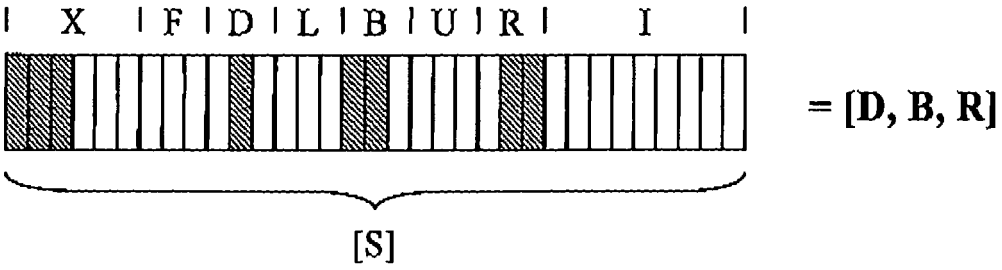
Figur 3



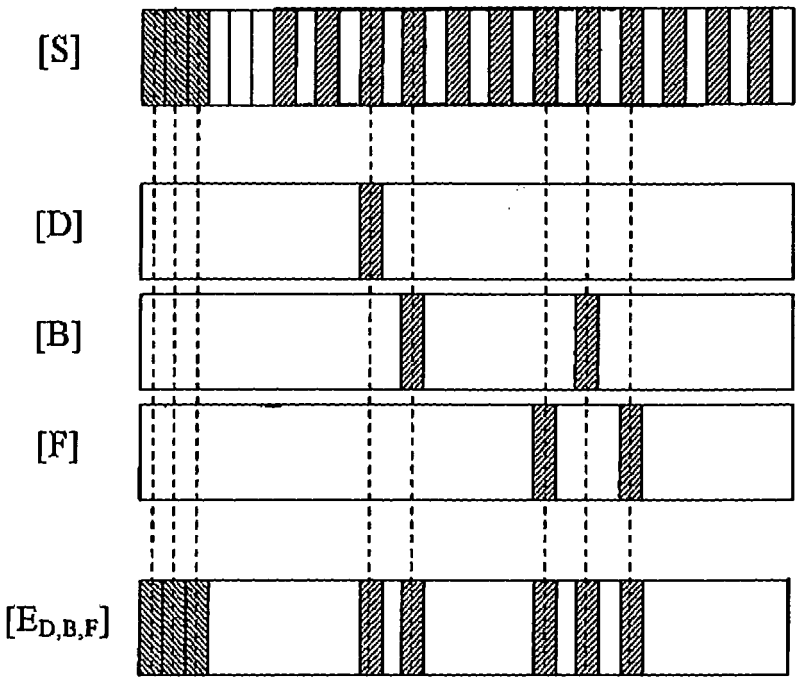
Figur 4



Figur 5a



Figur 5b



Figur 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3706968 A **[0004]**
- US 5337047 A **[0005]**