



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 012 945 A1** 2006.09.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 012 945.5**

(22) Anmeldetag: **21.03.2005**

(43) Offenlegungstag: **28.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01S 7/35** (2006.01)

G01S 13/42 (2006.01)

G01S 13/32 (2006.01)

G01S 13/93 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

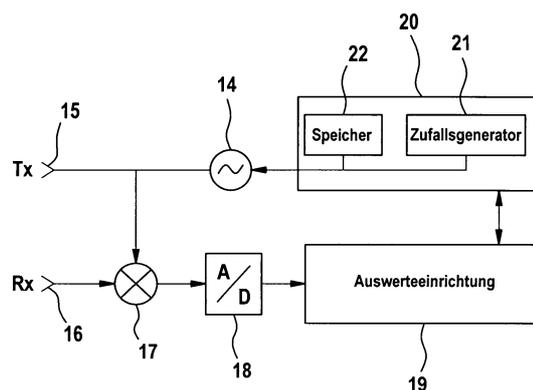
(72) Erfinder:

Lehre, Klaus, 76316 Malsch, DE; Wackerl, Oliver, 73230 Kirchheim, DE; Hildebecher, Jörg, 70839 Gerlingen, DE; Hauk, Joachim, 71272 Renningen, DE; Reiche, Martin, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE; Randler, Martin, 70569 Stuttgart, DE; Jordan, Rüdiger, 70435 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zu Abstands- und Relativgeschwindigkeitsmessung mehrerer Objekte**

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Vorrichtung zur Abstands- und Relativgeschwindigkeitsmessung von mehreren Objekten mittels eines FMCW-Radars, indem Sendesignale mit zeitlich linearen Rampensteigungen abgestrahlt werden und die an Objekten reflektierten Empfangssignale empfangen werden und mit den Sendesignalen gemischt werden. Den Mischerausgangsfrequenzen einer jeden Frequenzrampe für jedes Objekt wird eine Kombination von Abstands- und Relativgeschwindigkeitswerten zugeordnet und aus Schnittpunkten mehrerer Abstands- und Relativgeschwindigkeitskombinationen der Abstand und die Relativgeschwindigkeit eines möglichen Objekts bestimmt, wobei die möglichen Objekte infolge von Mehrdeutigkeiten Scheinobjekte oder reale Objekte sein können. Die Scheinobjekte infolge der Mehrdeutigkeiten werden eliminiert, indem in einem darauf folgenden Messzyklus die Frequenzsteigung mindestens einer Frequenzrampe nach dem Zufallsprinzip geändert wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abstands- und Relativgeschwindigkeitsmessung von mehreren Objekten mittels eines FMCW-Radars, in dem Sendesignale mit zeitlich linearen Frequenzrampen abgestrahlt werden und die an Objekten reflektierten Empfangssignale empfangen werden und mit den Sendesignalen gemischt werden. Den Mischerausgangsfrequenzen einer jeden Frequenzrampe für jedes Objekt wird eine Kombination von Abstands- und Relativgeschwindigkeitswerten zugeordnet und aus Schnittpunkten mehrerer Abstands- und Relativgeschwindigkeitskombinationen der Abstand und die Relativgeschwindigkeit eines möglichen Objekts bestimmt, wobei die möglichen Objekte in Folge von Mehrdeutigkeiten Scheinobjekte oder reale Objekte sein können. Die Scheinobjekte in Folge der Mehrdeutigkeiten werden eliminiert, indem in einem darauf folgenden Messzyklus die Frequenzsteigung mindestens einer Frequenzrampe nach dem Zufallsprinzip geändert wird.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 42 42 700 A1 ist ein Verfahren zur Messung des Abstandes und der Geschwindigkeit von Objekten mit Hilfe elektromagnetischer Wellen bekannt, bei dem die Frequenz eines ausgesendeten Signals moduliert wird. Die während eines Anstiegs und eines Abfalls der Frequenz des ausgesendeten Signals empfangenen Signale werden mit dem ausgesendeten Signal gemischt und die durch die Mischung entstandenen Zwischenfrequenzsignale spektral analysiert werden. Aus der Frequenz von Spektrallinien der Zwischenfrequenzsignale während mindestens eines Anstiegs und mindestens eines Abfalls der Frequenz des ausgesendeten Signals werden der Abstand und die Geschwindigkeit mindestens eines Objekts berechnet.

[0003] Bei diesem Verfahren entsteht bei jeder Frequenzrampe und für jedes detektierte Objekt eine Zwischenfrequenz, deren Frequenzlage einer Kombination aus Abstands- und Relativgeschwindigkeitswerten zugeordnet werden kann. Durch die Kombination dieser Zwischenfrequenzsignale und der damit verbundenen Abstands- und Relativgeschwindigkeitswerte entstehen gemeinsame Schnittpunkte, die beispielsweise in einem Abstands-Relativgeschwindigkeits-Diagramm dargestellt werden können. Diese Schnittpunkte repräsentieren die gemessenen Abstände und Relativgeschwindigkeiten der Objekte. Bei der Detektion mehrerer Objekte, beispielsweise zweier Objekte, entstehen jedoch insgesamt vier Schnittpunkte, wobei zwei dieser Schnittpunkte reale Objekte repräsentieren und weitere zwei Schnittpunkte Scheinobjekte sind, die in Folge von Mehrdeutigkeiten entstehen. Um derartige Mehrdeutigkeiten

ausschließen zu können, wurde das FMCW-Radarverfahren derart weiterentwickelt, dass hintereinander mehrere Frequenzsteigungen und Frequenzgefälle aneinander gereiht werden, wobei die Frequenzrampen unterschiedliche Steigungen aufweisen. In der Realität kann es jedoch auch bei diesem weiterentwickelten Verfahren zu Situationen kommen, in denen derartige Scheinobjekte in Folge mehrerer detektierter Objekte über viele Messzyklen erkannt werden und als reales Objekt verarbeitet werden, da diese Scheinreflexe über lange Zeit erhalten bleiben. Insbesondere in Verkehrssituationen, in denen die mehreren detektierten Objekte sich mit der gleichen Dynamik bewegen, d.h. wenn sich die Abstände und Relativgeschwindigkeiten der mehreren Objekte über der Zeit nur sehr langsam ändern, können gleich bleibende Scheinobjekte über viele Messzyklen erhalten bleiben, da diese durch Trackingverfahren als reale Objekte erkannt und verarbeitet werden, obwohl diese Scheinobjekte sind.

Aufgabenstellung

Kern und Vorteile der Erfindung

[0004] Der Kern der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abstands- und Relativgeschwindigkeitsmessung von mehreren Objekten mittels eines FMCW-Radars anzugeben, wobei Objekte innerhalb kurzer Zeit als reales Objekt oder Scheinobjekt erkannt werden und diese Erkennung mit sehr hoher Sicherheit erfolgt. Erfindungsgemäß wird dieses durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0005] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0006] Vorteilhafterweise erfolgt die Änderung der Frequenzsteigung der mindestens einen Frequenzrampe derart, dass aus mehreren vorgegebenen Frequenzsteigungen zufällig eine Frequenzsteigung ausgewählt wird. Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Frequenzsteigungen aller Frequenzrampen des Sendesignals nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden.

[0007] Vorteilhafterweise sind mehrere Frequenzsteigungsmuster für Messzyklen abgespeichert, aus denen nach dem Zufallsprinzip eines der Frequenzsteigungsmuster ausgewählt wird.

[0008] Vorteilhafterweise wird das Verfahren in einem Kraftfahrzeug zur adaptiven Abstandsregelung und/oder zur Auslösung einer automatischen Notbremsung verwendet.

[0009] Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Änderung der Frequenzsteigung der mindestens einen Frequenzrampe derart erfolgt, dass aus mehreren in

einem Speicher abgespeicherten Frequenzsteigungen mittels des Zufallsgenerators eine Frequenzsteigung ausgewählt wird.

[0010] Vorteilhafterweise werden die Frequenzsteigungen aller Frequenzrampen des Sendesignals mittels des Zufallsgenerators ausgewählt.

[0011] Vorteilhafterweise sind in einem Speicher mehrere Frequenzsteigungsmuster für Messzyklen abgespeichert, aus denen mittels des Zufallsgenerators eines der Frequenzsteigungsmuster ausgewählt wird.

[0012] Besonders vorteilhaft ist die Vorrichtung zur adaptiven Abstandsregelung und/oder zur Auslösung einer automatischen Notbremsung an einem Kraftfahrzeug vorgesehen.

[0013] Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer adaptiven Abstands- bzw. Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm gespeichert, das auf einem Rechnergerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor oder Signalprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, sodass dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory.

Ausführungsbeispiel

[0014] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung beziehungsweise Darstellung in der Beschreibung beziehungsweise in den Zeichnungen.

Zeichnungen

[0015] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

[0016] [Fig. 1a](#) ein Frequenz-Zeit-Diagramm eines

FMCW-Sendesignals mit zwei Frequenzrampen,

[0017] [Fig. 1b](#) ein zugehöriges Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramms eines FMCW-Radars mit zwei Frequenzrampen, mittels dem zwei Objekte detektiert wurden,

[0018] [Fig. 2](#) ein schematisches Blockschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0019] [Fig. 3a](#) ein Frequenz-Zeit-Diagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zu einem ersten Zeitpunkt $t = t_0$,

[0020] [Fig. 3b](#) ein Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm zum Messzeitpunkt $t = t_0$,

[0021] [Fig. 4a](#) ein Frequenz-Zeit-Diagramm der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zu einem späteren Zeitpunkt $t = t_0 + \Delta t$ und

[0022] [Fig. 4b](#) ein Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm zu dem späteren Zeitpunkt $t = t_0 + \Delta t$.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0023] In [Fig. 1a](#) ist das Frequenz-Zeit-Diagramm eines FMCW-Sendesignals dargestellt, wie es im Stand der Technik beschrieben wurde. Hierzu weist das Sendesignal einen ersten Zeitabschnitt **1** auf, während dem die Sendefrequenz des Radarsignals konstant bleibt. Während einem zweiten Zeitabschnitt **2** steigt die Sendefrequenz des Radarsignals auf eine höhere Frequenz an, verweilt während eines dritten Zeitabschnitts **3** im Bereich der erhöhten Frequenz und fällt in einem vierten Zeitabschnitt **4** wieder auf die ursprüngliche Sendefrequenz des Radarsignals ab, woraufhin die Sendefrequenz wieder konstant bleibt. Hierdurch ergibt sich ein Frequenzprofil über der Zeit, das trapezförmig ausgestaltet ist und neben Zeitabschnitten konstanter Sendefrequenz **1**, **3**, **5** sowohl steigende als auch fallende Frequenzrampen **2**, **4** aufweist. Das ausgesandte Radarsignal wird an Objekten innerhalb des Objektdetektionsbereichs reflektiert und wieder empfangen. Durch die Reflexion der Sendesignale an beweglichen Objekten erfährt die Sendefrequenz eine Dopplerverschiebung, sodass das Empfangssignal gegenüber dem Sendesignal in der Frequenz dopplerverschoben ist. In Zeitbereichen, in denen die Sendefrequenz zeitlich linear ansteigt, also in Zeitabschnitt **2**, steigt das Sendesignal in der Frequenz weiter an, sodass infolge der Laufzeitverschiebung des Empfangssignals in Bezug auf das Sendesignal eine zusätzliche Frequenzverschiebung in Folge der rampenförmigen Frequenzerhöhung auftritt. Diese Frequenzverschiebung des Empfangssignals bezüglich des Sendesignals in Folge der Signallaufzeit sowie die Frequenz-

verschiebung in Folge des Dopplereffekts überlagern sich und sind im Empfangssignal nicht voneinander trennbar. Das Empfangssignal wird im Empfänger mit dem Sendesignal gemischt, woraufhin Zwischenfrequenzen entstehen, die Frequenzverschiebungen f_n aufweisen. Dieser Frequenzverschiebung f_n ist eine Kombination von Abstandswerten und Relativgeschwindigkeitswerten zuordenbar und ergibt, wenn man alle möglichen Abstands- und Relativgeschwindigkeitskombinationen in einem Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm aufträgt, eine fallende Gerade **6** für die steigende Frequenzrampe **2**. Wird das gleiche Objekt bei fallender Frequenzrampe **4** detektiert, so ergibt sich eine unterschiedliche Frequenzverschiebung f_n , der ebenfalls Kombinationen von Abstandswerten und Relativgeschwindigkeitswerten zugeordnet werden können. Diesen Kombinationen bei fallender Frequenzrampe **4** ergeben im Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm der [Fig. 1b](#) eine steigende Gerade **7**. Der Schnittpunkt **10** der fallenden Geraden **6** und der steigenden Geraden **7** ist der Abstand d sowie die Relativgeschwindigkeit v_{rel} des erkannten Objekts entnehmbar. Im Fall dass gleichzeitig zwei Objekte detektiert werden, ergeben sich Zwischenfrequenzen unterschiedlicher Frequenzverschiebungen jeweils für die steigende Frequenzrampe **2**, die im Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm der [Fig. 1b](#) als Gerade **6** für das erste Objekt und als gestrichen dargestellte Gerade **8** für das zweite Objekt dargestellt sind. Für die fallenden Frequenzrampen **4** ergeben sich steigende Geraden **7** für das erste Objekt sowie die gestrichen gezeichnete Gerade **9** für das zweite Objekt. Diese vier Geraden **6**, **7**, **8**, **9** weisen im Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm der [Fig. 1b](#) jedoch insgesamt vier Schnittpunkte **10**, **11**, **12**, **13** auf, wovon zwei Schnittpunkte **10** und **11** reale Objekte repräsentieren und die zwei weiteren Schnittpunkte **12** und **13** Scheinobjekte darstellen. Die Entscheidung, welche der Schnittpunkte reale Objekte und welche Scheinobjekte sind, muss in der nachfolgenden Auswertung der Objekte erfolgen, da aufgrund der reinen Schnittpunkte keine Zuordnung möglich ist. Hierzu ist es aus dem Stand der Technik beispielsweise bekannt, ein Objekt-Tracking durchzuführen, bei dem über längere Zeit derartige Objekte erkannt und gespeichert werden und in Folge ihrer Objektbewegung als reale Objekte erkannt werden können oder in Folge von Sprüngen der berechneten Relativgeschwindigkeit oder des Abstandes als Scheinobjekte klassifiziert werden können. Ein Problem dieses Verfahrens ist jedoch, dass bei einer Fahrzeugfolgefahrt mit einem derartigen Radarsystem, bei dem die vorausfahrenden, detektieren Objekte über längere Zeit in etwa den gleichen Abstand und in etwa die gleiche Relativgeschwindigkeit zueinander aufweisen, also in Fahrsituationen, in denen sich die ermittelten Größen v_{rel} und d nur sehr langsam ändern und damit auch die Scheinobjekte der Schnittpunkte **12** und **13** über lange Zeit erhalten bleiben und mittels eines

Tracking-Verfahrens nicht als Scheinobjekte identifiziert werden können.

[0024] In [Fig. 2](#) ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Zu erkennen ist ein Sendeoszillator **14**, der Steuersignale einer Steuereinrichtung **20** erhält und der in Folge der ihm zugeführten Steuersignale ein Sendesignal erzeugt. Dieses Sendesignal wird an eine Sendeantenne **15** (Tx) geleitet, die das Sendesignal abstrahlt. Die mittels der Sendeantenne **15** abgestrahlten Sendesignale werden an Objekten innerhalb des Objektdetektionsbereichs reflektiert und die reflektierten Empfangssignale mittels der Empfangsantenne **16** (Rx) empfangen. Selbstverständlich kann diese Vorrichtung auch als monostatischer Radarsensor ausgeführt sein, bei der zum Senden und Empfangen eine einzige Antenne verwendet wird, wobei dann eine Sende- und Empfangsweiche notwendig ist, die die Sendesignale und die Empfangssignale voneinander trennt. Diese monostatische Ausführung des Radarsensors kann beispielsweise mittels eines zusätzlichen Ringmischers realisiert werden. Das Sendesignal des Sendeoszillators **14** sowie des Empfangssignal der Empfangsantenne **16** werden einem Mischer **17** zugeführt, der aus den beiden Eingangssignalen ein Zwischenfrequenzsignal mischt, das in Abhängigkeit des Abstands d und der Relativgeschwindigkeit v_{rel} der detektierten Objekte sowie in Abhängigkeit der Anzahl der erkannten Objekte Frequenzverschiebungen f_n aufweist. Diese Zwischenfrequenzsignale werden einem Analog-Digital-Wandler **18** zugeführt, der die digitalisierten Zwischenfrequenzsignale f_n einer Auswerteeinrichtung **19** zuführt. In der Auswerteeinrichtung **19** kann beispielsweise eine Fouriertransformation durchgeführt werden, die ein Spektrum ausgibt, dem die Zwischenfrequenzsignale entnehmbar sind und zur Ermittlung der Relativgeschwindigkeiten $v_{rel,n}$ und der Abstände d_n der n erkannten Objekte weiter verarbeitet werden können. Aus der Kenntnis der Steigungen der steigenden Frequenzrampen **2** sowie der fallenden Frequenzrampen **4** sind die Geraden **6** bis **9** des Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramms berechenbar, woraus auch die Schnittpunkte und die tatsächlichen Abstände d_n und Relativgeschwindigkeiten $v_{rel,n}$ der Objekte entnommen werden können. Zur sicheren Unterscheidung zwischen Schnittpunkten der realen Objekte **10**, **11** sowie der Schnittpunkte der Scheinobjekte **12**, **13** wird erfindungsgemäß mindestens eine Frequenzrampe in ihrer Frequenzsteigung zufällig geändert. Hierzu ist in [Fig. 3a](#) ein Sendesignal eines ersten Messzykluses zum Zeitpunkt $t = t_0$ dargestellt, das über drei einzelne Frequenzrampen **23**, **24**, **25** verfügt. In [Fig. 3b](#) ist das zugehörige Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm dargestellt, das durch die Zwischenfrequenzsignale insgesamt dreier detektierter Objekte erstellt wurde. In Folge der drei Frequenzrampen **23**, **24** und **25** ergibt sich für jedes der Objekte **27**, **28**, **29** ein Schnittpunkt dreier Gera-

den a, b und c. So werden für die erste Frequenzrampe **23**, die an jedem der Objekte reflektiert wird, insgesamt drei Zwischenfrequenzen f_n erzeugt, die im Diagramm der **Fig. 3b** als Geraden a eingezeichnet sind. Um die Geraden der einzelnen Objekte unterscheiden zu können, wurden diese Geraden durchgezogen, einfach punktiert sowie doppelt punktiert dargestellt. Die zweite Frequenzrampe **24** erzeugt ebenfalls durch die Reflexion an drei Objekten insgesamt drei Geraden, die in **Fig. 3b** als Geraden b eingezeichnet sind. Die dritte Frequenzrampe **25** erzeugt ebenfalls drei Geraden im Diagramm der **Fig. 3b**, die als Geraden c eingezeichnet sind. Die Schnittpunkte jeweils dreier Geraden a, b und c definieren damit die Abstands- und Relativgeschwindigkeitswerte der drei detektierten Objekte **27**, **28** und **29**. In Folge der vorliegenden Objektkonstellation kommt es jedoch zu einem zusätzlichen Geraden-schnittpunkt **30**, in dem sich ebenfalls drei Geraden schneiden und der ein Scheinobjekt darstellt. Erfindungsgemäß wird im nächsten Messzyklus **2**, der zu einem Zeitpunkt $t = t_0 + \Delta t$ durchgeführt wird, mindestens eine der Frequenzrampen in ihrer Frequenzsteigung verändert. Im vorliegenden Fall wurden die Frequenzrampen **23** und **24**, wie in **Fig. 4a** dargestellt, gegenüber dem vorherigen Messzyklus **1** unverändert gelassen, jedoch die dritte Frequenzrampe **25** der **Fig. 3a** wurde in ihrer Steigung verändert, sodass nun eine neue dritte Frequenzrampe **26** entsteht. Diese drei Frequenzrampen werden wiederum ausgestrahlt und an den Objekten **27**, **28** und **29** reflektiert. Auch im Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm der **Fig. 4b** ergeben sich wiederum Schnittpunkte dreier Geraden a, b, c, die die Abstandswerte und Relativgeschwindigkeitswerte der realen Objekte **27**, **28** und **29** repräsentieren. In Folge der zufälligen Änderung der Frequenzsteigung der Frequenzrampe **26** sind jedoch die Geraden c in **Fig. 4b** mit unterschiedlicher Steigung im Vergleich zu den Geraden c der **Fig. 3b** ausgeführt, so dass das zufällig entstandene Scheinobjekt **30** in **Fig. 4b** nicht mehr vorhanden ist. Durch das zufällige Ändern der Frequenzsteigung mindestens einer Frequenzrampe bleiben die Schnittpunkte der realen Objekte **27**, **28** und **29** damit über mehrere Messzyklen bestehen, die Schnittpunkte der Scheinobjekte im Relativgeschwindigkeits-Abstands-Diagramm verschwinden jedoch sprunghaft oder es entstehen sprunghaft neue, die jedoch nur für einen Messzyklus detektierbar sind, bis mindestens eine Frequenzrampe wiederum geändert wird. Durch den Vergleich der Schnittpunkte zweier aufeinanderfolgender Meßzyklen in den Diagrammen **3b** und **4b** ist es daher möglich, zwischen realen Objekten und Scheinobjekten zu unterscheiden, je nachdem, ob die Schnittpunkte von Geraden über mehrere Messzyklen detektierbar sind oder nur für einen Messzyklus messbar sind und nachfolgend verschwinden.

[0025] Die Änderung der Frequenzsteigung min-

destens einer Frequenzrampe kann hierbei mittels eines Zufallsgenerators **21** und gegebenenfalls eines Speichers **22** erfolgen, wie er in **Fig. 2** vorgesehen ist. Durch den Zufallsgenerator **21**, der Teil der Steuereinrichtung **20** sein kann, wird beispielsweise eine von mehreren in einem Speicher **22** hinterlegten Frequenzsteigungen ausgewählt, in deren Abhängigkeit die Frequenz des Sendeoszillators **14** gesteuert wird. Es ist auch denkbar, dass im Speicher **22** der Steuereinrichtung **20** mehrere Profile an Frequenzsteigungen hinterlegt sind, wobei jedes Profil eine Abfolge mehrerer fallender beziehungsweise steigender Frequenzrampen umfasst. Weiterhin ist es auch denkbar, dass der Zufallsgenerator **21** beliebige Frequenzsteigungen auswählt und diese in beliebiger Reihenfolge zu einem Frequenzprofil eines Messzyklus zufällig aneinanderreihet, sodass pseudozufällige Frequenzverläufe entstehen, um Scheinobjekte über mindestens zwei Messzyklen sicher identifizieren und eliminieren zu können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abstands- und Relativgeschwindigkeitsmessung von mehreren Objekten (**27**, **28**, **29**) mittels eines FMCW-Radars, indem Sendesignale mit zeitlich linearen Frequenzrampen (**23**, **24**, **25**, **26**) abgestrahlt werden und die an Objekten (**27**, **28**, **29**) reflektierten Empfangssignale empfangen werden und mit den Sendesignalen gemischt werden den Mischerausgangsfrequenzen einer jeden Frequenzrampe (**24**, **25**, **26**) für jedes Objekt (**27**, **28**, **29**) eine Kombination von Abstands- und Relativgeschwindigkeitswerten (**6**, **7**, **8**, **9**) zugeordnet wird aus Schnittpunkten (**27**, **28**, **29**) mehrerer Abstands- und Relativgeschwindigkeitskombinationen der Abstand (d) und die Relativgeschwindigkeit (v_{rel}) eines möglichen Objekts bestimmt wird, wobei die möglichen Objekte infolge von Mehrdeutigkeiten Scheinobjekte (**30**) oder reale Objekte (**27**, **28**, **29**) sein können, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scheinobjekte (**30**) eliminierbar sind, indem in einem darauf folgenden Messzyklus die Frequenzsteigung mindestens einer Frequenzrampe (**29**) nach dem Zufallsprinzip geändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der Frequenzsteigung der mindestens einen Frequenzrampe (**26**) derart erfolgt, dass aus mehreren vorgegebenen Frequenzsteigungen zufällig eine Frequenzsteigung ausgewählt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenzsteigungen aller Frequenzrampen (**23**, **24**, **25**, **26**) des Sendesignals nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Frequenzsteigungsmuster für Messzyklen abgespeichert sind, und nach dem Zufallsprinzip eines der Frequenzsteigungsmuster ausgewählt wird.

Notbremsung befestigt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren in einem Kraftfahrzeug zur adaptiven Abstandsregelung und/oder zur Auslösung einer automatischen Notbremsung verwendet wird.

6. Vorrichtung zur Abstands- und Relativgeschwindigkeitsmessung von mehreren Objekten, wobei ein FMCW-Radarsensor (**14, 15, 16, 17, 18**) vorgesehen ist, der Sendesignale mit zeitlich linearen Frequenzrampen abstrahlt und die an Objekten reflektierten Empfangssignale empfängt und mit den Sendesignalen mischt (**17**) und wobei eine Auswerteeinrichtung (**19**) vorgesehen ist, der die Mischerausgangssignale zugeführt werden, die den Mischerausgangsfrequenzen einer jeden Frequenzrampe für jedes Objekt eine Kombination von Abstands- und Relativgeschwindigkeitswerten zuordnet und die Schnittpunkte mehrerer Abstands- und Relativgeschwindigkeitskombinationen ermittelt, wobei die möglichen Schnittpunkt Objekte repräsentieren, die infolge von Mehrdeutigkeiten Scheinobjekte (**30**) oder reale Objekte (**27, 28, 29**) sein können, dadurch gekennzeichnet, dass in der Auswerteeinrichtung (**19**) ein Zufallsgenerator (**21**) vorgesehen ist, der zur Eliminierung der Scheinobjekte (**30**) für den darauf folgenden Messzyklus die Frequenzsteigung mindestens einer Frequenzrampe (**25, 26**) nach dem Zufallsprinzip ändert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der Frequenzsteigung der mindestens einen Frequenzrampe derart erfolgt, dass aus mehreren in einem Speicher (**22**) abgespeicherten Frequenzsteigungen mittels des Zufallsgenerators (**21**) eine Frequenzsteigung ausgewählt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenzsteigungen aller Frequenzrampen des Sendesignals mittels des Zufallsgenerators (**21**) ausgewählt werden.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Speicher (**22**) mehrere Frequenzsteigungsmuster für Messzyklen abgespeichert sind, und mittels des Zufallsgenerators (**21**) eines der Frequenzsteigungsmuster ausgewählt wird.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung an einem Kraftfahrzeug zur adaptiven Abstandsregelung und/oder zur Auslösung einer automatischen

Fig. 1a

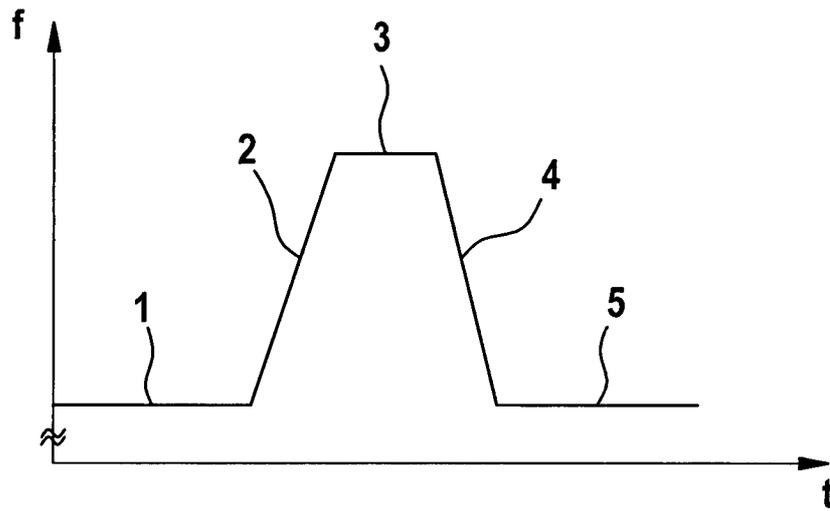


Fig. 1b

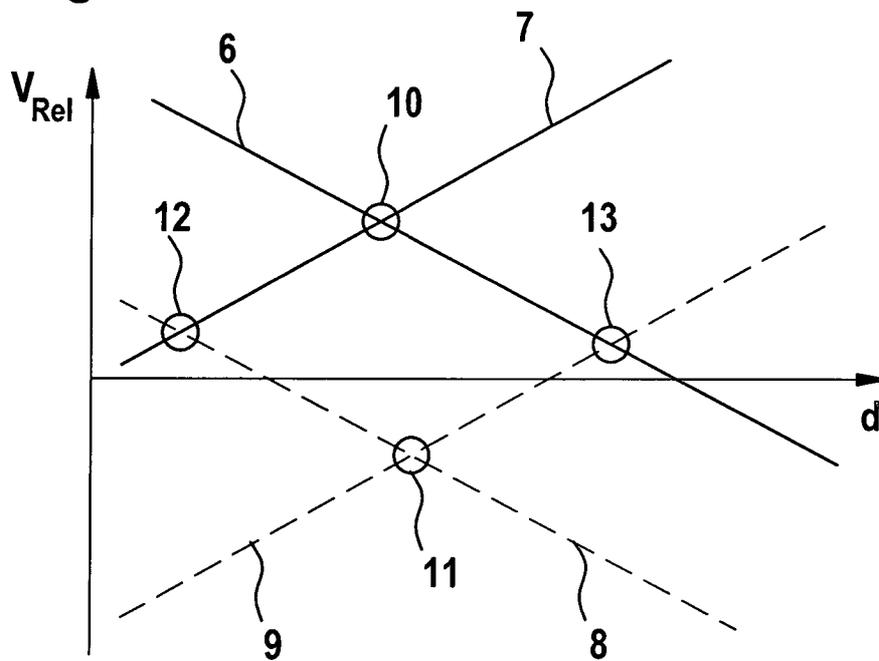


Fig. 2

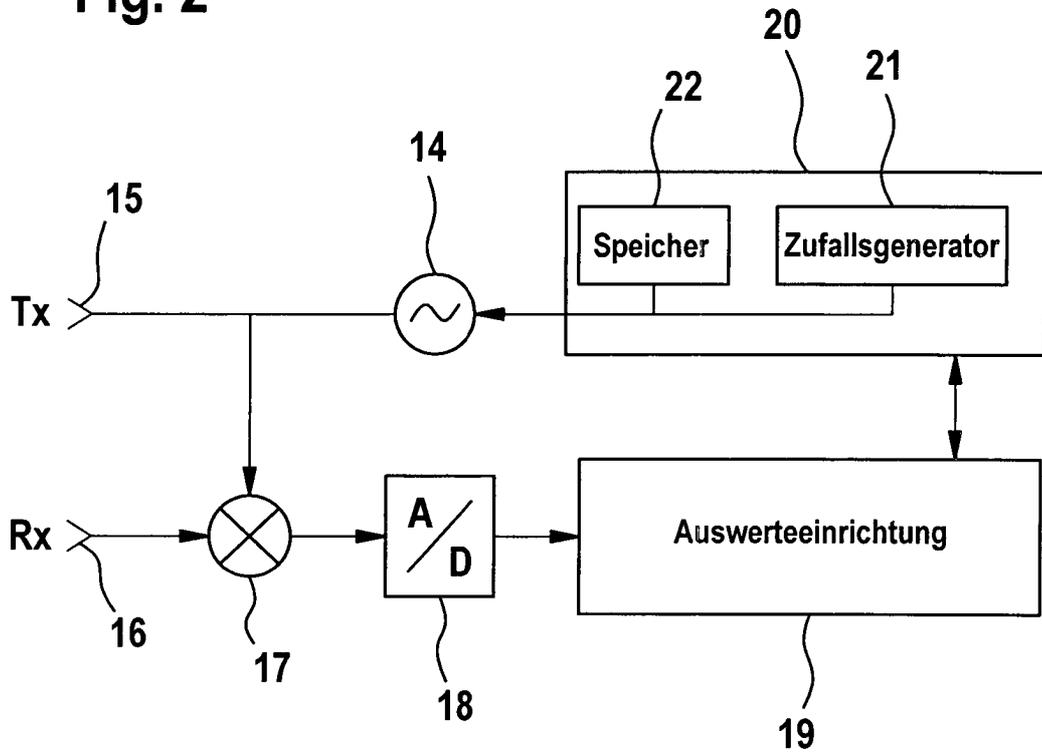


Fig. 3a

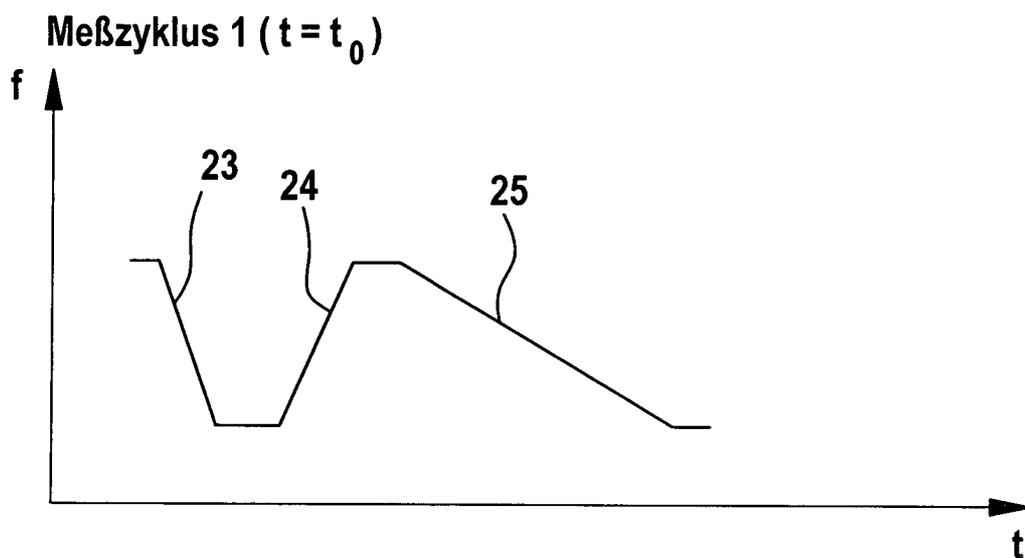


Fig. 3b

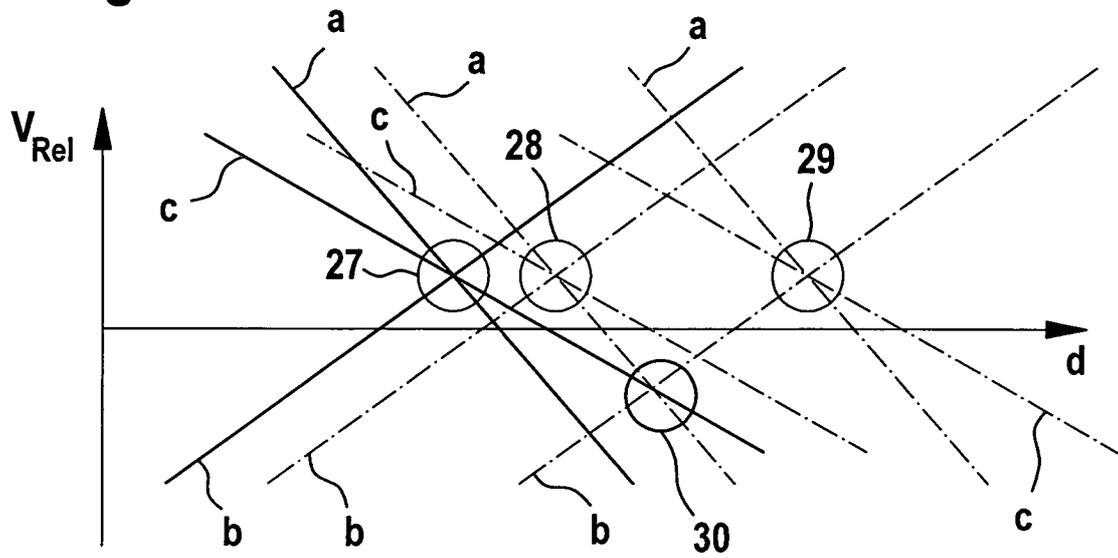


Fig. 4a

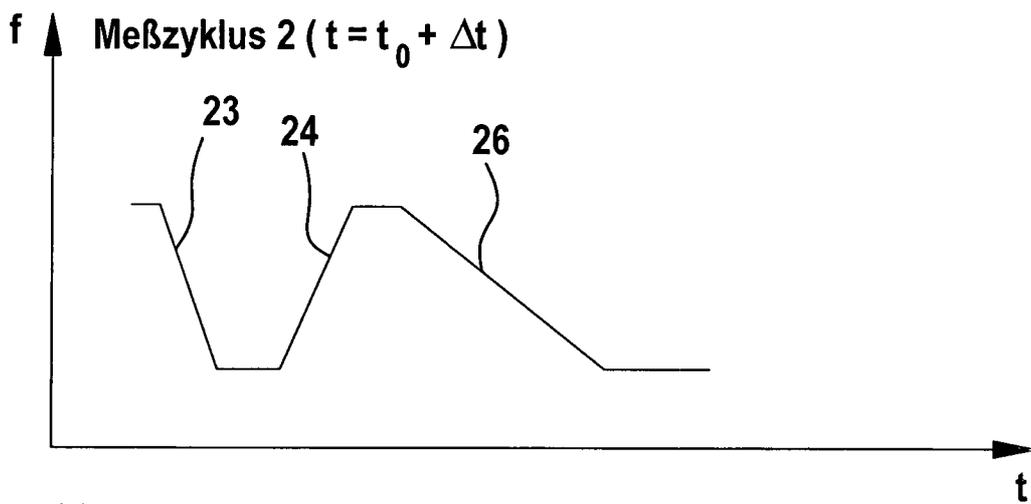


Fig. 4b

