

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



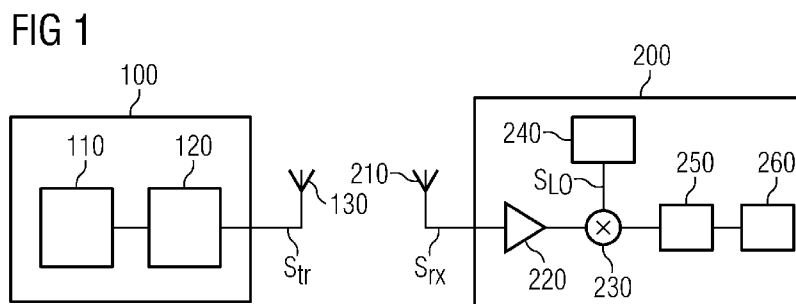
(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Mai 2011 (05.05.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/051209 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G01S 11/02 (2010.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2010/066032
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
25. Oktober 2010 (25.10.2010)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2009 050 796.5
27. Oktober 2009 (27.10.2009) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** HÜTTNER, Jörg [DE/DE]; Grindelstr. 5, 81825 München (DE). GIERLICH, Roland [DE/DE]; Nußbaumstr. 12, 53359 Rheinbach (DE). ZIROFF, Andreas [DE/DE]; Holzheimerstraße 4, 84032 Passau (DE).
- (74) **Gemeinsamer Vertreter:** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) **Title:** METHOD AND ARRANGEMENT FOR MEASURING THE SIGNAL DELAY BETWEEN A TRANSMITTER AND A RECEIVER

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR MESSUNG DER SIGNALLAUFZEIT ZWISCHEN EINEM SENDER UND EINEM EMPFÄNGER



(57) **Abstract:** The invention relates to measuring the signal delay τ between a UWB transmitter and a FSCW receiver. According to the method, which is performed in a plurality of partial steps k , wherein $k=1, 2, 3, \dots$, a pulsed transmission signal S_{tr} is generated and transmitted by the transmitter, wherein the transmission signal S_{tr} comprises a broadband spectrum $SPEK_{tr}$ having a plurality of lines w , the transmitted signal S_{tr} is received by the receiver, wherein the received signal S_{rx} comprises a broadband spectrum $SPEK_{rx}$ having a plurality of lines m , a frequency range $B(k)$ having a narrower bandwidth H_{LPR} and having a lesser number of lines m' is selected from the broadband spectrum $SPEK_{rx}$ of the received signal S_{rx} , wherein a different narrower frequency range $B(k)$ is selected in each partial step k , the channel impulse response h_m is determined using the selected frequency range $B(k)$, and the delay τ is determined from the channel impulse response in a fourth step.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Messung der Signallaufzeit τ zwischen einer UWB-Sendeeinheit und einer FSCW-Empfangeeinheit. Bei dem Verfahren, welches in mehreren Teilschritten k mit $k=1, 2, 3, \dots$ erfolgt, wird von der Sendeeinheit ein gepulstes Sendesignal S_{tr} erzeugt und ausgesendet, wobei das Sendesignal

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/051209 A1



S_{tr} ein breitbandiges Spektrum $SPEK_{tr}$ mit einer Vielzahl von Linien w aufweist, wird das ausgesendete Signal S_{tr} von der Empfangseinheit empfangen, wobei das empfangene Signal S_{rx} ein breitbandiges Spektrum $SPEK_{rx}$ mit einer Vielzahl von Linien m aufweist, wird aus dem breitbandigen Spektrum $SPEK_{rx}$ des empfangenen Signals S_{rx} ein Frequenzbereich $B(k)$ mit einer schmalen Bandbreite H_{LPR} und mit einer geringeren Anzahl von Linien m' ausgewählt, wobei in jedem Teilschritt k ein anderer schmalbandiger Frequenzbereich $B(k)$ ausgewählt wird, wird anhand des ausgewählten Frequenzbereiches $B(k)$ die Kanalimpulsantwort h_m ermittelt, wird in einem vierten Schritt aus der Kanalimpulsantwort die Laufzeit τ bestimmt.

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Messung der Signallaufzeit zwischen einem Sender und einem Empfänger

5

Die Erfindung betrifft eine Messung der Signallaufzeit zwischen einem UWB-Sender und einem FSCW-Empfänger.

Eine genaue Bestimmung der Position eines Funksenders bzw. des Abstands des Funksenders von einer Basisstation o.ä. ist bspw. im industriellen Umfeld von Bedeutung. Dabei ist es neben der Forderung nach kosten- und stromsparenden Messsystemen insbesondere für Anwendungen in geschlossenen Räumen oder Hallen aufgrund von möglichen störenden Mehrwegereflexionen notwendig, Messsysteme mit hoher Auflösung einzusetzen, um Fehler in der Abstandsmessung zu vermeiden. Bspw. UWB-Signale ("ultra wide band" bzw. Ultra-Breitband) bieten eine hohe Signalbandbreite und versprechen deshalb eine vergleichsweise hohe Auflösung und eine höhere Genauigkeit.

20

Für die Positions- bzw. Abstandsbestimmung sind verschiedene Methoden bekannt, die bspw. optische Signale, Ultraschall-Signale oder Funksensoren nutzen. In der Regel wird auf den eindeutigen Zusammenhang zwischen dem Abstand und der Laufzeit des Signals zurück gegriffen, d.h. letztlich handelt es sich wie auch in der vorliegenden Erfindung um eine Laufzeitmessung. Die Begriffe "Abstandsmessung" und "Laufzeitmessung" können daher im Folgenden im Prinzip synonym verwendet werden.

30

Insbesondere die Verfahren zur Abstandsmessung mit Hilfe von Funksignalen lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Kommunikationsbasierte Systeme: Hier wird das primär zu Kommunikationszwecken verwendete Signal zur Entfernungsmessung eingesetzt. Da in vielen Kommunikationssystemen geringere Ansprüche an die Synchronisation gestellt werden bzw. ein nur sehr schmalbandiger Funkkanal zur Verfügung steht, sind

35

keine hohen erreichbaren Genauigkeiten der Abstandsmessung zu erwarten.

- FMCW-/FSCW-Lösungen: Diese Systeme arbeiten in den ISM-Bändern ("Industrial, Scientific, and Medical") und ermöglichen die Bestimmung eines Entfernungswertes ähnlich wie beim klassischen FMCW-Radar (frequenzmoduliertes Dauerstrichsignal bzw. frequency modulated continuous wave) durch das Durchstimmen einer Sendefrequenz. Dabei werden zum Einen transponderbasierte bzw. sog. "Backscatter"-Lösungen eingesetzt und zum Anderen Empfänger, die sich hierauf synchronisieren können. Diese Systeme sind in ihrer Nutzung auf die hierfür freigegebenen Bänder beschränkt. In der Regel sind dies die ISM-Bänder, bei denen bspw. im 24 GHz Band eine Bandbreite von 80 MHz und im 5,8 GHz Band eine Bandbreite von 150 MHz zur Verfügung stehen.

- UWB-Systeme: Diese Systeme nutzen neue Regulierungsvorschriften aus, die die Aussendung von sehr breitbandigen Signalen erlauben, die jedoch eine sehr geringe spektrale Leistungsdichte aufweisen. Entsprechende UWB-Systeme sind bspw. aus US 7418029 B2, US 2006 / 033662 A1 oder US 6054950 A bekannt. Die Empfängerarchitekturen können bspw. nichtkohärente Empfänger mit Leistungsdetektoren sein, wobei sich bei einer reinen Leistungsdetektion die Genauigkeit der Entfernungsmessung verschlechtert. Zum Anderen können auch kohärente Empfänger eingesetzt werden, die jedoch entweder sehr lange Korrelationszeiten benötigen oder eine extrem hohe Abtastrate. In der Regel besteht der Empfänger aus einer Korrelatoreinheit, in der die empfangene Pulssequenz mit einer lokal generierten Sequenz korreliert wird. Die Realisierung eines solchen Empfängers ist jedoch vergleichsweise aufwändig, da derzeit keine kommerziellen IC-Komponenten verfügbar sind.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfache Möglichkeit anzubieten, einen Abstand zwischen einem Sender und einem Empfänger zu bestimmen.

Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Erfindungen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

- 5 Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Bestimmung einer Laufzeit τ eines Signals zwischen einer UWB-Sendeeinheit und einer FSCW-Empfangseinheit, wird
- in einem ersten Schritt von der Sendeeinheit ein gepulstes Sendesignal S_{tr} erzeugt und ausgesendet, wobei das
 - 10 Sendesignal S_{tr} ein breitbandiges Spektrum $SPEK_{tr}$ mit einer Vielzahl von Linien w aufweist,
 - in einem zweiten Schritt das ausgesendete Signal S_{tr} von der Empfangseinheit empfangen, wobei das empfangene Signal S_{rx} ein breitbandiges Spektrum $SPEK_{rx}$ mit einer Vielzahl von
 - 15 Linien m aufweist,
 - in einem dritten Schritt in der Empfangseinheit eine Kanalimpulsantwort h_n des empfangenen Signals S_{rx} ermittelt und
 - in einem vierten Schritt aus der Kanalimpulsantwort h_n die
 - 20 Laufzeit τ ermittelt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird nach dem zweiten Schritt zunächst aus dem breitbandigen Spektrum $SPEK_{rx}$ des empfangenen Signals S_{rx} ein Teilspektrum $TSPEK_{rx}$, das einen

25 Frequenzbereich B mit einer schmaleren Bandbreite H_{LPR} und mit einer geringeren Anzahl von Linien m' abdeckt, ausgewählt. Im dritten Schritt wird dann anhand der Linien m' des ausgewählten Teilspektrums $TSPEK_{rx}$ die Kanalimpulsantwort h_m ermittelt. Aus dieser Kanalimpulsantwort h_m wird schließlich

30 im vierten Schritt die Laufzeit τ bestimmt.

In einer alternativen Weiterbildung des Verfahrens erfolgt dieses in mehreren Teilschritten k mit $k=1,2,3,\dots$, wobei

- nach dem zweiten Schritt zunächst aus dem breitbandigen
- 35 Spektrum $SPEK_{rx}$ des empfangenen Signals S_{rx} ein Teilspektrum $TSPEK_{rx}(k)$, das einen Frequenzbereich $B(k)$ mit einer schmaleren Bandbreite H_{LPR} und mit einer geringeren Anzahl von Linien m' abdeckt, ausgewählt wird, wobei in jedem

Teilschritt k ein anderes schmalbandiges Teilspektrum $\text{TSPEK}_{rx}(k)$ ausgewählt wird,

- im dritten Schritt anhand der Linien m' des ausgewählten Teilspektrums $\text{TSPEK}_{rx}(k)$ die Kanalimpulsantwort $h_{m'}(k)$

5 ermittelt wird und

- im vierten Schritt aus dieser Kanalimpulsantwort $h_{m'}(k)$ die Laufzeit τ bestimmt wird.

In einer Weiterbildung dieser Alternative wird in einem

10 Teilschritt k zur Auswahl eines Teilspektrums $\text{TSPEK}_{rx}(k)$ ein Referenzsignal $S_{LO}(k)$, insbesondere ein Lokaloszillator-Signal, mit einer Frequenz $f_{LO}(k)$ erzeugt wird, wobei

- das empfangene Signal S_{rx} in einem Mischer mit dem LO-Signal $S_{LO}(k)$ heruntergemischt wird und

15 - aus dem daraus resultierenden Ausgangssignal des Mixers der schmalbandige Frequenzbereich $B(k)$ ausgewählt wird.

Die Frequenz $f_{LO}=f_{LO}(k)$ des Referenzsignals $S_{LO}(k)$ wird dabei für die einzelnen Teilschritte k stufenweise verändert.

20

In einer erfindungsgemäßen Abstandsmessanordnung zur Messung einer Signallaufzeit τ zwischen einer Sendeeinheit und einer Empfangseinheit, ist vorgesehen, dass die Sendeeinheit

25 - ausgebildet ist als Ultrabreitband-Sender, der geeignet ist zum Aussenden eines gepulsten Sendesignals S_{tr} , wobei das Sendesignal S_{tr} ein breitbandiges Spektrum SPEK_{tr} mit einer Vielzahl von Linien w aufweist, und

die Empfangseinheit

30 - einen FSCW-Empfänger zum Empfangen des ausgesendeten Sendesignals S_{tr} aufweist, wobei das empfangene Signal S_{rx} ein breitbandiges Spektrum SPEK_{rx} mit einer Vielzahl von Linien m umfasst, und

35 - eine Auswerteeinheit aufweist, die ausgebildet ist, um aus dem empfangenen Signal S_{rx} eine Kanalimpulsantwort h_n und aus der Kanalimpulsantwort h_n die Signallaufzeit τ zu ermitteln.

In einer Weiterbildung der Abstandsmessanordnung weist die Empfangseinheit weiterhin auf:

- einen einstellbaren Lokaloszillator zum Erzeugen eines Lokaloszillator-Signals $S_{LO}(k)$, wobei das Signal $S_{LO}(k)$ eine
5 Frequenz $f_{LO}(k)$ aufweist, welche in Schritten k mit $k=1,2,\dots$ einstellbar ist,
- einen Mischer, dem das empfangene Signal S_{rx} und das LO-Signal $S_{LO}(k)$ zuführbar sind und in dem diese Signale in ein Basisbandsignal gemischt werden,
10 wobei das Ausgangssignal des Mixers zur Ermittlung der Kanalimpulsantwort h_n und der Signallaufzeit τ in der Auswerteeinheit dient.

Weiterhin weist die Empfangseinheit einen Filter auf, dem das
15 Basisbandsignal zugeführt ist und in dem aus dem Spektrum des Basisbandsignals ein schmalbandiges Teilspektrum $TSPEK_{rx}(k)$ auswählbar ist, wobei an Stelle des Ausgangssignals des Mixers das Ausgangssignal des Filters zur Ermittlung der Kanalimpulsantwort h_n und der Signallaufzeit τ in der
20 Auswerteeinheit dient.

Die vorliegende Erfindung nutzt die Vorteile eines UWB-Senders und die des FSCW-Empfängers aus:

- Zu den von einem UWB-Sender abgestrahlten UWB-Signalen sind
25 auch kurze Hochfrequenzpulse zu zählen, wie sie in der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen. Die Nutzung kurzer HF-Pulse erlaubt vorteilhafterweise den Aufbau stromsparender Sender. Darüber hinaus sind derartige Signale aufgrund ihrer
30 hohen Bandbreite und kurzen Zeitdauer hervorragend für Abstandsmesssysteme geeignet.

- Entsprechend der US-amerikanischen Zulassungsbehörde FCC dürfen auch lediglich gepulste und nicht FMCW modulierte Signale
35 ausgesendet werden. FSCW-Signale kommen in der Regel in der Radartechnik zum Einsatz. Aufgrund der Auswertung dieser Signale im Frequenzbereich über einen gewissen Zeitraum profitieren solche Systeme von einem hohem Prozessierungsgewinn.

Weitere Vorteile der Erfindung liegen zum Einen in der simplen UWB-Sender-Architektur, zum Anderen in der etablierten schmalbandigen Empfängerstruktur.

5

Im einfachsten Fall ist senderseitig lediglich ein kohärent anschwingender Pulsgenerator notwendig, dessen Wiederholfrequenz durch eine Oszillatorschaltung vorgegeben wird.

10 Im Gegensatz zu klassischen UWB-Empfängersystemen ist eine schmalbandige Zwischenfrequenz-Architektur möglich, die vergleichbar mit der von FSCW-Systemen ist. Anders als bei UWB-Korrelationsempfängern mit festen Korrelationssignalen kann über die Wahl der Messdauer auch der Prozessierungsgewinn be-
15 einflusst werden. Des Weiteren ermöglicht diese Architektur den quasikohärenten Empfang des UWB-Signals. Dies beinhaltet, dass das auszuwertende Signal nicht auf einmal empfangen, sondern kohärent zusammengesetzt wird. Demzufolge kann auch die Phaseninformation mit zur Auswertung genutzt werden. Dies
20 ist prinzipbedingt für die exakte Bestimmung der Kanalimpulsantwort unabdingbar.

Die Erfindung lässt sich besonders vorteilhaft zur Ortung und Abstandsmessung im industriellen Umfeld anwenden, wo robuste
25 Lösungen und eine hohe Auflösung gefordert sind.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen.

30

Dabei zeigt:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Anordnung zur Laufzeitmessung,

35 Figur 2A,B das Sendesignal in Abhängigkeit von der Zeit und von der Frequenz,

Figur 3 die zeitliche Entwicklung der Phasen verschiedener Linien des Empfangsspektrums und

Figur 4 einen Ausschnitt aus dem Spektrum des Empfangssignals, dem einzelne Linien entsprechend den unterschiedlichen Frequenzen der Empfänger-Lokaloszillatorsignale überlagert sind.

5

Die Figur 1 zeigt eine mobile Sendeeinheit 100 sowie einen Empfänger 200. Die Sendeeinheit 100 weist neben einer Antenne 130 einen Pulsgenerator 110 auf, der mit Hilfe eines kohärent anschwingenden Oszillators 120 ein breitbandiges Sendesignal S_{tr} , bspw. mit einer Bandbreite $B_{tr} \geq 500$ MHz, um eine Mittelfrequenz f_{tr} des Oszillators 120, bspw. $f_{tr} = 7,25$ GHz, generiert. Das Frequenzspektrum besteht somit aus Linien im Abstand der Pulswiederholrate f_{rep} mit festem Phasenbezug zueinander.

15

Die Form und die Oszillationsfrequenz f_{tr} des Ausgangssignals des Oszillators 120 legen die Form und Position der Einhüllenden des Sendesignals S_{tr} im Spektrum fest. Durch das kohärente und periodische Ansteuern des Oszillators 120 entstehen die Frequenzlinien. Dabei liegen die Frequenzlinien bei den Frequenzen, die einem Vielfachen der periodischen Pulswiederholrate entsprechen.

20

Das Sendesignal S_{tr} besteht hier aus mehreren Pulsen, wobei zwei aufeinander folgende Pulse einen zeitlichen Abstand $1/f_{rep}$ aufweisen. Jeder Puls kann eine mit einem Rechtecksignal überlagerte bzw. multiplizierte Cosinusfunktion sein. Das Sendesignal S_{tr} lässt sich dann schreiben als

25

$$30 \quad S_{tr}(t) = p(t) * \sum_k \delta\left(t - \frac{k}{f_{rep}}\right), \text{ wobei } p(t) = \text{rect}(t - T_{puls}) \cdot \cos(\omega_0 t)$$

" δ " ist die Dirac-Funktion und " $\text{rect}(t - T_{puls})$ " symbolisiert die Rechteckfunktion, wobei T_{puls} die Zeitspanne angibt, für die der Puls gesendet werden soll. Weiterhin gilt $\omega_0 = 2\pi f_{tr}$.

35

Die Figur 2A zeigt den zeitlichen Verlauf des von der Sendeeinheit 100 ausgesendeten gepulsten Sendesignals S_{tr} , während

die Figur 2B das Spektrum des Sendesignals S_{tr} darstellt. Dabei ist in den Figuren 2A, 2B im rechten Diagramm jeweils der im entsprechenden linken Diagramm markierte Ausschnitt vergrößert dargestellt.

5

Zur Bestimmung des Abstands zwischen Sender 100 und Empfänger 200 wird ausgenutzt, dass die Kanalimpulsantwort $h(t)$ (bzw. deren Fouriertransformierte, die Transfer- oder auch Übertragungsfunktion $H(\omega)$), die aus dem empfangenen Signal S_{rx} re-

10 konstruiert werden kann, von der Laufzeit τ des Signals abhängt. Bekanntermaßen besteht im Frequenzraum zwischen dem Spektrum $SPEK_{tr}$ des ausgesendeten Signals S_{tr} und dem Spektrum $SPEK_{rx}$ des empfangenen Signals S_{rx} der Zusammenhang $SPEK_{rx}(\omega) = H(\omega) \cdot SPEK_{tr}(\omega)$. Wie sich leicht zeigen lässt, lässt

15 sich $H_m(\omega)$ für einen bestimmten Kanal m (d.h. für eine Frequenzlinie $f_{tr}(m) = m \cdot f_{rep}$ des Spektrums $SPEK_{tr}$ mit $m=0,1,2,\dots$) beschreiben mit $H_m(\omega) = c_m \cdot \exp(-j \cdot 2\pi \cdot m \cdot f_{rep} \cdot \tau)$, wobei τ der Laufzeit des ausgesendeten Signals vom Sender 100 zum Empfänger 200 entspricht, c_m ein (komplexer) Koeffizient ist und

20 f_{rep} wie oben erwähnt die Pulswiederholrate des ausgesendeten Signals ist.

Eine Fouriertransformation, insbesondere eine diskrete Fouriertransformation (DFT), der Transferfunktion $H_m(\omega)$ bzw. der

25 Koeffizienten c_m der Transferfunktion liefert die Kanalimpulsantwort $h_n(t)$ in der zeitlichen Domäne, aus der letztlich die Laufzeit τ bestimmt wird:

$$h_n(t) = \text{DFT}\{H_m(\omega)\} = c_n \cdot \delta(n / f_{rep} - \tau)$$

30

Der Empfänger 200 (Figur 1) weist eine Antenne 210 zum Empfangen des vom Sender 100 ausgesendeten Signals S_{tr} auf. Das empfangene Zeitsignal S_{rx} ist entsprechend dem ausgesendeten Zeitsignal S_{tr} ebenfalls gepulst. Jedoch weist das empfangene

35 Signal für jede Frequenzlinie m des Spektrums von S_{rx} eine Phasenverschiebung $c_m \cdot \exp(-j \cdot 2\pi \cdot m \cdot f_{rep} \cdot \tau)$ gegenüber der Phase der entsprechenden Frequenzlinie des Spektrums von S_{tr} auf, wobei τ der Laufzeit eines ausgesendeten Signals vom

Sender 100 zum Empfänger 200 entspricht und wobei c_m der oben eingeführte komplexe Koeffizient ist.

Dies ist in der Figur 3 für verschiedene Frequenzen $f(m)$ mit
5 $m=1, 2, 3, \dots, w-2, w-1, w$ dargestellt, wobei angenommen wird, dass das Spektrum des Sendesignals eine Anzahl w verschiedene Linien aufweist. Zu einem Zeitpunkt τ , der der Laufzeit entspricht, weisen die verschiedenen Linien m des Spektrums im Empfänger unterschiedliche Phasen $\Phi(m)$ auf. Dabei ist die
10 Laufzeit τ zwar in der Phase jeder einzelnen Linie enthalten. Aufgrund der Periodizität und des damit verbundenen schmalen Eindeutigkeitsbereiches kann die Laufzeit aus der Phaseninformation einer einzelnen Linie nicht eindeutig reproduziert werden. Es ist jedoch möglich, aus den Phasenverschiebungen
15 für mehrere verschiedene Linien m des Spektrums des Empfangssignals auf die Laufzeit τ zu schließen. Das Ziel ist es also, für die einzelnen Linien m des Spektrums SPEK_{rx} des Empfangssignals S_{rx} die Koeffizienten c_m zu ermitteln (sowohl Phase als auch Amplitude).

20

Hierzu wird das empfangene Signal S_{rx} zunächst in einem Verstärker 220 verstärkt, resultierend in einem verstärkten Signal S_{rx}' . Prinzipiell wäre es möglich, an dieser Stelle die weitere Signalverarbeitung, umfassend

- 25 a) die Ermittlung der Kanalimpulsantwort anhand der Linien m des Spektrums SPEK_{rx} sowie
b) die Bestimmung der Laufzeit τ aus der Kanalimpulsantwort, auszuführen.

30 Es ist jedoch vorteilhaft, das empfangene und ggf. verstärkte Signal zunächst in ein Basisband herunter zu mischen, anschließend mit Hilfe eines Filters aus dem Basisband einen schmalbandigen Frequenzbereich zu wählen, der nur noch eine bestimmte Anzahl von Linien enthält, und schließlich anhand
35 dieser Linien die Signalverarbeitung mit a) und b) auszuführen. Aufgrund der somit geringeren zu verarbeitenden Datenmenge werden entsprechend geringere Anforderungen an die Hardware gestellt.

Dieses Verfahren erfolgt in mehreren Teilschritten k , wobei in jedem Teilschritt k ein anderer schmalbandiger Frequenzbereich $B(k)$ ausgewählt wird. $B(k)$ entspricht also einem
5 schmalbandigen Teilspektrum $TSPEK_{rx}$ des Spektrums $SPEK_{rx}$, das einen Frequenzbereich B mit einer schmaleren Bandbreite H_{LPR} und mit einer geringeren Anzahl von Linien m' abdeckt als das volle Spektrum $SPEK_{rx}$.

10 Das verstärkte Signal S_{rx}' wird zur Überführung in das Basisband in einem Mischer 230 mit einem in einem Lokaloszillator 240 lokal generierten Oszillatorsignal S_{LO} der LO-Frequenz $f_{LO}(k)$ heruntergemischt und somit reel abgetastet. Das dem Mischer 230 entnehmbare Signal wird zunächst in einem Filter
15 250 gefiltert, wodurch aus dem Basisbandsignal ein schmalbandiger Frequenzbereich $B(k)$ herausgefiltert wird, und anschließend zur weiteren Verarbeitung einem Analog/Digital-Wandler (A/D-Wandler) 260 zugeführt. Der Filter 250 weist eine Bandbreite H_{LPR} auf, bspw. kann der Filter als rechteckiger
20 Tiefpassfilter ausgelegt sein. Der Empfänger 200 ist entsprechend der Bandbreite B_{tr} des Sendesignals S_{tr} ebenfalls breitbandig ausgelegt.

Die Frequenz f_{LO} des Lokaloszillatorsignals S_{LO} des Empfängers
25 200 ist einstellbar. Dies wird beim erfindungsgemäßen Verfahren genutzt, um die Frequenz f_{LO} wie bei einem FSCW-Radar-System in Stufen k mit $k=0,1,2,\dots$ über das gesamte UWB-Empfangsband zu verstellen, wobei die Differenz
 $\Delta f_{LO} = f_{LO}(k) - f_{LO}(k-1)$ zwischen zwei aufeinanderfolgenden
30 Teilschritten $k-1, k$ konstant bleibt. Dabei ist das UWB-Empfangsband identisch zum UWB-Sendeband des Senders 100.

In einem Teilschritt k wird ein Signal $S_{LO}(k)$ mit der Frequenz $f_{LO}(k)$ erzeugt, wobei dieses Signal $S_{LO}(k)$ in Bezug auf
35 die Phase des vorhergehenden Signals $S_{LO}(k-1)$ phasenrichtig erzeugt wird. D.h. zu jedem Zeitpunkt und zu jeder Frequenzstufe k ist die relative Phase des LO-Signals $S_{LO}(k)$ bekannt (d.h. die Phasenbeziehung zwischen zwei Signalen $S_{LO}(k)$,

$S_{LO}(k+1)$ ist bekannt). Die Figur 4 zeigt zur Erläuterung ein Diagramm, in dem sowohl die Frequenzen $f_{LO}(k)$ des Empfänger-Oszillators 240 dargestellt sind als auch das Spektrum des Empfangssignals S_{rx} mit Linien m bei Frequenzen $f_{rx}(m)$ sowie
5 (angedeutet) die resultierenden schmalbandigen Frequenzbereiche $B(k)$. Der Übersichtlichkeit wegen sind nur einige weniger Linien $f_{rx}(m-1)$, $f_{rx}(m)$, $f_{rx}(m+1)$ ausgezeichnet.

Benachbarte Frequenzen wie bspw. $f(k-1)$, $f(k)$, $f(k+1)$ und die
10 Bandbreite des Filters 250 können so aufeinander abgestimmt werden, dass sich die entsprechenden Frequenzbereiche $B(k-1)$, $B(k)$, $B(k+1)$, die jeweils eine Bandbreite H_{LPR} abdecken, an den Rändern überlappen. Alternativ kann die Abstimmung auch
15 derart sein, dass keine Überlappung benachbarter Frequenzbereiche B auftritt.

Die weitergehende Signalverarbeitung im A/D-Wandler 260 beinhaltet zumindest die oben beschriebenen Schritte a) und b), bei denen in jedem Teilschritt k anhand der im Frequenzbereich $B(k)$ liegenden Linien in an sich bekannter Weise die
20 Kanalimpulsantwort h_k ermittelt und aus der Kanalimpulsantwort h_k die Laufzeit τ bestimmt wird. Zur Ermittlung der Kanalimpulsantwort werden zunächst die Koeffizienten c bestimmt, gefolgt von einer Fouriertransformation.

25 Der hier vorgeschlagene Ansatz zur Messung des Abstandes zwischen Sender 100 und Empfänger 200 basiert auf einem sukzessiven Abtasten des Spektrums $SPEK_{rx}$ des Empfangssignals S_{rx} , wobei bei jedem Teilschritt k und damit mit jeder Frequenz
30 $f_{LO}(k)$ jeweils ein durch den Filter 250 vorgegebener schmalbandiger Frequenzbereich $B(k)$ mit einer Bandbreite H_{LPR} des Linienspektrums des Empfangssignals S_{rx} verarbeitet wird. Es werden keine einzelnen Pulse mehr ausgewertet, sondern das komplexe Signal der jeweiligen Frequenzlinie.

35 Das durch das Pulsen des Senders 100 entstandene Linienspektrum (Figur 2B) wird im Empfänger 200 mit Hilfe des Mixers 230 sukzessive, quasikohärent in ein schmalbandiges Basis-

bandsignal umgesetzt werden. Durch eine Analyse der Frequenzlinien in diesem schmalbandigen Signal können die Frequenzlinien einfach mit dem A/D-Wandler 260 mit moderater Abtastrate im MHz-Bereich erfasst werden. Die Basisbandbreite sollte
5 hier vorteilhafterweise mindestens den Frequenzlinienabständen Δf_{LO} entsprechen.

Wichtig ist hierbei eine bekannte Phasenbeziehung zwischen dem Oszillator 240 und dem A/D-Wandler 260. Zur weiteren Signalverarbeitung wird das Ausgangssignal des Filters 250 im
10 A/D-Wandler 260 in die digitale Ebene überführt. Die bei der A/D-Wandlung verwendeten Abtastzeitpunkte legen ebenfalls den Phasenbezug zum Signal fest.

15 Aus der Phasenbeziehung der so jeweils hintereinander aufgenommenen Frequenzlinien wird die zeitliche Information gewonnen. Zunutze macht man sich hierbei die Tatsache, dass sich zwischen zwei benachbarten Frequenzlinien des empfangenen Spektrums aufgrund der Laufzeit τ ein Phasenunterschied
20 $\Delta\Phi=2\pi*\Delta f*\tau$ ausbildet.

Da der absolute Startzeitpunkt nicht bekannt ist, werden letztlich lediglich die Laufzeitunterschiede in eine TDoA (time difference of arrival) Ansatz ausgewertet.
25

Das Verfahren zur Abstandsmessung lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Der UWB-Sender 100 sendet ein gepulstes Zeitsignal S_{tr}
30 aus. Das entsprechende Spektrum des gepulsten Signals weist Linien auf, deren Abstand voneinander der Pulswiederholrate entspricht.
- Der Empfänger 200 verarbeitet pro Zeitschritt Δt nicht das komplette Signal im Spektrum, sondern nur einzelne Linien
35 daraus. Diese werden sukzessive zusammengesetzt, indem die LO-Frequenz $f_{LO}(k)$ des Empfangsoszillators in Stufen k (je Zeitschritt Δt eine Stufe k) stufenweise durchgeschaltet wird, bis das gesamte Sendespektrum erfasst ist.

- Im Empfangsspektrum ist auch die Kanalimpulsantwort enthalten. Diese wird sukzessive zusammengesetzt.
- Die Kanalimpulsantwort gibt Auskunft über die Laufzeit τ der Signale vom Sender 100 zum Empfänger 200 bzw. über den dazwischen liegenden Abstand d .

Eine mehrdimensionale Position p kann bspw. mit Hilfe des sog. "TDoA"-Verfahrens (time difference of arrival) über die Zeitdifferenzen zu verschiedenen Empfängern bestimmt werden. Davon ausgehend, dass mehrere Empfänger bzw. Basisstationen vorhanden sind, kann ein Mehrkanalsystem in den Basisstationen die Zeitdifferenz zwischen den einfallenden Kanälen liefern. Der Laufzeitunterschied zwischen mehreren Kanälen des Empfängers wird ausgewertet. Somit erhält man eine Information, die mit dem bekannten TDoA-Verfahren ausgewertet werden kann.

Alternativ können synchrone Basisstationen bzw. Empfänger "gleichzeitig" jeweils eine Messung ausführen. Dieses Verfahren ist ähnlich dem oben beschriebenen, allerdings sind hier die Stationen zueinander synchronisiert, bspw. über eine geeignete Funkschnittstelle.

Alternativ ist auch eine TDoA-Messung über einen Referenzübertrager möglich, wobei ein zusätzlicher UWB-Sender als Referenz fungiert. Durch eine unterschiedliche Pulswiederholfrequenz bzw. durch eine geeignete Modulation können der Referenzsender und die mobilen Sender unterschieden werden. Zudem ist bei mehreren Basisstationen nur eine grobe Synchronisation aufgrund des geringen Frequenzunterschieds zwischen den Sendern notwendig.

Die Qualität, bspw. das Signal-zu-Rausch-Verhältnis und das Phasenrauschen, des Basisbandsignals ist stark abhängig von der Qualität der im Sender und im Empfänger verwendeten Oszillatoren. Um einen möglichen Phasendrift zu kompensieren, kann die Filterbandbreite des ZF- und Basisband-Filters und der Abstand zweier LO-Frequenzen $f_{LO}(k)$, $f_{LO}(k+1)$ so ge-

wählt werden, dass mindestens eine Linie des Empfangssignals in beiden Basisbandsignalen vorhanden ist.

Um den genauen Frequenzversatz der Oszillatoren in Sender 100
5 und Empfänger 200 zu bestimmen, kann das Empfangssignal S_{rx}
bei einer konstanten Frequenz f_{LO} über eine längere Zeit Δt
aufgenommen werden und dessen Frequenzen genau bestimmt wer-
den. Die längere Beobachtungsdauer erhöht den Prozessierungs-
gewinn und vergrößert dadurch den Signal-zu-Rausch-Abstand.
10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer Laufzeit τ eines Signals zwischen einer UWB-Sendeeinheit (100) und einer FSCW-Empfangseinheit (200), bei dem
- 5 - in einem ersten Schritt von der Sendeeinheit (100) ein gepulstes Sendesignal S_{tr} erzeugt und ausgesendet wird, wobei das Sendesignal S_{tr} ein breitbandiges Spektrum $SPEK_{tr}$ mit einer Vielzahl von Linien w aufweist,
 - 10 - in einem zweiten Schritt das ausgesendete Signal S_{tr} von der Empfangseinheit (200) empfangen wird, wobei das empfangene Signal S_{rx} ein breitbandiges Spektrum $SPEK_{rx}$ mit einer Vielzahl von Linien m aufweist,
 - in einem dritten Schritt in der Empfangseinheit (200) eine
 - 15 Kanalimpulsantwort h_n des empfangenen Signals S_{rx} ermittelt wird und
 - in einem vierten Schritt aus der Kanalimpulsantwort h_n die Laufzeit τ ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- nach dem zweiten Schritt zunächst aus dem breitbandigen Spektrum $SPEK_{rx}$ des empfangenen Signals S_{rx} ein Teilspektrum $TSPEK_{rx}$, das einen Frequenzbereich B mit einer schmaleren
 - Bandbreite H_{LPR} und mit einer geringeren Anzahl von Linien
 - 25 m' abdeckt, ausgewählt wird,
 - im dritten Schritt anhand der Linien m' des ausgewählten Teilspektrums $TSPEK_{rx}$ die Kanalimpulsantwort h_m ermittelt wird und
 - im vierten Schritt aus dieser Kanalimpulsantwort h_m die
 - 30 Laufzeit τ bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es in mehreren Teilschritten k mit $k=1,2,3,\dots$ erfolgt, wobei
- nach dem zweiten Schritt zunächst aus dem breitbandigen
 - 35 Spektrum $SPEK_{rx}$ des empfangenen Signals S_{rx} ein Teilspektrum $TSPEK_{rx}(k)$, das einen Frequenzbereich $B(k)$ mit einer schmaleren Bandbreite H_{LPR} und mit einer geringeren Anzahl von Linien m' abdeckt, ausgewählt wird, wobei in jedem

Teilschritt k ein anderes schmalbandiges Teilspektrum $\text{TSPEK}_{rx}(k)$ ausgewählt wird,

- im dritten Schritt anhand der Linien m' des ausgewählten Teilspektrums $\text{TSPEK}_{rx}(k)$ die Kanalimpulsantwort $h_{m'}(k)$

5 ermittelt wird und

- im vierten Schritt aus dieser Kanalimpulsantwort $h_{m'}(k)$ die Laufzeit τ bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in
10 einem Teilschritt k zur Auswahl eines Teilspektrums $\text{TSPEK}_{rx}(k)$ ein Referenzsignal $S_{LO}(k)$, insbesondere ein Lokaloszillator-Signal, mit einer Frequenz $f_{LO}(k)$ erzeugt wird, wobei

- das empfangene Signal S_{rx} in einem Mischer (230) mit dem
15 LO-Signal $S_{LO}(k)$ heruntergemischt wird und

- aus dem daraus resultierenden Ausgangssignal des Mixers (230) der schmalbandige Frequenzbereich $B(k)$ ausgewählt wird.

20 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz $f_{LO}=f_{LO}(k)$ des Referenzsignals $S_{LO}(k)$ für die einzelnen Teilschritte k stufenweise verändert wird.

6. Abstandsmessanordnung zur Messung einer Signallaufzeit τ
25 zwischen einer Sendeeinheit (100) und einer Empfangseinheit (200), wobei

die Sendeeinheit (100)

- ausgebildet ist als Ultrabreitband-Sender, der geeignet ist
zum Aussenden eines gepulsten Sendesignals S_{tr} , wobei das
30 Sendesignal S_{tr} ein breitbandiges Spektrum SPEK_{tr} mit einer Vielzahl von Linien w aufweist, und

die Empfangseinheit (200)

- einen FSCW-Empfänger zum Empfangen des ausgesendeten
Sendesignals S_{tr} aufweist, wobei das empfangene Signal S_{rx}
35 ein breitbandiges Spektrum SPEK_{rx} mit einer Vielzahl von Linien m umfasst, und

- eine Auswerteeinheit (260) aufweist, die ausgebildet ist, um aus dem empfangenen Signal S_{rx} eine Kanalimpulsantwort h_n

und aus der Kanalimpulsantwort h_n die Signallaufzeit τ zu ermitteln.

7. Abstandsmessanordnung nach Anspruch 6, dadurch
5 gekennzeichnet, dass die Empfangseinheit (200) weiterhin aufweist

- einen einstellbaren Lokaloszillator (240) zum Erzeugen eines Lokaloszillator-Signals $S_{LO}(k)$, wobei das Signal $S_{LO}(k)$ eine Frequenz $f_{LO}(k)$ aufweist, welche in Schritten k
10 mit $k=1,2,\dots$ einstellbar ist,
- einen Mischer (230), dem das empfangene Signal S_{rx} und das LO-Signal $S_{LO}(k)$ zuführbar sind und in dem diese Signale in ein Basisbandsignal gemischt werden,
wobei das Ausgangssignal des Mischers (230) zur Ermittlung
15 der Kanalimpulsantwort h_n und der Signallaufzeit τ in der Auswerteeinheit (260) dient.

8. Abstandsmessanordnung nach Anspruch 7, dadurch
gekennzeichnet, dass die Empfangseinheit (200) weiterhin
20 einen Filter (250) aufweist, dem das Basisbandsignal zugeführt ist und in dem aus dem Spektrum des Basisbandsignals ein schmalbandiges Teilspektrum $TSPEK_{rx}(k)$ auswählbar ist, wobei an Stelle des Ausgangssignals des Mischers (230) das Ausgangssignal des Filters (250) zur
25 Ermittlung der Kanalimpulsantwort h_n und der Signallaufzeit τ in der Auswerteeinheit (260) dient.

FIG 1

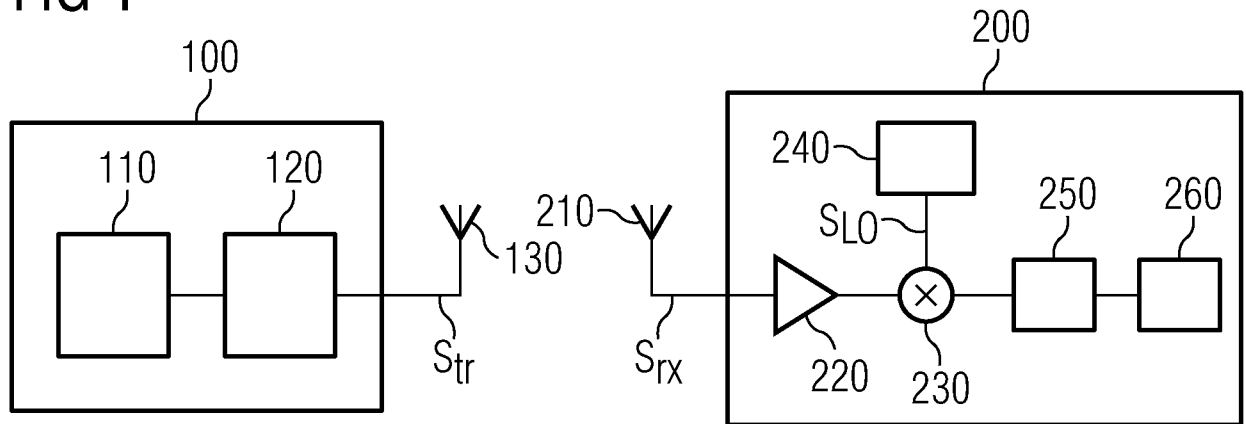


FIG 2A

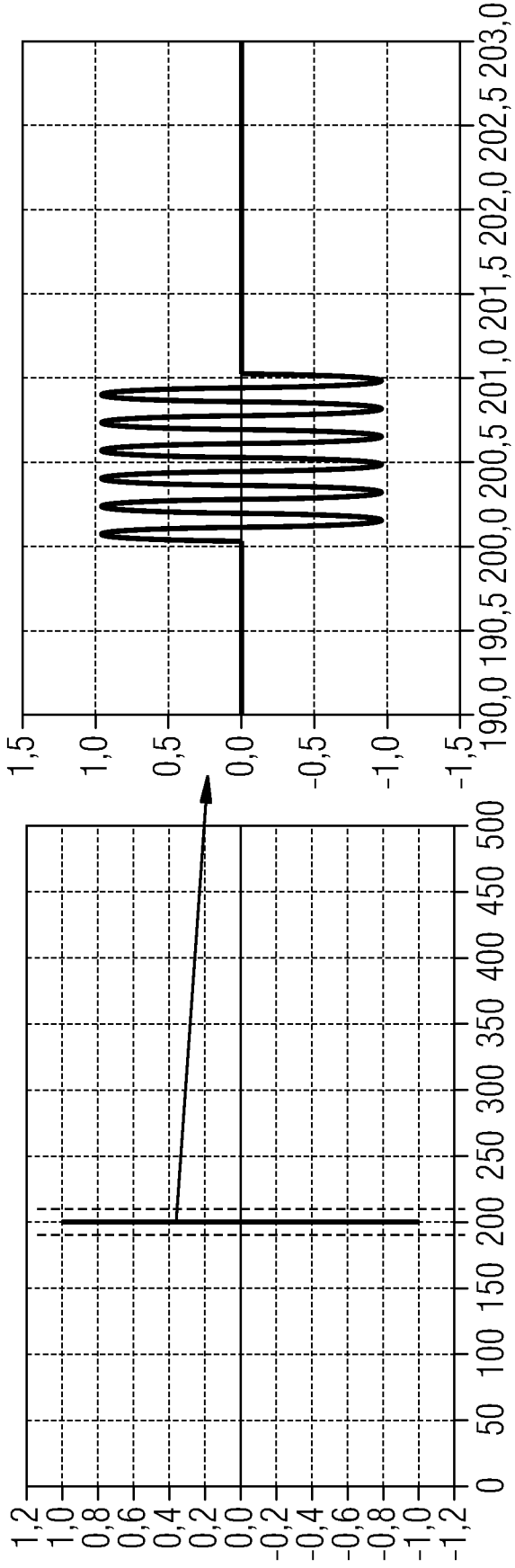


FIG 2B

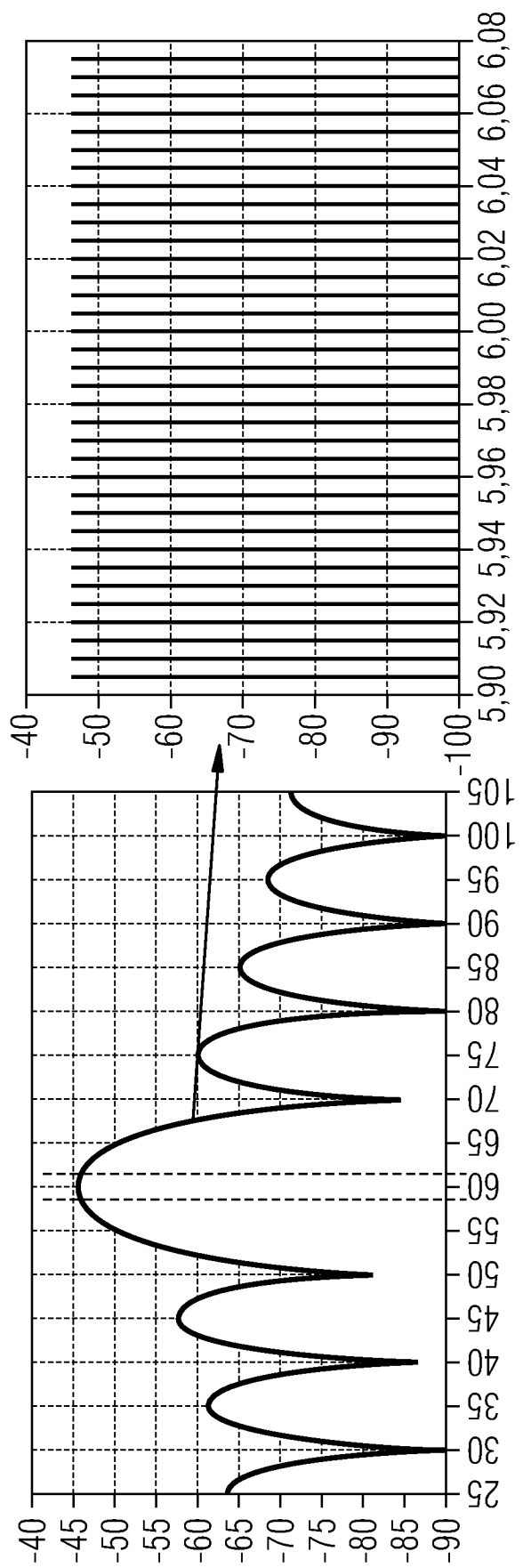


FIG 3

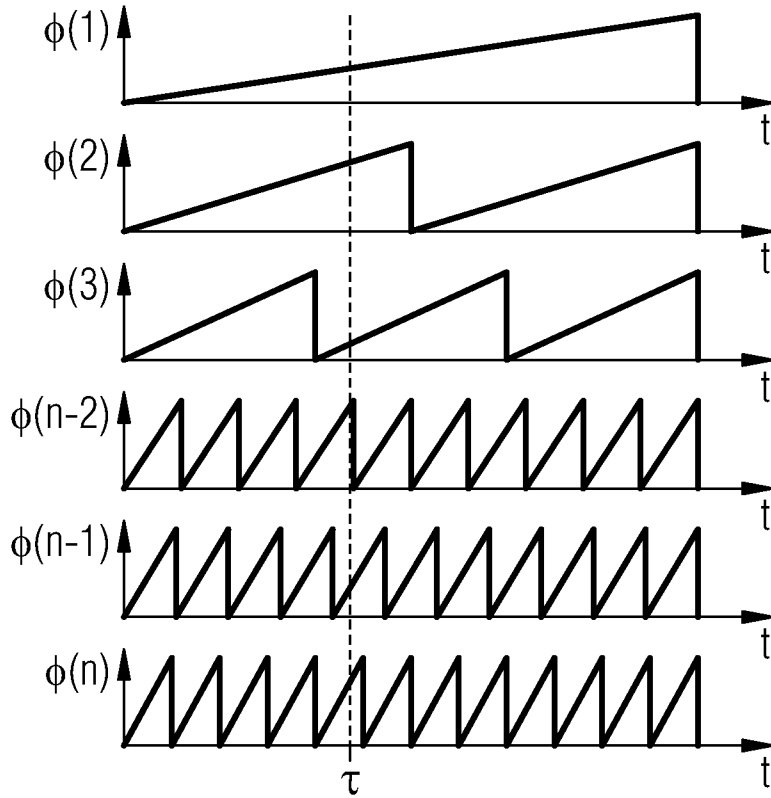
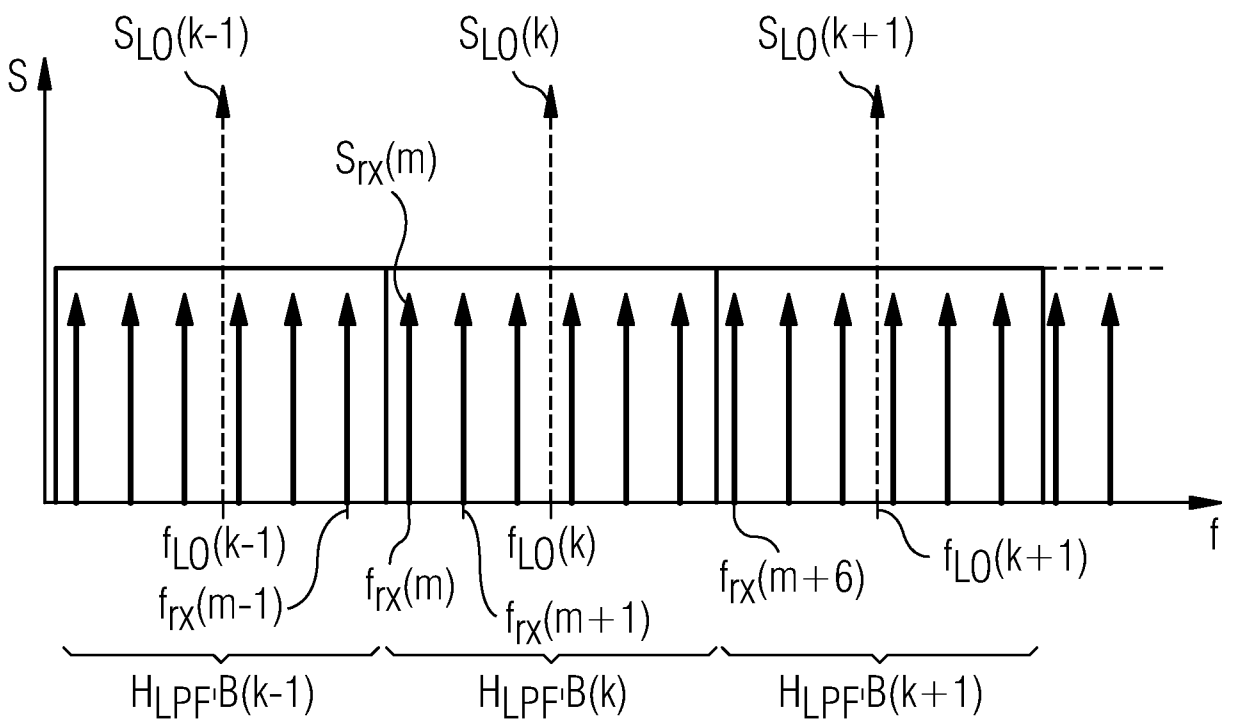


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/066032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S11/02
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JÖRG HÜTTNER, ANDREAS ZIROFF: "UWB-electronics for localization", EUROPEAN MICROWAVE WEEK 2009, 1 October 2009 (2009-10-01), XP002618031, Rome, Italy Retrieved from the Internet: URL:ftp://lenst.det.unifi.it/pub/LenLar/pr occeedings/2009/eumw09/WFTH13_CD/WFTH13_06_ Huttner_CD.pdf [retrieved on 2011-01-24]	1,6
A	page 5 - page 22 ----- -/--	2,3,7,8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document 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>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 24 January 2011	Date of mailing of the international search report 10/02/2011
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Esbri, Oriol
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/066032

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 2006/033662 A1 (WARD ANDREW M R [GB] ET AL WARD ANDREW MARTIN ROBERT [GB] ET AL) 16 February 2006 (2006-02-16) cited in the application * abstract paragraph [0009] - paragraph [0035] paragraph [0044] - paragraph [0062] -----</p>	1,6
A	<p>US 2007/273575 A1 (YANG JONGRYUL [KR] ET AL) 29 November 2007 (2007-11-29) * abstract paragraph [0036] - paragraph [0059] -----</p>	1,6
A	<p>VOSSIEK M ET AL: "The Switched Injection-Locked Oscillator: A Novel Versatile Concept for Wireless Transponder and Localization Systems", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 56, no. 4, 1 April 2008 (2008-04-01), pages 859-866, XP011205268, ISSN: 0018-9480 column 5 - column 12 -----</p>	1,6
A	<p>US 6 054 950 A (FONTANA ROBERT J [US]) 25 April 2000 (2000-04-25) cited in the application * abstract columns 3,4; figures 1,2,5 -----</p>	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/066032

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006033662 A1	16-02-2006	US 2010001905 A1	07-01-2010
US 2007273575 A1	29-11-2007	DE 102007023698 A1	21-02-2008
		JP 2007316066 A	06-12-2007
US 6054950 A	25-04-2000	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01S11/02 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JÖRG HÜTTNER, ANDREAS ZIROFF: "UWB-electronics for localization", EUROPEAN MICROWAVE WEEK 2009, 1. Oktober 2009 (2009-10-01), XP002618031, Rome, Italy Gefunden im Internet: URL:ftp://lenst.det.unifi.it/pub/LenLar/proceedings/2009/eumw09/WFTH13_CD/WFTH13_06_Huttner_CD.pdf [gefunden am 2011-01-24] Seite 5 - Seite 22	1,6
A	----- -/--	2,3,7,8
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" älteres Dokument, 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 anderen 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
24. Januar 2011		10/02/2011
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 Esbri, Oriol

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 2006/033662 A1 (WARD ANDREW M R [GB] ET AL WARD ANDREW MARTIN ROBERT [GB] ET AL) 16. Februar 2006 (2006-02-16) in der Anmeldung erwähnt * Zusammenfassung Absatz [0009] - Absatz [0035] Absatz [0044] - Absatz [0062]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,6
A	<p>US 2007/273575 A1 (YANG JONGRYUL [KR] ET AL) 29. November 2007 (2007-11-29) * Zusammenfassung Absatz [0036] - Absatz [0059]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,6
A	<p>VOSSIEK M ET AL: "The Switched Injection-Locked Oscillator: A Novel Versatile Concept for Wireless Transponder and Localization Systems", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 56, Nr. 4, 1. April 2008 (2008-04-01), Seiten 859-866, XP011205268, ISSN: 0018-9480 Spalte 5 - Spalte 12</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,6
A	<p>US 6 054 950 A (FONTANA ROBERT J [US]) 25. April 2000 (2000-04-25) in der Anmeldung erwähnt * Zusammenfassung Spalten 3,4; Abbildungen 1,2,5</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/066032

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2006033662 A1	16-02-2006	US 2010001905 A1	07-01-2010
US 2007273575 A1	29-11-2007	DE 102007023698 A1	21-02-2008
		JP 2007316066 A	06-12-2007
US 6054950 A	25-04-2000	KEINE	