

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. Dezember 2019 (26.12.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/242794 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01S 7/03 (2006.01) G01S 7/35 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2019/100436

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. Mai 2019 (14.05.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 115 079.2  
22. Juni 2018 (22.06.2018) DE

(71) Anmelder: TU DRESDEN [DE/DE]; Sachgebiet Transfer  
Patente und Lizenzen, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden  
(DE).

(72) Erfinder: LAABS, Martin; Erlenstraße 11, 01097 Dresden (DE). PLETTEMEIER, Dirk; Klingenberg Straße 26, 01187 Dresden (DE).

(74) Anwalt: KLUGE, Andreas; Bautzner Straße 75, 01099 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: RADAR ASSEMBLY AND METHOD FOR OPERATING A RADAR ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: RADARANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER RADARANORDNUNG

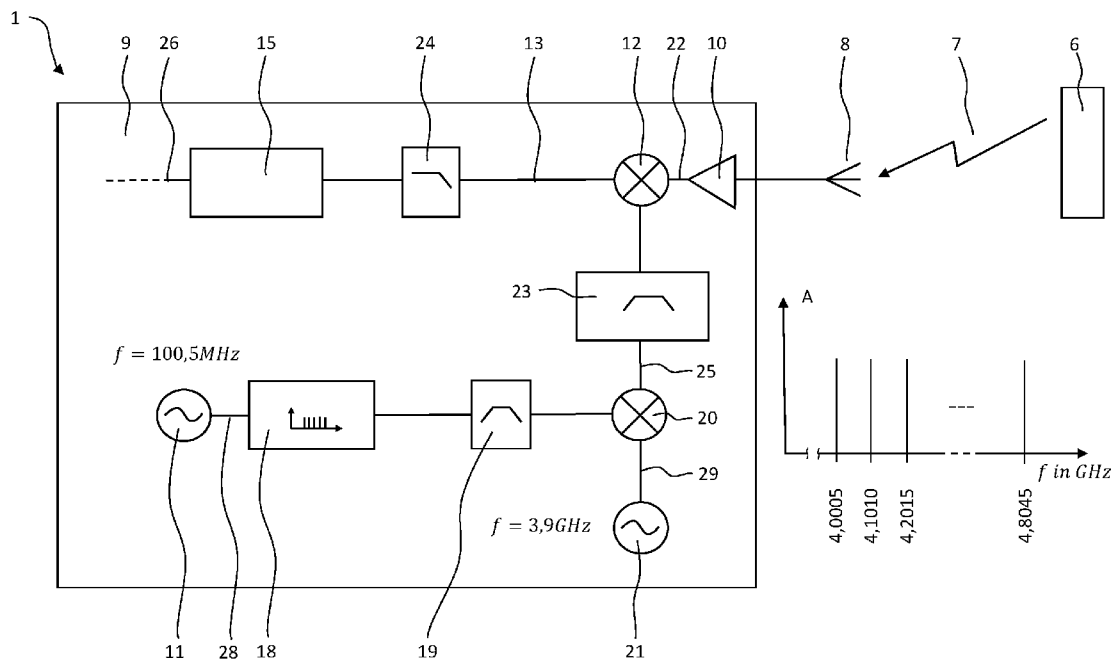


Fig. 3

(57) Abstract: The invention, which relates to a radar assembly and to a method for operating a radar assembly, addresses the problem of providing a solution that leads to a shortening of the required measurement time, a reduction in the technical complexity and the costs in the production of a radar assembly, and an improvement in the quality of the transmitted signal or the primary signal. This problem is solved, with respect to the assembly, by arranging a first frequency comb generator (16) in the transmitting unit (2) between the first oscillator (3) and the transmitting antenna (4) and by arranging a second frequency comb generator (18) in the receiving unit (9) between the second oscillator (11) and the first mixer (12). The problem is solved, with respect to the method, in that on the transmitter side a first frequency comb generator (16) is controlled with the first oscillator frequency (27) in order to generate a primary signal



WO 2019/242794 A1

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

(5) containing a plurality of frequency components, on the receiver side a second frequency comb generator (18) is controlled with the second oscillator frequency (28) in order to generate an output signal containing a plurality of frequency components, the output signal generated in such a way is mixed with a third oscillator frequency (29) and a mixed signal (25) is generated, and the intermediate frequency (13) is generated by mixing the received, reflected signal (7) with the mixed signal (25).

**(57) Zusammenfassung:** Der Erfindung, welche eine Radaranordnung und Verfahren zum Betreiben einer Radaranordnung betrifft, liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung anzugeben, womit eine Verkürzung der notwendigen Messzeit erreicht wird, der technische Aufwand und die Kosten bei der Fertigung einer Radaranordnung verringert werden und die Qualität des Sendesignals bzw. des Primärsignals verbessert werden. Diese Aufgabe wird anordnungsseitig dadurch gelöst, dass in der Sendeeinheit (2) zwischen dem ersten Oszillator (3) und der Sendeantenne (4) ein erster Frequenzkammgenerator (16) angeordnet ist und dass in der Empfängereinheit (9) zwischen dem zweiten Oszillator (11) und dem ersten Mischer (12) ein zweiter Frequenzkammgenerator (18) angeordnet ist. Die Aufgabe wird verfahrensseitig dadurch gelöst, dass senderseitig ein erster Frequenzkammgenerator (16) mit der erste Oszillatorfrequenz (27) zur Erzeugung eines mehrere Frequenzkomponenten beinhaltenden Primärsignals (5) angesteuert wird, dass empfängerseitig ein zweiter Frequenzkammgenerator (18) mit der zweiten Oszillatorfrequenz (28) zur Erzeugung eines mehrere Frequenzkomponenten beinhaltenden Ausgangssignals angesteuert wird, dass das derart erzeugte Ausgangssignal mit einer dritten Oszillatorfrequenz (29) gemischt und ein Mischsignal (25) erzeugt wird und dass die Zwischenfrequenz (13) durch ein Mischen des empfangenen, reflektierten Signals (7) mit dem Mischsignal (25) erzeugt wird.

## **Radaranordnung und Verfahren zum Betreiben einer Radaranordnung**

- 5 Die Erfindung betrifft eine Radaranordnung, umfassend eine Sendeeinheit mit einem ersten Oszillator sowie einer Sendeantenne und eine Empfängereinheit mit einem zweiten Oszillator, einer ersten Mischstufe sowie einer Empfangsantenne.
- 10 Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben einer Radaranordnung, wobei eine erste Oszillatorfrequenz bereitgestellt wird, aus welcher zumindest mittelbar ein Primärsignal erzeugt und über eine Sendeantenne abgestrahlt wird und wobei eine zweite Oszillatorfrequenz bereitgestellt wird, mittels derer  
15 zumindest mittelbar eine Zwischenfrequenz durch ein Mischen eines empfangenen reflektierten Signals mit der zweiten Oszillatorfrequenz erzeugt wird.

Unter dem Begriff Radar (engl: radio detection and ranging; RADAR) werden üblicherweise Erkennungs- bzw. Ortungsverfahren verstanden, welche auf der  
20 Basis sogenannter elektromagnetischer Wellen im Radiofrequenzbereich arbeiten.

Die in einer Sendeeinheit einer Radaranordnung erzeugten elektromagnetischen Wellen werden gebündelt als ein sogenanntes  
25 Primärsignal mittels einer geeigneten Antenne ausgesendet. Dieses Primärsignal wird von Objekten, welche sich in der Richtung des abgestrahlten Primärsignals befinden, reflektiert und als sogenanntes Echo bzw. reflektiertes Signal von einer Antenne einer Empfängereinheit empfangen. Das empfangene reflektierte Signal kann nachfolgend nach verschiedenen Kriterien ausgewertet  
30 bzw. analysiert werden. Derart können Informationen über Objekte, wie

beispielsweise ihre Entfernung, ihre Lage bzw. Winkel, ihre Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit und/oder Eigenschaften der Objekte gewonnen werden.

5 Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren und Systeme im Bereich der Radartechnik bekannt. Eine Einteilung der Radargeräte erfolgt beispielsweise in Primärradargeräte für nicht kooperative Ziele oder Objekte und Sekundärradargeräte für kooperative Ziele oder Objekte. Die Gruppe der Primärradargeräte wird weiter in Pulsradaranordnungen und Dauerstrichradaranordnungen unterteilt.

10

So sind beispielsweise Dauerstrichradaranordnungen (engl. continuous wave - CW) bekannt, welche insbesondere in Sensoranwendungen weite Verbreitung finden. Im Gegensatz zu Pulsradaranordnungen werden in Dauerstrichradaranordnungen kontinuierliche Signale verwendet. Bekannt ist es auch, dass diese kontinuierlichen Signale in ihrer Frequenz verändert werden können. Die Pulsformung geschieht nach dem Stand der Technik meist synthetisch in einer nachträglichen Signalverarbeitung.

15

Bekannt sind auch Radarsysteme, welche mit Frequenzstufen arbeiten (Frequency Stepped Continuous Wave - FSCW). Derartige Radarsysteme können eine sehr hohe Genauigkeit erreichen, da eine phasenrichtige Auswertung der Signale möglich ist. Ein Nachteil derartiger Systeme besteht darin, dass jede Frequenz für das zu erzeugende Primärsignal einzeln erzeugt und umgeschaltet werden muss. Außerdem muss nach jedem Umschalten abgewartet werden, bis sich ein stabiler Systemzustand eingestellt hat, bevor das reflektierte Signal von der Empfängereinheit ordnungsgemäß ausgewertet werden kann. Für Radaranwendungen, welche eine hohe Messgeschwindigkeit erfordern, ist das FSCW System daher nur bedingt geeignet, da die Messzeit dieser Systeme relativ hoch ist.

25

30

Aus dem Stand der Technik bekannte FSCW-Systeme arbeiten mittels eines Frequenzgenerators, der sequenziell verschiedene, nacheinander benötigte Frequenzen erzeugt. Die mittels dieses Generators bzw. Frequenzgenerators erzeugten Primärsignale werden nacheinander über eine Antenne der  
5 Sendeeinheit abgestrahlt, von einem Objekt bzw. Ziel reflektiert und von einer Antenne einer Empfängereinheit als das reflektierte Signal empfangen. In dieser Empfängereinheit wird das empfangene, reflektierte Signal beispielsweise mittels eines Frequenzmischers auf eine konstante Zwischenfrequenz ZF umgesetzt. In einem besonderen Fall kann diese Zwischenfrequenz auch  
10 bei 0 Hz liegen.

Die weitere Verarbeitung des empfangenen und umgesetzten reflektierten Signals, bei welcher beispielsweise eine Phasen- und Amplitudenschätzung, eine Pulsformung mittels Fouriertransformation und anderes mehr erfolgen  
15 kann, erfolgt in der Regel nach einer Analog-Digital-Wandlung des Zwischenfrequenzsignals. Dieses gewandelte, digitale Zwischenfrequenzsignal kann mittels bekannter Verfahren zur digitalen Signalverarbeitung weiterverarbeitet werden. Für die mit einem derartigen FSCW-System notwendige synthetische Pulsformung müssen mehrere Frequenzschritte,  
20 beispielsweise mehr als 100 Frequenzschritte, durchgeführt werden.

Für jeden einzelnen Frequenzschritt ist es notwendig, dass die Frequenzgeneratoren in der Sendeeinheit und in der Empfängereinheit beispielsweise zeitgleich umgeschaltet werden müssen. Außerdem muss es  
25 gewährleistet sein, dass sich die Radaranordnung sowohl in der Sendeeinheit als auch in der Empfängereinheit in einem eingeschwungenen Zustand befinden. Dies umfasst beispielsweise eine vollständige Ausbreitung des Signals sowie das Abklingen von transienten Signalen in den Filtern. Je nach benötigtem Eindeutigkeitsbereich muss dieser Vorgang mehrere hundert Mal wiederholt  
30 werden. Somit ist die erforderliche Messzeit mit einer derartigen Radaranordnung relativ hoch.

Nachteilig an dieser Lösung ist es somit, dass die zur Erkennung- bzw. Ortung von Objekten notwendigen Frequenzen mittels eines Frequenzgenerators nach und nach erzeugt werden müssen und dass ein qualitativ gutes Messergebnis für jede dieser Frequenzen erst nach Ablauf einer sogenannten Einschwingzeit erwartet werden kann. Somit ist ein derartiger Erkennungs- bzw. Ortungsvorgang zum Erreichen einer entsprechenden Genauigkeit der Messung sehr zeitaufwendig.

10 Auf der Grundlage dieses Standes der Technik besteht ein Bedarf nach einer verbesserten Radaranordnung sowie einem entsprechenden Verfahren zum Betreiben einer Radaranordnung, womit eine Messung in einer kürzeren Zeit bzw. Messzeit erfolgen kann.

15 Die Aufgabe der Erfindung besteht nunmehr darin, eine Radaranordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer Radaranordnung anzugeben, womit eine Verkürzung der notwendigen Messzeit erreicht wird. Außerdem soll eine Lösung geschaffen werden, mit welcher der technische Aufwand und die Kosten bei der Fertigung einer Radaranordnung verringert werden. Zudem soll die Qualität des  
20 Sendesignals bzw. des Primärsignals verbessert werden.

Die Aufgabe wird durch eine Anordnung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 der selbstständigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen sind in den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 6 angegeben.

25

Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 7 der selbstständigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen sind in den abhängigen Patentansprüchen 8 bis 13 angegeben.

30 Anstatt sequenziell einzelne Frequenzen zeitlich nacheinander für das Primärsignal zu erzeugen und abzustrahlen, werden gemäß der vorliegenden

Erfindung zwei oder mehr Frequenzen gleichzeitig für das Primärsignal erzeugt und abgestrahlt. Das Primärsignal beinhaltet somit zwei oder mehr Frequenzkomponenten.

- 5 Zu diesem Zweck wird ein Mittel zur zeitgleichen Erzeugung zweier oder mehrerer Frequenzen in der Radaranordnung sowohl senderseitig als auch empfängerseitig eingesetzt. Durch dieses Mittel zur zeitgleichen Erzeugung mehrerer Frequenzen wird ein Primärsignal erzeugt, welches mehrere, für eine qualitativ hochwertige Messung von Eigenschaften eines Objekts oder Ziels,  
10 notwendige, Frequenzkomponenten beinhaltet.

Dieses Mittel kann beispielsweise ein sogenannter Frequenzkammgenerator sein.

- 15 In einer beispielhaften Ausführung kann ein derartiger Frequenzkammgenerator, beispielsweise aus Step-Recovery-Dioden aufgebaut sein, welche bei einer Anregung mit einer Oszillatorfrequenz  $f$  ein Ausgangsspektrum mit Frequenzkomponenten von

20 
$$n \times f; n = [s .. e]; s, e \in \mathbb{Z}$$

erzeugen. Ein derartiger Frequenzkammgenerator wird sowohl in der Sendeeinheit als auch in der Empfängereinheit einer erfindungsgemäßen Radaranordnung angeordnet.

- 25 Vorgesehen ist es, dass der Frequenzabstand der einzelnen Frequenzkomponenten des in der Sendeeinheit erzeugten Spektrums des Primärsignals immer gleich zueinander ist. Somit ist der Frequenzabstand äquidistant.

30

Dieses mittels eines derartigen Frequenzkammgenerators erzeugte Primärsignal, welches mindestens zwei verschiedene Frequenzen bzw. Frequenzkomponenten umfasst, wird über eine Sendeantenne der Sendeeinheit abgestrahlt, von einem Objekt oder Ziel reflektiert und über eine  
5 weitere Antenne, eine Empfangsantenne, in einer Empfängereinheit als reflektiertes Signal empfangen.

In der Empfängereinheit der Radaranordnung wird das empfangene, reflektierte Signal beispielsweise mit einem Mischsignal der Form

10

$$n \times (f + \Delta f); n = [s .. e]; s, e \in \mathbb{Z}$$

gemischt. Hierbei ist  $n$  die Anzahl der verschiedenen Frequenzen  $f$  bzw. Frequenzkomponenten und  $\Delta f$  der Frequenzabstand zwischen den  
15 verschiedenen Frequenzen bzw. Frequenzkomponenten des zu erzeugenden Mischsignals. Ein derartiges Mischsignal wird oft auch als Lokaloszillator-Signal bezeichnet.

Eine Besonderheit dieses Mischsignals besteht darin, dass der  
20 Frequenzabstand zwischen den einzelnen Frequenzkomponenten des Mischsignals zwar ebenfalls äquidistant aber nicht identisch zu den Frequenzen der einzelnen Frequenzkomponenten des Primärsignals ist. Zwischen den Frequenzkomponenten des Primärsignals und den Frequenzkomponenten des Mischsignals liegt eine frequenzmäßige  
25 Verschiebung der Frequenzkomponenten vor. In einem Beispiel sind die Frequenzkomponenten des Mischsignals gegenüber den Frequenzkomponenten des Primärsignals zu höheren Frequenzen hin verschoben. Eine derartige Verschiebung kann beispielsweise 50 MHz oder 0,5 MHz betragen.

30

Nach dieser Frequenzmischung entsteht in der Empfängereinheit ein Zwischenfrequenzsignal ZF mit Frequenzkomponenten von

$$n \times \Delta f; n = [s .. e]; s, e \in \mathbb{Z}.$$

5

Im Gegensatz zu bekannten CW-Radarsystemen ist das Zwischenfrequenzsignal nicht mehr schmalbandig, sondern beinhaltet mindestens zwei Signale bei unterschiedlicher Frequenz.

Vorgesehen ist es, das Mischsignal mittels des in der Empfängereinheit der Radaranordnung angeordneten zweiten Frequenzkammgenerators zu erzeugen. Vorgesehen ist es auch, bei der Erzeugung des Mischsignals aus dem Stand der Technik bekannte Einheiten wie einen Bandpassfilter und einen Frequenzmischer zu nutzen.

15 Die Bestandteile  $f, \Delta f, s$  und  $e$  sollen so gewählt werden, dass in dem nach der Mischung erzeugten Zwischenfrequenzsignal bzw. der Zwischenfrequenz ZF keine Intermodulationsprodukte der Träger  $a \times f$  und  $b \times (f + \Delta f), a \neq b, [a, b] \in \mathbb{Z}$  bei den gewünschten Frequenzen  $n \times \Delta f$  entstehen. Dies ist beispielsweise für den Fall gewährleistet, wenn der Frequenzabstand der

20 Träger im Sendesignal kleiner  $\frac{1}{2} * e \times \Delta f$  ist.

Somit stellt die Erfindung eine Möglichkeit bereit, mit welcher mit einem geringen Aufwand viele Frequenzkomponenten parallel erzeugt, abgestrahlt und anschließend empfangen sowie mittels einer vorzugsweise digitalen

25 Signalverarbeitung anschließend getrennt und analysiert werden können.

Bei dieser Analyse können Eigenschaften des Objekts oder des Ziels wie beispielsweise Entfernung, Lage bzw. Winkel, Bewegungsrichtung bestimmt werden. Darüber hinaus ist es möglich, Aussagen über Stoffzusammensetzung,

30 Dichte und weitere physikalische Eigenschaften des Objekts zu bestimmen.

Eine Anwendung der Erfindung kann beispielsweise im KFZ-Radarbereich zur Anwendung gelangen, wenn eine hohe Messgeschwindigkeit gefordert wird.

5 Darüber hinaus kann die vorliegende Erfindung auch im Bereich der Stoffstromanalyse beispielsweise in den Bereichen der Landwirtschaft oder der Industrie zum Einsatz kommen. Insbesondere ist es möglich, sich schnell bewegende Stoffe zur Qualitätssicherung und zur Prozessoptimierung mittels einer Radaranordnung zu überwachen. Derartige, sich schnell bewegende Stoffe können beispielsweise sich in einem Luftstrom in oder außerhalb einer  
10 Röhre bewegende Stoffe sein. In einer speziellen Anwendung kann derart beispielsweise der Feuchtigkeitsgehalt in einem sich bewegenden Stoff wie beispielsweise einem Getreide bestimmt werden.

Darüber hinaus können Orts- und/oder Geschwindigkeitsbestimmungen von  
15 sehr schnellen Objekten durchgeführt werden. Ein derartiges Objekt kann beispielsweise ein Projektil sein.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit der Erfindung besteht im Einsatz in Radargeräten für autonome oder teilautonome Fahrzeuge. Hierbei kann die  
20 Erfindung eine Ergänzung oder einen Ersatz zu bestehenden bekannten Systemen wie LIDAR oder kamerabasierten Sensorsystemen darstellen.

Es kann zudem erwartet werden, dass die Signalqualität, insbesondere ein Phasenrauschen, der mittels eines Frequenzkammgenerators in einer  
25 erfindungsgemäßen Sendeeinheit einer Radaranordnung erzeugten Primärsignale, höher ist, als bei der Nutzung einer Phasenregelschleife (engl.: phase-locked loop; PLL) nach dem Stand der Technik.

Die zuvor erläuterten Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sind nach  
30 sorgfältigem Studium der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung der hier bevorzugten, nicht einschränkenden Beispielausgestaltungen der Erfindung mit

den zugehörigen Zeichnungen besser zu verstehen und zu bewerten, welche zeigen:

- 5 Fig. 1: ein Blockschaltbild eines FSCW-Radarsystems nach dem Stand der Technik,
- Fig. 2: eine Sendeanordnung eines erfindungsgemäßen FSCW-Radarsystems mit einem ersten Frequenzkammgenerator,
- Fig. 3: eine Empfangsanordnung eines erfindungsgemäßen FSCW-Radarsystems mit einem zweiten Frequenzkammgenerator,
- 10 Fig. 4a: eine Darstellung eines idealisierten Frequenz-Amplitudenspektrums eines Primärsignals- sowie eines reflektierten Signals mit beispielhaften Frequenzangaben für die vorliegende Erfindung,
- Fig. 4b: eine Darstellung eines idealisierten Frequenz-Amplitudenspektrums eines Mischsignals für einen erfindungsgemäßen Empfänger mit beispielhaften Frequenzangaben für die
- 15 vorliegende Erfindung und
- Fig. 4c: eine Darstellung eines idealisierten Frequenz-Amplitudenspektrums eines Zwischenfrequenzsignals für einen erfindungsgemäßen Empfänger.

20

Die **Figur 1** zeigt ein Blockschaltbild einer FSCW-Radaranordnung 1` nach dem Stand der Technik, welches nur die zur Beschreibung wesentlichen Blöcke der Radaranordnung 1` zeigt. Die Radaranordnung 1` umfasst eine Sendeeinheit 2, in welcher beispielsweise eine Phasenregelschleife PLL als ein erster

25 Oszillator 3 angeordnet ist. Diese Phasenregelschleife 3 dient der Erzeugung einer ersten einstellbaren Oszillatorfrequenz 27 für das Primärsignal 5, welches von der Sendeeinheit 2 über die Sendeantenne 4 abgestrahlt wird. Das abgestrahlte Primärsignal 5 erreicht das Objekt oder Ziel 6, von welchem zumindest ein Teil der Signalenergie des Primärsignals 5 derart reflektiert wird,

30 dass dieser Teil der Signalenergie die Empfangsantenne 8 einer Empfängereinheit 9 als ein sogenanntes reflektiertes Signal 7 erreicht.

Das empfangene, reflektierte Signal 7 wird nach dem Stand der Technik beispielsweise mittels eines Eingangsverstärkers 10 verstärkt, wobei ein verstärktes, hochfrequentes reflektiertes Signal 22 erzeugt wird, und auf einen Eingang eines Mixers 12 gegeben. An einem zweiten Eingang des  
5 Mixers 12 ist ein zweiter Oszillator 11 angeschlossen, welcher eine Mischfrequenz bzw. eine zweite Oszillatorfrequenz 28 erzeugt, mit der der Mixer 12 das verstärkte, hochfrequente reflektierte Signal 22 in eine Zwischenfrequenz 13 umwandelt.

Nachfolgend kann diese Zwischenfrequenz 13 mittels eines ersten  
10 Bandfilters 14 gefiltert und in einem Analog-Digital-Wandler 15 in ein digitales Signal gewandelt werden. Das derart bereitgestellte digitale Signal bzw. digitales Zwischenfrequenzsignal 26 wird in einer weiteren in der Figur 1 nicht dargestellten Einheit weiterverarbeitet bzw. analysiert. Bei dieser Analyse werden Eigenschaften des Objekts oder des Ziels 6 wie beispielsweise  
15 Entfernung, Lage bzw. Winkel, Bewegungsrichtung bestimmt.

Nach diesem Stand der Technik ist es vorgesehen, dass zeitlich nacheinander mehrere verschiedene erste Oszillatorfrequenzen 27 im ersten Oszillator 3 für das Primärsignal 5 erzeugt werden müssen. Es gilt beispielsweise die Beziehung:

20 
$$f = f_o + n * \Delta f$$

Nach diesem Stand der Technik ist es ebenfalls vorgesehen, dass zeitlich nacheinander mehrere verschiedene zweite Mischfrequenzen bzw. zweite Oszillatorfrequenzen 28 durch den zweiten Oszillator 11 zur Erzeugung der Zwischenfrequenz 13 im Mixer 12 erzeugt werden müssen, beispielsweise  
25 nach der Beziehung:

$$f = f_o \pm f_{ZF} + n * \Delta f$$

In der **Figur 2** ist eine Sendeeinheit 2 eines erfindungsgemäßen FSCW-Radarsystems 1 mit einem ersten Frequenzkammgenerator 16 gezeigt. Die Sendeeinheit 2 weist einen ersten Oszillator 3 zur Erzeugung einer ersten Oszillatorfrequenz 27 auf, mit welcher der erste Frequenzkammgenerator 16  
5 angesteuert wird.

Ein derartiger Frequenzkammgenerator wird mittels eines nichtlinearen elektronischen Bauteils realisiert. Dies erfolgt beispielsweise durch Verwendung einer Step-Recovery Diode, einer nichtlinearen Transmissionsleitung, welche beispielsweise durch eine Leitung mit mindestens zwei Dioden in geeignetem  
10 Abstand realisiert werden kann oder durch Ausnutzung von elektrischen Lawineneffekten in Transistoren.

Der erste Frequenzkammgenerator 16 stellt an seinem Ausgang ein Primärsignal 5 mit mehreren gleich zueinander beabstandeten Frequenzkomponenten bereit. Das derart erzeugte Primärsignal 5 wird über  
15 einen zweiten Bandfilter 17 gefiltert und über die Sendeantenne 4 der Sendeeinheit 2 abgestrahlt.

Beispielhaft sind in einem Frequenz-Amplituden-Diagramm mehrere Frequenzkomponenten des erzeugten Ausgangsspektrums des Primärsignals 5 dargestellt, welche äquidistant zueinander angeordnet sind. Das Beispiel der  
20 Figur 2 zeigt, dass der ersten Oszillator 3 eine erste Oszillatorfrequenz 27  $f$  von 100 MHz erzeugt.

Der mittels dieser Oszillatorfrequenz 27  $f$  von 100 MHz angesteuerte erste Frequenzkammgenerator 16 stellt in einer Kombination mit dem dritten Bandfilter 19 bzw. Bandpassfilter 19 beispielhaft an seinem Ausgang mehrere  
25 äquidistant zueinander beabstandete Frequenzkomponenten an den Stellen 4,0 GHz, 4,1 GHz, 4,2 GHz, 4,3 GHz, 4,4 GHz, 4,5 GHz, 4,6 GHz, 4,7 GHz und 4,8 GHz bereit. Das derart erzeugte und von der Sendeantenne 4 abgestrahlte

Primärsignal 5 beinhaltet somit zeitgleich neun Frequenzkomponenten. Diese neun Frequenzkomponenten werden in der vorliegenden Erfindung innerhalb eines Messzyklus als Primärsignal 5 abgestrahlt. Nach dem Stand der Technik wären hierfür neun Messzyklen notwendig, welche nacheinander ablaufen  
5 würden. Somit kann die erfindungsgemäße Radaranordnung die durchzuführenden neun Messungen in einem Neuntel der nach dem Stand der Technik benötigten Messzeit realisieren.

**Figur 3** zeigt eine erfindungsgemäße Empfangseinheit 9 eines erfindungsgemäßen FSCW-Radarsystems 1 mit einem zweiten  
10 Frequenzkammgenerator 18. Auch in der Empfangseinheit 9 ist ein zweiter Oszillator 11 angeordnet, welcher eine den zweiten Frequenzkammgenerator 18 ansteuernde zweite Oszillatorfrequenz 28 erzeugt. Mittels des zweiten Frequenzkammgenerators 18 wird ebenfalls ein mehrere  
15 Frequenzkomponenten beinhaltendes Signal erzeugt. Dieses mehrere Frequenzkomponenten beinhaltende Signal wird einem ersten Eingang eines zweiten Mixers 20 zugeführt. Ein zweiter Eingang des zweiten Mixers 20 ist mit einem dritten Oszillator 21 verbunden, welcher eine dritte Oszillatorfrequenz 29, von beispielsweise 3,9 GHz, für den zweiten Mischer 20 bereitstellt.

20 Optional kann es vorgesehen sein, dass das mehrere Frequenzkomponenten beinhaltende Signal mittels eines dritten Bandfilters 19 in seiner Bandbreite beschränkt wird, bevor es dem ersten Eingang des zweiten Mixers 20 zugeführt wird.

Der zweite Mischer 20 erzeugt an seinem Ausgang ein Mischprodukt bzw. ein  
25 Mischsignal 25, welches einem ersten Eingang des ersten Mixers 12 bereitgestellt wird. Auch dieses Mischsignal 25 kann mittels eines vierten Bandfilters 23 in seiner Bandbreite begrenzt werden, bevor sie dem ersten Eingang des ersten Mixers 12 zugeführt wird.

Ein von einem Objekt oder Ziel 6 reflektiertes hochfrequentes, reflektiertes Signal 7 wird von einer Empfangsantenne 8 empfangen, mittels eines Eingangsverstärkers 10 verstärkt und gelangt als ein verstärktes, hochfrequentes reflektiertes Signal 22 zum zweiten Eingang des ersten  
5 Mischers 12.

Im ersten Mischer 12 wird mittels des verstärkten, hochfrequenten reflektierten Signals 22 und dem vom zweiten Mischer 20 erzeugten Mischsignal 25 eine Zwischenfrequenz ZF 13 erzeugt. Die Zwischenfrequenz 13 weist gegenüber dem verstärkten, hochfrequenten reflektierten Signal 22 wesentlich niedrigere  
10 Frequenzen auf. In einem Beispiel wäre es denkbar, dass ein Subträger dieser Zwischenfrequenz 13 bei 0 Hz liegen kann. Diese Zwischenfrequenz 13 wird, wie im Stand der Technik üblich, mittels eines Analog-Digital-Wandlers 15 in ein digitales Zwischenfrequenzsignal 26 gewandelt und in einer in der Figur 3 nicht dargestellten Anordnung zur weiteren Signalverarbeitung in der  
15 Empfängereinheit 9 weiterverarbeitet bzw. analysiert. Bei dieser Analyse werden Informationen über das Objekt bzw. Ziel 6 gewonnen, wie beispielsweise ihre Entfernung, ihre Lage bzw. Winkel, ihre Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit. Darüber hinaus können auch Eigenschaften der Objekte oder Ziele 6 selbst, wie deren stoffliche Zusammensetzung oder deren  
20 Feuchtigkeitsgehalt und andere mehr, bestimmt werden.

Optional kann die Zwischenfrequenz 13 mittels eines fünften Bandfilters 24 in seiner Bandbreite begrenzt werden, bevor es vom Analog-Digital-Wandler 15 in ein digitales Zwischenfrequenzsignal 26 umgewandelt wird.

In der in der Figur 3 gezeigten beispielhaften Ausführung der Erfindung ist es  
25 vorgesehen, dass der zweite Oszillator 11 eine zweite Oszillatorfrequenz 28 von 100,5 MHz als Ansteuersignal für den zweiten Frequenzkammgenerator 18 bereitstellt. Der dritte Oszillator 21 erzeugt eine dritte Oszillatorfrequenz 29 von 3,9 GHz. Mit dieser Konstellation ist es vorgesehen, dass das dem ersten

Eingang des ersten Mischers 12 zugeführte Mischsignal 25 mehrere Frequenzkomponenten beinhaltet, wie es in dem Frequenz-Amplituden-Diagramm in der Figur 3 dargestellt ist. Diese Frequenzkomponenten liegen bei der beschriebenen Konstellation bei 4,0005 GHz, 4,1010 GHz, 4,2015 GHz, 5 4,3020 GHz, 4,4025 GHz, 4,5030 GHz, 4,6035 GHz, 4,7040 GHz und 4,8045 GHz. Diese durch den zweiten Frequenzkammgenerator 18 erzeugten Frequenzkomponenten sind wie die in der Sendeeinheit 2 vom ersten Frequenzkammgenerator 16 erzeugten Frequenzkomponenten gleich zueinander beabstandet. In diesem Beispiel weisen die vom zweiten 10 Frequenzkammgenerator 18 erzeugten Frequenzkomponenten aber einen geringfügig größeren Abstand zueinander auf, welcher im Beispiel, mit einem Abstand der Frequenzkomponenten des zweiten Frequenzkammgenerator 18 von 100,5 MHz zueinander, 0,5 MHz mehr beträgt.

Diese unterschiedlichen Abstände der Frequenzkomponenten im 15 Mischsignal 25 sind notwendig, damit sich die einzelnen Frequenzkomponenten im ersten Mischer 12 nicht untrennbar zu einer einzelnen Zwischenfrequenz 13 überlagern, sondern als ein Zwischenfrequenzkamm mit geringem Frequenzabstand der beinhalteten Frequenzkomponenten in diesem Zwischenfrequenzkamm erzeugt werden. Diese Frequenzkomponenten liegen 20 bei der beschriebenen Konstellation bei 0,0005 GHz, 0,0010 GHz, 0,0015 GHz, 0,0020 GHz, 0,0025 GHz, 0,0030 GHz, 0,0035 GHz, 0,0040 GHz.

Die **Figur 4a** zeigt eine Darstellung eines idealisierten Frequenz-Amplituden-Spektrums eines Sende- und Empfangssignals (TX/RX-Signal) mit beispielhaften Frequenzangaben für die vorliegende Erfindung anhand eines 25 zweiten Ausführungsbeispiels.

In dem gezeigten Frequenz-Amplituden-Diagramm sind beispielhaft acht Frequenzkomponenten des Primärsignals 5 gezeigt. Im Beispiel der Figur 4a liegen diese Frequenzkomponenten gleich voneinander beabstandet bei den

Frequenzen 1,0 GHz, 2,0 GHz, 3,0 GHz, 4,0 GHz, 5,0 GHz, 6,0 GHz, 7,0 GHz und 8,0 GHz. Das derart erzeugte Primärsignal 5 wird über die Sendeantenne 4 der Sendeeinheit 2 abgestrahlt. Signalanteile, welche von einem Objekt oder Ziel 6 reflektiert werden und als reflektiertes Signal 7 über die  
5 Empfangsantenne 8 einer Empfängereinheit 9 empfangen werden, weisen die gleichen Frequenzkomponenten und somit den gleichen Frequenz-Amplituden-Verlauf auf, wobei deren Amplituden meist unterschiedlich zueinander und deutlich kleiner sind. In diesem Beispiel ist es vorgesehen, dass der erste Oszillator 3 eine erste Oszillatorfrequenz 27 von 1,0 GHz bereitstellt.

10 In der **Figur 4b** ist eine Darstellung eines idealisierten Frequenz-Amplituden-Spektrums eines Mischsignals 25 für eine erfindungsgemäße Empfangseinheit 9 in einer Radaranordnung 1 mit beispielhaften Frequenzangaben für die vorliegende Erfindung gezeigt.

Zur Erzeugung eines Zwischenfrequenzsignals 13 in der Empfangseinheit 9 ist  
15 ein spezielles Mischsignal 25 notwendig, welches mittels des zweiten Frequenzkammgenerators 18 und einer Mischung des vom zweiten Frequenzkammgenerators 18 erzeugten Ausgangssignals mit einer dritten Oszillatorfrequenz 29 in einem zweiten Mischer 20 erzeugt wird. Dieses Mischsignal 25 ist nach seiner Filterung im vierten Bandfilter 23 beispielhaft  
20 idealisiert in der Figur 4b mit den Frequenzen 1,05 GHz, 2,10 GHz, 3,15 GHz, 4,20 GHz, 5,25 GHz, 6,30 GHz 7, 35 GHz und 8,40 GHz dargestellt. Hierfür ist es vorgesehen, dass der zweite Oszillator 11 eine zweite Oszillatorfrequenz 28 von 50,0 MHz und der dritte Oszillator 21 eine dritte Oszillatorfrequenz 29 von 1,0 GHz bereitstellt.

25 Die **Figur 4c** zeigt eine Darstellung eines idealisierten Frequenz-Amplituden-Spektrums eines Zwischenfrequenzsignals 13 für eine erfindungsgemäße Empfängereinheit 9.

Bei der Verarbeitung des empfangenen, reflektierten Signals 7 mit dem Mischsignal 25 in einem ersten Mischer der Empfangseinheit 9 wird das in der Figur 4c gezeigte Zwischenfrequenzsignal 13 erzeugt.

Das Zwischenfrequenzsignal 13 weist in diesem Fall beispielsweise die  
5 Frequenzen 0,05 GHz, 0,10 GHz, 0,15 GHz, 0,20 GHz, 0,25 GHz, 0,30 GHz, 0,35 GHz und 0,40 GHz auf.

Das derartige Zwischenfrequenzsignal 13 wird zur Bestimmung der Informationen über ein Objekt oder Ziel, wie deren Entfernung, Lage bzw. Winkel, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit und/oder Eigenschaften der  
10 Objekte oder Ziele, genutzt.

In einer praktischen Umsetzung der Erfindung kann es vorgesehen werden, dass ein zusätzlicher Referenzempfänger angeordnet wird, welcher identisch zu der Empfängereinheit 9, aber ohne Antenne, also mit einer direkten Einkopplung des Primärsignals 5, betrieben wird. Das durch diesen Referenzempfänger erzeugt  
15 zwei Empfangssignal, zweite Zwischenfrequenzsignal oder zweite digitale Zwischenfrequenzsignal kann mit dem reflektierten Signal 7 vom Ziel 6, dem Zwischenfrequenzsignal 13 oder dem digitalen Zwischenfrequenzsignal 26 verglichen und zur Verbesserung der Qualität der Signalverarbeitung genutzt werden, wie nach dem Stand der Technik bekannt ist.

Das dieser Beschreibung zugrunde liegende Verfahren kann von einem Fachmann abgewandelt und beispielsweise auch auf Erkennungs- bzw. Ortungsverfahren übertragen werden, welche mit optischen oder akustischen Signalen arbeiten. Derart können beispielsweise zwei oder mehr optische oder akustische Frequenzkomponenten für ein Primärsignal eines Erkennungs- bzw.  
25 Ortungsverfahrens erzeugt werden. Eine Einschränkung des nutzbaren Frequenzbereichs auf nur elektromagnetische Wellen im Radiofrequenzbereich ist nicht vorgesehen.

**LISTE DER BEZUGSZEICHEN**

- 1 Radaranordnung
- 1` Stand der Technik Radaranordnung
- 2 Sendeeinheit
- 3 erster Oszillator (Phasenregelschleife PLL)
- 4 Sendeantenne
- 5 Primärsignal
- 6 Objekt/Ziel
- 7 reflektiertes Signal
- 8 Empfangsantenne
- 9 Empfängereinheit
- 10 Eingangsverstärker
- 11 zweiter Oszillator
- 12 erster Mischer
- 13 Zwischenfrequenz ZF
- 14 erstes Bandfilter
- 15 Analog-Digital-Wandler
- 16 erster Frequenzkammgenerator
- 17 zweites Bandfilter
- 18 zweiter Frequenzkammgenerator
- 19 dritter Bandfilter
- 20 zweiter Mischer
- 21 dritter Oszillator
- 22 Verstärktes, hochfrequentes, reflektiertes Signal
- 23 vierter Bandfilter
- 24 fünfter Bandfilter
- 25 Mischsignal
- 26 digitales Zwischenfrequenzsignal

- 27 erste Oszillatorfrequenz
- 28 zweite Oszillatorfrequenz
- 29 dritte Oszillatorfrequenz

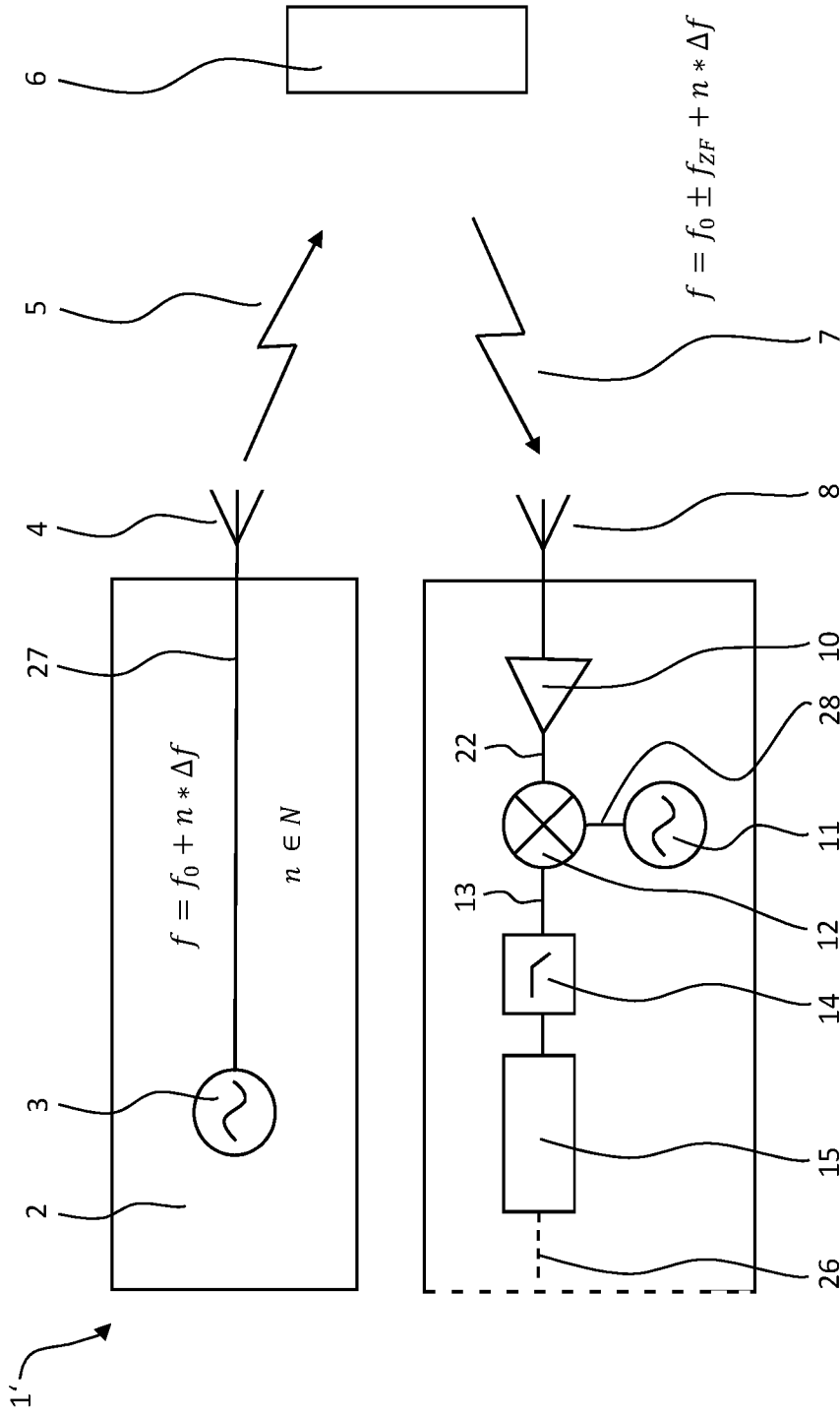
## PATENTANSPRÜCHE

1. Radaranordnung (1), umfassend eine Sendeeinheit (2) mit einem ersten Oszillator (3) sowie einer Sendeantenne (4) und eine Empfängereinheit (9) mit einem zweiten Oszillator (11), einem ersten Mischer (12) sowie einer Empfangsantenne (8), **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Sendeeinheit (2) zwischen dem ersten Oszillator (3) und der Sendeantenne (4) ein erster Frequenzkammgenerator (16) angeordnet ist und dass in der Empfängereinheit (9) zwischen dem zweiten Oszillator (11) und dem ersten Mischer (12) ein zweiter Frequenzkammgenerator (18) angeordnet ist.
2. Radaranordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Empfängereinheit (9) zwischen dem zweiten Frequenzkammgenerator (18) und dem ersten Mischer (12) ein zweiter Mischer (20) angeordnet ist, wobei der zweite Mischer (20) mit einem dritten Oszillator (21) verbunden ist.
3. Radaranordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Sendeeinheit (2) zwischen dem ersten Frequenzkammgenerator (16) und der Sendeantenne (4) ein zweiter Bandfilter (17) angeordnet ist.
4. Radaranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem zweiten Frequenzkammgenerator (18) und dem zweiten Mischer (20) ein dritter Bandfilter (19) angeordnet ist.

5. Radaranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem zweiten Mischer (20) und dem ersten Mischer (12) ein vierter Bandfilter (23) angeordnet ist.
6. Radaranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ausgang des ersten Mixers (12) mit einem Eingang eines Analog-Digital-Wandlers (15) verbunden ist und dass der Analog-Digital-Wandler (15) einen Ausgang zur Ausgabe eines digitalen Zwischenfrequenzsignals (26) aufweist.
7. Verfahren zum Betreiben einer Radaranordnung (1), wobei eine erste Oszillatorfrequenz (27) bereitgestellt wird, aus welcher zumindest mittelbar ein Primärsignal (5) erzeugt und über eine Sendeantenne (4) abgestrahlt wird und wobei eine zweite Oszillatorfrequenz (28) bereitgestellt wird, mittels derer zumindest mittelbar eine Zwischenfrequenz (13) durch ein Mischen eines empfangenen reflektierten Signals (7) mit der zweiten Oszillatorfrequenz (28) erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** senderseitig ein erster Frequenzkammgenerator (16) mit der erste Oszillatorfrequenz (27) zur Erzeugung eines mehrere Frequenzkomponenten beinhaltenden Primärsignals (5) angesteuert wird, dass empfängerseitig ein zweiter Frequenzkammgenerator (18) mit der zweiten Oszillatorfrequenz (28) zur Erzeugung eines mehrere Frequenzkomponenten beinhaltenden Ausgangssignals angesteuert wird, dass das derart erzeugte Ausgangssignal mit einer dritten Oszillatorfrequenz (29) gemischt und ein Mischsignal (25) erzeugt wird und dass die Zwischenfrequenz (13) durch ein Mischen des empfangenen, reflektierten Signals (7) mit dem Mischsignal (25) erzeugt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das vom erster Frequenzkammgenerator (16) erzeugte Primärsignal (5) mittels

- eines zweiten Bandfilters (17) vor dem Abstrahlen über eine Sendeantenne (4) gefiltert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mehrere Frequenzkomponenten beinhaltende Ausgangssignal des zweiten Frequenzkammgenerators (18) mittels eines dritten Bandfilters (19) gefiltert wird, bevor es mit der dritten Oszillatorfrequenz (29) gemischt wird.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischsignal (25) vor dem Mischen mit dem empfangenen, reflektierten Signal (7) mittels eines vierten Bandfilters (23) gefiltert wird.
  11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenfrequenz (13) mittels eines Analog-Digital-Wandlers (15) in ein digitales Zwischenfrequenzsignal (26) gewandelt und zur weiteren Verarbeitung oder Analyse ausgegeben wird.
  12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Verarbeitung oder Analyse des digitalen Zwischenfrequenzsignals (26) in der Radaranordnung (1) durchgeführt wird und dass hierbei Informationen über Objekte, wie ihre Entfernung, ihre Lage bzw. Winkel, ihre Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit und/oder Eigenschaften der Objekte ermittelt werden.
  13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die senderseitig vom ersten Frequenzkammgenerator (16) erzeugten mehreren Frequenzkomponenten für das Primärsignal (5) äquidistant zueinander erzeugt werden und dass die empfängerseitig vom zweiten Frequenzkammgenerator (18) erzeugten mehreren Frequenz-

komponenten für das Mischsignal (25) äquidistant zueinander und gegenüber den Frequenzkomponenten des Primärsignals (5) frequenzmäßig verschoben erzeugt werden.



Stand der Technik

Fig. 1

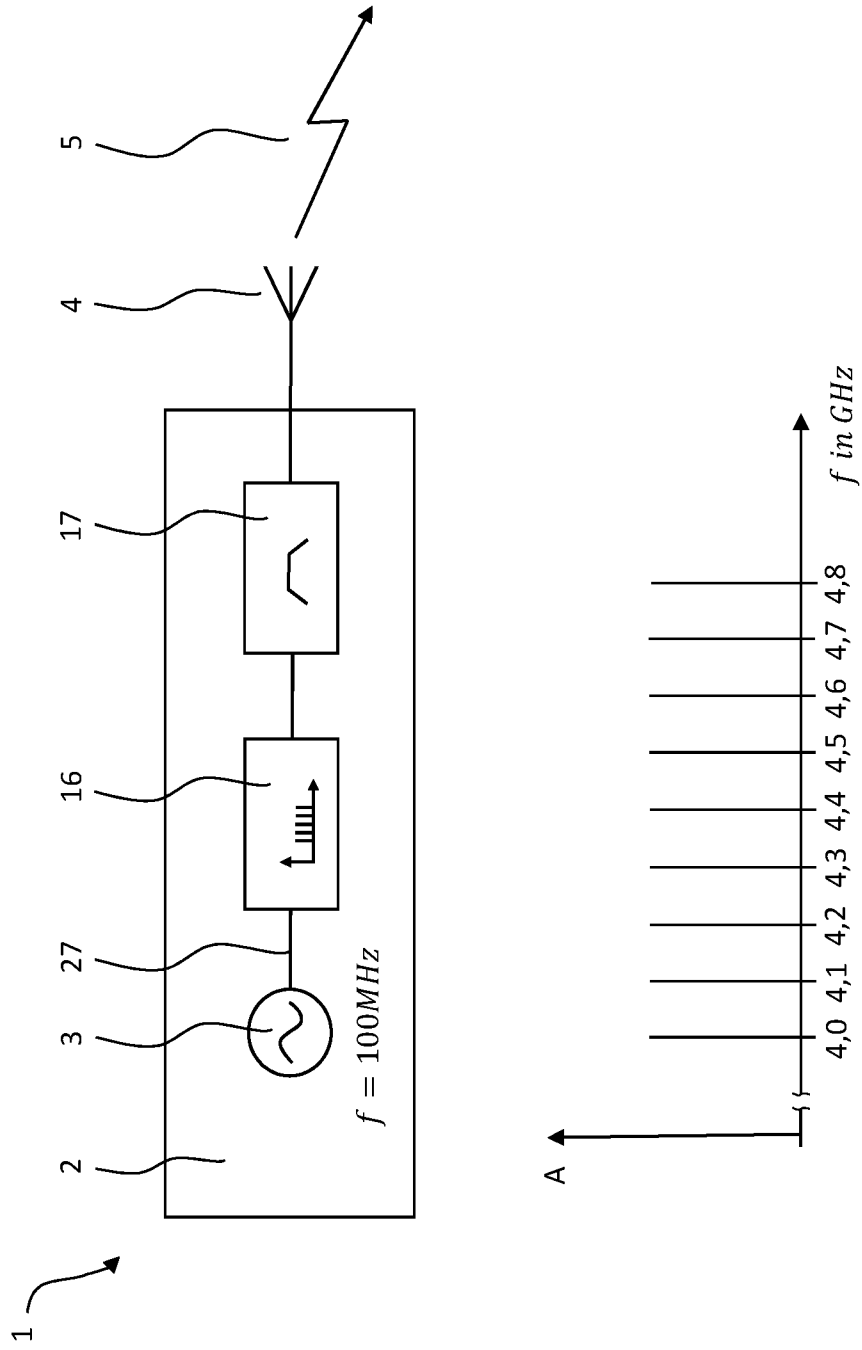


Fig. 2

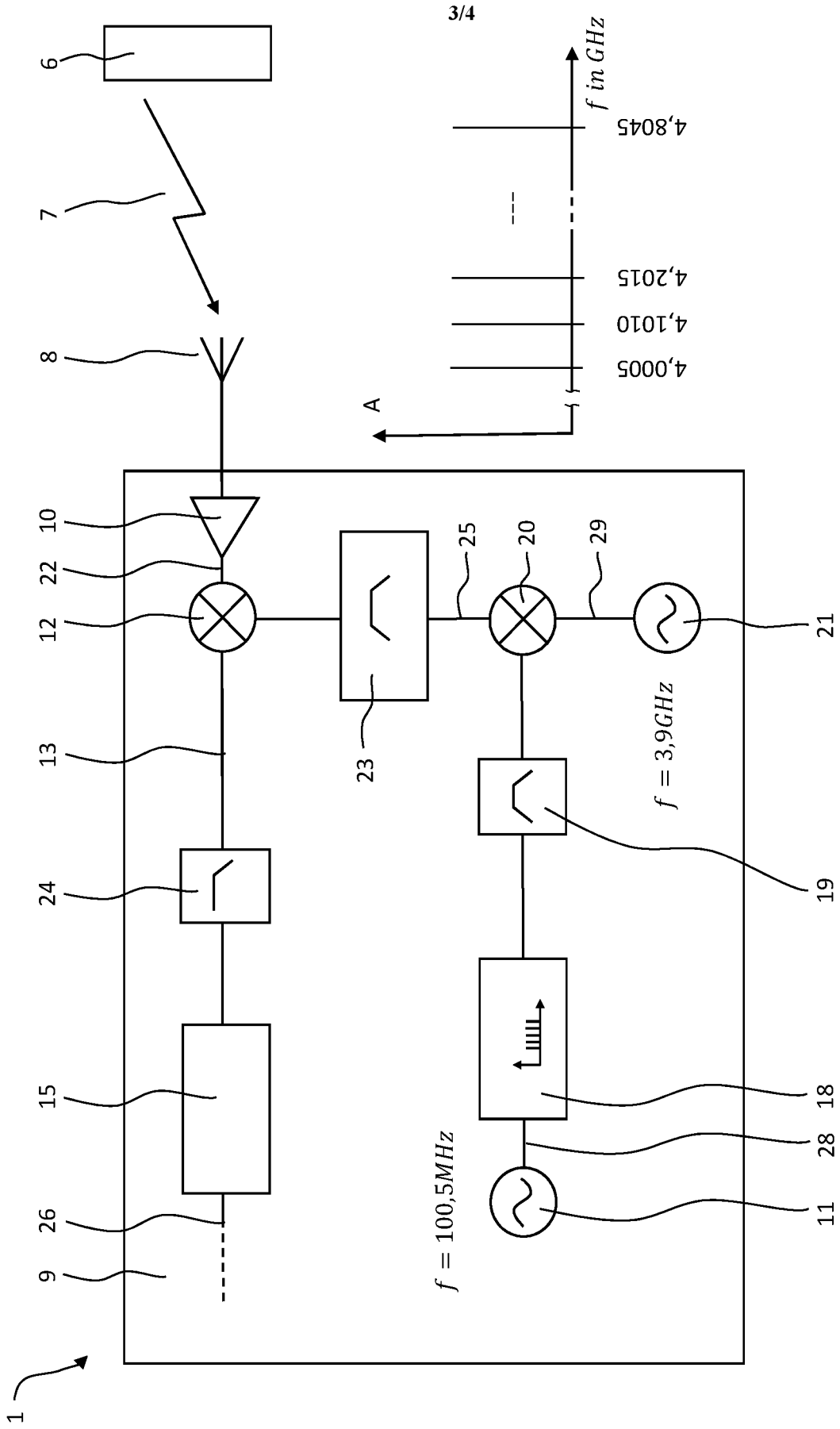
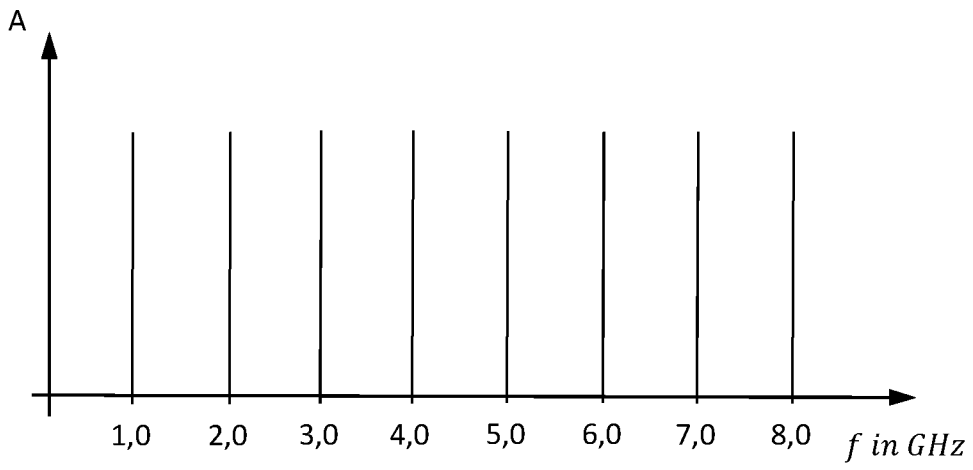
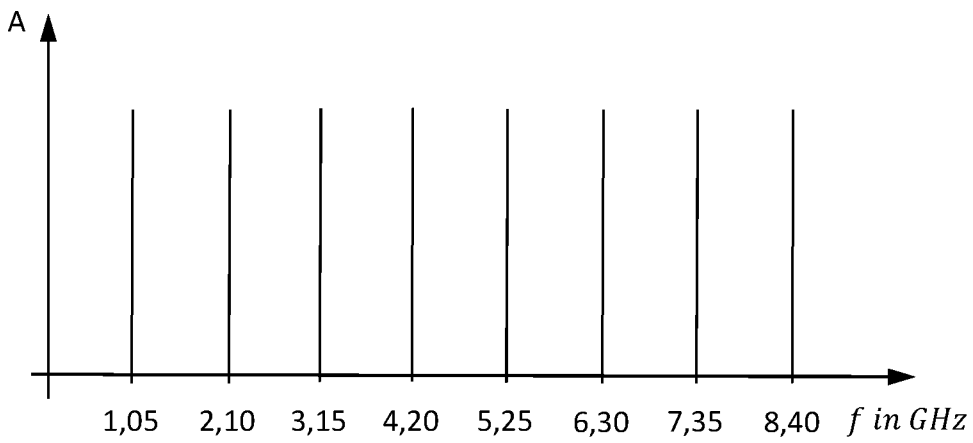


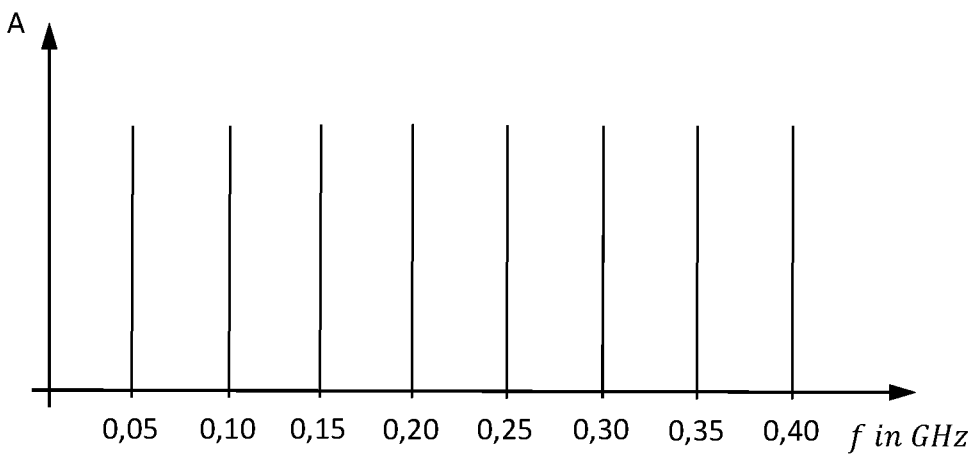
Fig. 3



**Fig. 4a**



**Fig. 4b**



**Fig. 4c**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2019/100436

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>G01S 7/03</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/35</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018074179 A1 (LIAO DAHAN [US]) 15 March 2018 (2018-03-15) figure 1 paragraphs [0030], [0036] - [0038]	1-13
A	US 5146616 A (TANG RAYMOND [US] ET AL) 08 September 1992 (1992-09-08) figures 4,5 column 6, lines 14-39	1-13
A	WO 9935510 A1 (COBRA ELECTRONICS CORP [US]) 15 July 1999 (1999-07-15) figure 1 page 4, line 21 - page 6, line 3	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>06 September 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>18 September 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Unterberger, Michael</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/DE2019/100436**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018074179	A1	15 March 2018	NONE			
US	5146616	A	08 September 1992	NONE			
WO	9935510	A1	15 July 1999	AU	2107899	A	26 July 1999
				WO	9935510	A1	15 July 1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01S7/03 G01S7/35  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2018/074179 A1 (LIAO DAHAN [US]) 15. März 2018 (2018-03-15) Abbildung 1 Absätze [0030], [0036] - [0038] -----	1-13
A	US 5 146 616 A (TANG RAYMOND [US] ET AL) 8. September 1992 (1992-09-08) Abbildungen 4,5 Spalte 6, Zeilen 14-39 -----	1-13
A	WO 99/35510 A1 (COBRA ELECTRONICS CORP [US]) 15. Juli 1999 (1999-07-15) Abbildung 1 Seite 4, Zeile 21 - Seite 6, Zeile 3 -----	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. September 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/09/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Unterberger, Michael

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2019/100436

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018074179	A1	15-03-2018	KEINE
US 5146616	A	08-09-1992	KEINE
WO 9935510	A1	15-07-1999	AU 2107899 A 26-07-1999 WO 9935510 A1 15-07-1999