

## (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

22. Dezember 2016 (22.12.2016)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2016/202804 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H04R 25/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/063640

(22) Internationales Anmeldedatum: 14. Juni 2016 (14.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 10 2015 210 873.2 15. Juni 2015 (15.06.2015) DE

(71) Anmelder: SENNHEISER ELECTRONIC GMBH &amp; CO. KG [DE/DE]; Am Labor 1, 30900 Wedemark (DE).

(72) Erfinder: GEORGI, Sebastian; Veilchenstraße 30, 30853 Langenhagen (DE). WATERMANN, Jan; Goebenstraße 43, 30161 Hannover (DE).

(74) Anwalt: EISENFÜHR SPEISER; Postfach 10 60 78, 28060 Bremen (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

(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)

(54) Title: WIRELESS MICROPHONE AND/OR IN-EAR MONITORING SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING A WIRELESS MICROPHONE AND/OR IN-EAR MONITORING SYSTEM

(54) Bezeichnung : DRAHTLOS-MIKROFON UND/ODER IN-EAR-MONITORINGSYSTEM UND VERFAHREN ZUM STEUERN EINES DRAHTLOS-MIKROFONS UND/ODER IN-EAR-MONITORINGSYSTEMS

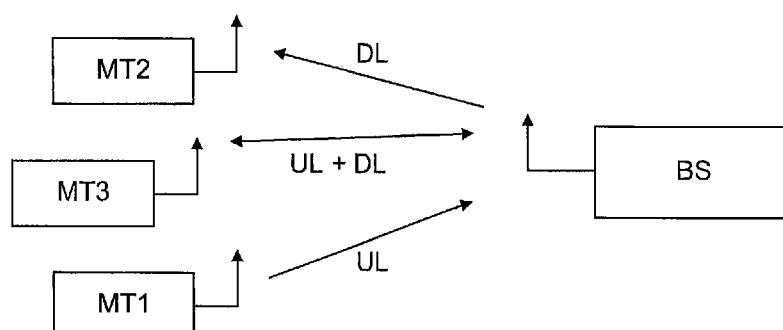


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a wireless microphone and/or wireless in-ear monitoring system, having at least a first mobile device (MT), in particular having a wireless microphone for wirelessly transmitting first audio signals (UL). The system also has at least one base station for wirelessly receiving first audio signals (UL) transmitted by the at least one mobile device (MT). The wireless transmission is based on an orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) transmission during a TDMA time slot. Each wireless microphone occupies at least one time slot within 2 ms. Each of the TDMA frames has a plurality of slots, each of which has exactly one OFDM symbol. Therefore, exactly one OFDM symbol is transmitted in each TDMA slot. During a time slot provided in accordance with the TDMA, a transmission on the basis of an OFDM method occurs. The TDMA frame length is so short because a latency of < 4 ms is required for professional audio transmission, for example in the case of wireless microphone systems.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

Es wird ein Drahtlos-Mikrofon und/oder -In-Ear-Monitoringsystem mit mindestens einem ersten mobilen Gerät (MT), insbesondere einem Drahtlos-Mikrofon zum drahtlosen Übertragen von ersten Audiosignalen (UL) vorgesehen. Das System weist ferner mindestens eine Basisstation zum drahtlosen Empfangen von dem mindestens einen mobilen Gerät (MT) übertragenden ersten Audiosignalen (UL) auf. Die Drahtlosübertragung basiert auf einer Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexing-Übertragung (OFDM) während eines TDMA-Zeitschlitzes. Jedes Drahtlos-Mikrofon belegt innerhalb von 2ms mindestens einen Zeitschlitz. Jeder der TDMA-Frames weist eine Mehrzahl von Slots auf, welche jeweils genau ein OFDM-Symbol aufweisen. Damit wird in jedem TDMA-Slot genau ein OFDM- Symbol übertragen. Während eines gemäß dem TDMA zur Verfügung gestellten Zeitschlitzes erfolgt eine Übertragung basierend auf einem OFDM-Verfahren. Die TDMA- Framelänge ist so kurz, da für eine professionelle Audioübertragung z.B. bei Drahtlos-Mikrofonsystemen eine Latenz von < 4ms benötigt wird.

---

Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem und Verfahren zum Steuern eines Drahtlos-Mikrofons und/oder In-Ear-Monitoringsystems

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem und ein Verfahren zum Steuern eines Drahtlos-Mikrofons und/oder In-Ear-Monitoringsystems.

5 Professionelle Mikrofon- und In-Ear-Monitoringsysteme waren bislang unidirektionale Funkstrecken, die kontinuierlich in einem schmalen Kanal senden und empfangen. Durch war für jedes Gerät die Senderichtung vorgegeben und ein bidirektonaler Austausch von Kontrollinformationen nicht möglich. Parallel betriebene Mikrofon- und In-Ear-Strecken wurden im Frequenzmultiplex angeordnet.

10 In der prioritätsbegründenden deutschen Patentanmeldung hat das Deutsche Patent- und Markenamt die folgenden Dokumente recherchiert: US 2015/0125013 A1 und WO 2012/108643 A2.

15 Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem vorzusehen. Insbesondere soll ein System vorgesehen werden, welches parallel betriebene Mikrofon- und In-Ear-Strecken in einem zeitlichen Multiplex anordnet und in einer vergleichsweise breiten Kanalbandbreite operiert. Alle im System verwendeten Geräte sollen fähig sein, Daten zu senden und zu empfangen.

20 Diese Aufgabe würde durch ein Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem nach Anspruch 1 und durch ein Verfahren zum Steuern eines Drahtlos-Mikrofons und/oder In-Ear-Monitoringsystems nach Anspruch 9 gelöst.

25 Somit wird ein Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem mit mindestens einem ersten mobilen Gerät, insbesondere einem Drahtlos-Mikrofon zum drahtlosen Übertragen von ersten Audiosignalen vorgesehen. Das System weist ferner mindestens eine Basisstation zum drahtlosen Empfangen von dem mindestens einen mobilen Gerät übertragenden ersten Audiosignalen auf. Die Drahtlosübertragung basiert auf einer

Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexing-Übertragung (OFDM) während eines Time Division Multiple Access TDMA-Zeitschlitzes. Jedes Drahtlos-Mikrofon belegt innerhalb von 2ms mindestens einen Zeitschlitz. Jeder der TDMA-Frames weist eine Mehrzahl von Slots auf, welche jeweils genau ein OFDM-Symbol aufweisen. Damit wird in jedem 5 TDMA-Slot genau ein OFDM-Symbol übertragen. Während eines gemäß dem TDMA zur Verfügung gestellten Zeitschlitzes erfolgt eine Übertragung basierend auf einem OFDM-Verfahren. Die TDMA-Framelänge ist so kurz, da für eine professionelle Audioübertragung z.B. bei Drahtlos-Mikrofonsystemen eine Latenz von < 4ms benötigt wird.

10 Das erfindungsgemäße Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem stellt ein sogenanntes Program Masking Special Event System PMSE dar.

Gemäß der Erfindung verwendet das System bewusst ein OFDM Overhead (und damit zusätzliche Ressourcen), um ein System mit extrem niedriger Latenz auch in großen Hallen zu erreichen.

15 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Basisstation dazu ausgestaltet, zweite Audiosignale drahtlos zu senden. Das System weist ferner ein zweites mobiles Gerät, insbesondere eine Drahtlos-In-Ear-Monitoreinheit zum drahtlosen Empfangen von zweiten Audiosignalen von der Basisstation auf. Jede Drahtlos-In-Ear-Monitoreinheit empfängt innerhalb von 2ms mindestens einen Zeitschlitz.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist das System ein drittes mobiles Gerät auf, dass zweite Audiosignale empfangen und erste Audiosignale senden kann.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist jeder TDMA-Frame eine Mehrzahl von Slots oder Zeitschlitzten auf, welche jeweils genau ein OFDM-Symbol aufweisen.

25 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das OFDM-Symbol mit einer zyklischen Erweiterung (beispielsweise ein Cyclic Prefix: CP) verlängert, um den Umweglaufzeiten des Funkkanals entgegenzuwirken. Diese Umweglaufzeiten ergeben sich durch Mehrfachausbreitung, d.h. die Funkwellen gelangen auf verschiedenen Wegen (und damit auch mit unterschiedlichen Laufzeiten) vom Sender zum Empfänger.

30 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist jeder Frame mindestens zwei Senderichtungs-Umschaltzeitdauern Turn around Time (TAT) auf.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Frame eine Mehrzahl von Slots für das erste Audiosignal und eine Mehrzahl von Slots für das zweite Audiosignal (d. h. eine Kanalbündelung) auf. Die Kanalbündelung dient der Erhöhung der Robustheit und/oder der Qualität.

5 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist der Übertragungskanal eine Breite von 5 MHz bis 26 MHz auf.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung bilden mehrere Frames einen Superframe. Innerhalb des Superframes ist beispielsweise ein Beacon-Slot als erster Slot, in dem zweiten Frame ist ein Control-Slot als erster Slot und in dem dritten Frame ist 10 ein Antwort-Slot als erster Slot vorgesehen. Beacon-Slot, Control-Slot und Antwort-Slot können aber auch anders angeordnet sein.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist der Beacon-Slot ein 15 Beacon-Symbol auf, wodurch das mobile Gerät die benötigte Empfangsverstärkung (Automatic Gain Control: AGC), die zeitliche Frame-Synchronisation und/oder den Trägerfrequenzversatz (Carrier Frequency Offset: CFO) misst. Der Control-Slot weist Steuerinformationen für die mobilen Geräte auf. Der Antwort-Slot dient zur Quittierung des Austauschs von Steuerinformationen in dem Control-Slot durch die mobilen Geräte.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung nutzt das mobile Gerät den 20 gemessenen Carrier Frequency Offset (CFO) um die eigene Trägerfrequenz zu korrigieren und dadurch mit der Trägerfrequenz der Basisstation zu synchronisieren.

Ein Orthogonal Frequency Division Multiplexing (orthogonales Frequenzmultiplex-Verfahren, OFDM) ist ein Modulationsverfahren, welches mehrere orthogonale Träger zur digitalen Datenübertragung verwendet. Zur effizienten Implementierung kann eine FFT-Operation genutzt werden. Time Division Multiple Access TDMA (Zeitmultiplex-Verfahren) 25 sieht mehrere Zeitabschnitte bzw. Zeitschlüsse vor, während derer Daten verschiedener Sender auf einem Kanal übertragen werden können. Gemäß der Erfindung erfolgt während eines solchen Zeitabschnittes bzw. Zeitschlusses eine OFDM-Übertragung.

Gemäß der Erfindung können, nachdem ein einzelnes OFDM-Symbol empfangen wird, 30 die Daten in diesem Symbol sofort dekodiert werden. Mit anderen Worten, in dem OFDM-Symbol sind alle Informationen enthalten, um die Daten in dem Symbol dekodieren zu können.

Bei der OFDM wird eine große Anzahl von parallelen schmalbandigen Subträgern anstatt eines einzigen breitbandigen Trägers verwendet, um Informationen zu übertragen. Die jeweiligen Träger werden mit einer niedrigen Datenrate moduliert. Dadurch, dass sich die Signale orthogonal zueinander befinden, kommt es nicht zu Interferenzerscheinungen.

- 5 Der Vorteil der OFDM liegt darin, dass sie eine robuste Übertragung im Hinblick auf mögliche Mehrwegeausbreitung darstellt.

Der Betrieb von Drahtlos-Mikrofon- und In-Ear-Monitoringsystemen in großen Hallen stellt ein typisches Anwendungsszenario dar. Dort entstehen aufgrund von Reflektionen an Wänden, Decken und am Boden eine Vielzahl von Ausbreitungspfaden zwischen Sende- 10 und Empfangsantennen. Den dadurch entstehenden Verzerrungen des Empfangssignals durch den Kanal kann mit der OFDM Übertragungstechnik wirkungsvoll und effizient entgegengewirkt werden. Die Betriebssicherheit erhöht sich dadurch stark im Vergleich zu üblichen Einträgersystemen.

- 15 In einem OFDM-System erfolgt die Übertragung in Form von OFDM-Symbolen, welche eine größere Anzahl von Bits enthalten. Wenn also eine digitale Audioerfassung z.B. mit einer Abtastrate von 48 kHz und einer Bittiefe von 16 Bits erfolgt, so kann zunächst eine größere Anzahl von solchen Audiosamples gesammelt werden und dann gemeinsam in einem Zeitschlitz übertragen werden. Durch das Sammeln von Audiosamples vor ihrer Übertragung entsteht aber ein zeitlicher Versatz von der Erfassung eines einzelnen 20 Audiosamples bis zu seiner Übertragung.

Die Forderung nach einer sicheren drahtlosen Übertragung von Audiosignalen auch in einer großen Halle mit den beschriebenen Reflektionen, die erfindungsgemäß durch eine OFDM-Übertragung gelöst wird, steht damit im Zielkonflikt zu der ebenfalls bestehenden Forderung nach einer möglichst geringen Verzögerung bei der Übertragung der Audio- 25 samples. Es besteht daher der Wunsch, die OFDM-Übertragung so zu gestalten, dass von der Übertragung von Daten in einem bestimmten Zeitschlitz möglichst wenig Zeit vergeht bis der gleiche Zeitschlitz erneut an der Reihe ist. Daraus ergibt sich die Bestrebung, den Datenblock, der in einem Zeitschlitz zu übertragen ist, möglichst klein zu halten. Bei einer OFDM-Übertragung ist jedoch ein fortlaufender Abgleich der Zeitbasis 30 und der Frequenz eines sendenden und eines empfangenden Teilnehmers erforderlich. In bekannten OFDM-Systemen (z.B. WiFi IEEE 802.11) enthält deshalb jedes OFDM-Paket normalerweise eine Trainingssequenz, die ausschließlich diesem Abgleich dient und die keine Nutzinformation enthält. In solchen Systemen ist es daher nicht möglich,

ein OFDM-Paket zu übertragen, das ausschließlich ein einzelnes OFDM-Symbol enthält, da ja mindestens vorab die Abgleichinformation übertragen werden muss.

Erfnungsgemäß wird dieser Zielkonflikt dadurch gelöst, dass die beschriebene Abgleichinformation nicht individuell in jeden Zeitschlitz eingefügt wird, sondern als Teil 5 eines Frames für alle teilnehmenden Module gemeinsam übertragen wird. Durch diese Maßnahme wird es möglich, in einem Zeitschlitz nur genau ein OFDM-Symbol vorzusehen. Dadurch ergibt sich eine effektive Ausnutzung der Zeitschlitz bei gleichzeitiger Minimierung der Größe des Datenblocks, der in einem Zeitschlitz übertragen wird, und somit einer Minimierung der Zeit, die von der Erfassung eines Audiosamples bis zu seiner 10 Übertragung verstreicht.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Vorteile und Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Drahtlos-Mikrofon- und/oder In- 15 Ear-Monitoringsystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 zeigt eine schematische Frame-Struktur einer Drahtlosübertragung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, und

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Synchronisationsvorgangs bei der Drahtlosübertragung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

20 Das ernungsgemäße Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem stellt ein sogenanntes Program Making Special Event System PMSE dar.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear- 25 Monitoringsystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. In Fig. 1 sind eine Basisstation BS und drei mobile Geräte (Mobile Terminals) MT1-MT3 gezeigt. Die Basisstation BS ist typischerweise eine stationäre Vorrichtung und empfängt Audiosignale über einen Mikrofonkanal von einem ersten mobilen Gerät MT1, welches als Drahtlos-Mikrofon ausgestaltet sein kann. Die Basisstation BS kann über einen In-Ear-Kanal Audiosignale an ein zweites mobiles Gerät MT2 senden, welches als eine Drahtlos-In-Ear-Monitoreinheit ausgestaltet sein kann. Die Übertragung der ersten Audiosignale von dem 30 Mikrofon MT1 an die Basisstation BS wird als Uplink UL und die Übertragung des zweiten

5 Audiosignals von der Basisstation an die In-Ear-Monitoreinheit MT2 wird als Downlink DL bezeichnet. In dem Drahtlos-Mikrofon und/oder In-Ear-Monitoringsystem folgt somit eine Übertragung eines ersten Audiosignals im Uplink UL von dem mobilen Gerät MT1 an die Basisstation und/oder eine zweite Audioübertragung im Downlink DL an das zweite mobile Gerät MT2. Ein mobiles Gerät MT3 kann sowohl am Downlink DL als auch am Uplink UL teilnehmen, empfängt also zweite Audiosignale und sendet erste Audiosignale.

10 Die Drahtlosübertragung in dem erfindungsgemäßen Drahtlos-Mikrofon- und/oder In-Ear-Monitoringsystem basiert auf einer drahtlosen OFDM-Übertragung in Kombination mit einer TDMA-Übertragung. Durch die TDMA erfolgt keine kontinuierliche Übertragung, sondern lediglich eine Übertragung in Zeitschlitten oder Slots. Während jedes Zeitschlittens erfolgt eine Übertragung basierend auf einem OFDM-Symbol. Durch die TDMA kann ein Mehrfachzugriff auf den Übertragungskanal gewährleistet werden.

15 Gemäß der Erfindung kann jedes OFDM-Symbol durch eine zyklische Erweiterung (beispielsweise Cyclic Prefix: CP) verlängert werden. Die Länge der zyklischen Erweiterung CP ist durch die maximale Umlaufzeit des Kanals und die Ungenauigkeit der zeitlichen Synchronisation bestimmt. Ein OFDM-Signal kann ein hohes Peak-to-Average Power Ratio PAPR aufweisen, so dass typischerweise lineare Senderverstärker verwendet werden müssen. Gemäß der Erfindung wird ein Transmit Power Control (TPC) verwendet, um die Sendeleistungen der mobilen Geräte zu reduzieren, was auch zu einer reduzierten Leistungsaufnahme führt. Dies ist vorteilhaft, da diese Geräte typischerweise batteriegespeist sind. Anhand der Empfangsleistung des Downlinks (DL) kann auf die benötigte Sendeleistung für den Uplink (UL) geschlossen werden.

20 Gemäß der Erfindung weist der Übertragungskanal eine Breite zwischen 5MHz bis 26MHz auf. Vorzugsweise beträgt die Kanalbreite 8MHz. Die Trägerfrequenzen für die Übertragung können aus dem Frequenzbereich zwischen 470MHz bis 790MHz und zwischen 1,4GHz und 1,8GHz ausgewählt werden, andere Frequenzbereiche sind jedoch ebenso möglich, wenn die Frequenzregulierungsbehörden dies zulassen.

30 Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Framestruktur der Drahtlosübertragung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Die Drahtlosübertragung zu der Basisstation und von der Basisstation erfolgt basierend auf der in Fig. 2 gezeigten Frame- bzw. Rahmenstruktur. Jeder Frame 100 weist einen oder mehrere Downlink (DL) Slots 110 und einen oder mehrere Uplink (UL) Slots 120 auf. Ferner weist jeder Frame 100 mindestens zwei Senderichtungs-Umschaltzeitdauern (Turn Around Time TAT) zur Änderung der

5 Senderichtung auf. Zusätzlich dazu kann jeder Frame weitere Informationen enthalten. In Fig. 2 sind drei Frames 100 gezeigt, welche zeitlich hintereinander übertragen werden können. Die drei Frames 100 unterscheiden sich nur in ihrem ersten Slot. Diese Unterschiede werden im Folgenden erläutert. Ferner zeigt Fig. 2 einen Ausschnitt eines Frames um die zweite TAT herum bestehend aus zwei DL-Slots 110 und einem UL-Slot 120. Jeder Slot bildet sich aus genau einem OFDM-Symbol 112, 122, das gegebenenfalls zyklisch vorne und/oder hinten erweitert wird.

10 Zur Demodulation eines OFDM-Signals bzw. -Symbols müssen die Empfangsleistung, die Kanalübertragungsfunktion, die zeitliche Position und der Trägerfrequenz-Versatz (Carrier Frequency Offset: CFO) bestimmt werden. Die Messung der Empfangsleistung wird benötigt, um die Verstärkung einer Empfangseinheit an den Dynamikbereich der Empfangseinheit anzupassen. Diese Anpassung der Verstärkung erfolgt durch eine Automatic Gain Control (AGC). Um Modulationssymbole jedes Subträgers bei der OFDM-Übertragung zu entzerrn, ist eine Kenntnis des komplexen Kanalübertragungsfaktors 15 jedes Subträgers notwendig. Hierzu kann eine pilotbasierte Kanalschätzung mit Interpolation erfolgen. Eine zeitliche Synchronisation muss erfolgen, damit das Fast-Fourier-Transformation FFT-Fenster entsprechend ausgeschnitten werden kann.

Vorzugsweise wird ein Trägerfrequenz-Offset (CFO) vor Durchführung der FFT im Zeitbereich korrigiert.

20 Gemäß der Erfindung weist jeder Slot genau ein OFDM-Symbol optional mit einer zyklischen Erweiterung auf. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Latenz des Systems gering ist. Vorzugsweise ist die Latenz kleiner gleich 2ms. Gemäß der Erfindung wird die gleiche Trägerfrequenz im zeitlichen Duplex für die Übertragung der In-Ear-Monitorkanäle und die Übertragung der Mikrofonsignale verwendet. Damit unterteilt sich ein TDMA-Frame 100 in einen Downlink DL bzw. Downlink Slots 110 (von der Basisstation zu der In-Ear-Monitoreinheit) und einen Uplink UL bzw. Uplink Slots 120 (von dem Drahtlos-Mikrofon zu der Basisstation BS), wobei der Downlink DL und der Uplink UL jeweils durch eine Senderichtungsumschaltzeit (Turn Around Time TAT) zur Umschaltung der Sende-richtung voneinander getrennt werden.

25 30 Gemäß der Erfindung kann der erste Slot in einem TDMA-Rahmen optional eine Sonderrolle einnehmen, indem er dem Austausch von Kontrollinformationen dient. Gemäß der Erfindung können drei TDMA-Rahmen oder Frames zu einem Superraum bzw. Super-frame zusammengefasst werden. In jedem dieser drei TDMA-Rahmen weist der erste

Slot eine unterschiedliche Funktion auf. Der Beacon-Slot B stellt ein Downlink-Slot dar und enthält keine Informationen, sondern ein bekanntes Symbol für die Automatic Gain Control, die zeitliche Synchronisation und die Carrier-Frequency-Offset-Messung CFO an dem mobilen Gerät. Gemäß der Erfindung wird davon ausgegangen, dass die Werte für die Automatic Gain Control, die zeitliche Synchronisation und die Carrier-Frequency-Offset-Messung innerhalb eines TDMA-Superframes konstant sind. Der Control-Slot C ist ebenfalls ein Downlink-Slot und wird zur Übertragung von Steuerinformationen an die bereits bekannten mobilen Geräte MT verwendet. Der Antwort-Slot A ist ein Uplink-Slot. Durch den Antwort-Slot A können die mobilen Geräte MT einen Austausch von Steuerinformationen aus dem vorhergehenden Control-Slot C quittieren und/oder Daten senden. Wenn die Basisstation den Antwort-Slot A frei gibt, können die mobilen Geräte z. B. über das Slotted-Aloha-Verfahren eigenständig Anfragen an die Basisstation senden. Für den Fall, dass der Antwort-Slot A als Ruhepause definiert ist, kann er von allen Geräten dazu verwendet werden, in dem verwendeten Frequenzband nach Störern zu suchen. Das synchronisierte oder Slotted-Aloha-Verfahren ist ein Vielfachzugriffsverfahren, bei dem Zeitschlüsse definiert werden. Jede Station darf nur am Beginn eines Zeitschlusses senden. Es ist aus der Literatur bekannt.

Mobile Geräte MT1, MT3 als Drahtlos-Mikrofone empfangen den Beacon-Slot B und den Control-Slot C bevor sie einen Uplink-Slot oder einen Antwort-Slot A belegen. Mobile 20 Geräte, welche als In-Ear-Monitoreinheiten ausgestaltet sind, belegen keinen Uplink-Slot. Sie sind trotzdem fähig zu senden, um Kontrollinformationen in den Antwort-Slot A zu senden.

Nachdem ein mobiles Gerät MT den Beacon-Slot B empfangen hat, kann es die Empfangsleistung des Downlinks bestimmen. Hierbei kann der Beacon-Slot eine gleiche RMS 25 Leistung wie jeder andere Slot aufweisen. Anhand der erfassten Empfangsleistung des Downlinks kann die Automatic Gain Control (AGC) durchgeführt werden. Der Beacon Slot B kann aus sich wiederholenden Mustern bestehen. Dann deutet die Phasendrehung zweier benachbarter identischer Muster innerhalb des Beacons B auf einen Trägerfrequenz Offset (CFO) hin. Für die zeitliche Synchronisation wird die zeitliche Position des 30 Beacon-Slots B in dem Rahmen ermittelt. Gemäß der Erfindung kann sich das mobile Gerät MT mit Hilfe der Messung des Trägerfrequenz-Offsets (CFO) auf den bzw. mit dem Beacon-Slot B synchronisieren, so dass das mobile Gerät MT mit der Basisstation synchronisiert ist. Damit kann eine Messung des Trägerfrequenz-Offsets (CFO) in der Basisstation überflüssig sein. Das mobile Gerät MT ist dazu ausgestaltet, dass keine Daten an 35 die Basisstation BS gesendet werden, bevor nicht eine zeitliche Synchronisation stattge-

5 funden hat. Damit ist die Übertragung des Uplinks bzw. alle Slots des Uplinks UL sowohl zeitlich als auch hinsichtlich der Trägerfrequenz synchron mit der Basisstation BS. Mittels einer verlängerten zyklischen Erweiterung CP können verbleibende Ungenauigkeiten hinsichtlich der zeitlichen Synchronisation und der Laufzeitunterschiede ausgeglichen werden. Somit muss die Basisstation keine zeitliche Synchronisation durchführen.

Das mobile Gerät MT kann die Empfangsleistung des Beacon-Slots verwenden, um die gesamte Kanaldämpfung zu bestimmen. Mit Hilfe des Transmit Power Controls (TPC) kann die Sendeleistung so reduziert werden, dass die Leistungsaufnahme des MT reduziert wird und bei der BS trotzdem noch hinreichende Empfangsleistung ankommt.

10 Fig. 3 zeigt eine Darstellung der Synchronisation der Übertragung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Zunächst sendet die Basisstation BS den Beacon-Slot B an das mobile Gerät MT. Basierend auf den Informationen des Beacon-Slots BS erfolgt eine Messung des Trägerfrequenz-Offsets (CFO) sowie dem Startzeitpunkt des Superframes. Nachdem der Beacon-Slot BS gesendet worden ist, sendet die Basisstation BS Nutzdaten, welche In-Ear-Monitor-Slots oder Kontrolldaten C darstellen können. Das mobile Gerät MT korrigiert den Trägerfrequenz-Offset (CFO) und setzt das Empfangs-FFT-Fenster. Bevor das mobile Gerät MT die Daten in den Mikrofon-Slots M sendet, erfolgt eine Verschiebung der Trägerfrequenz um den gemessenen Träger-Offset (CFO) und ein Zeitraum für das Sende-FFT-Fenster wird bestimmt. Die Basisstation BS empfängt die Nutzdaten in den Mikrofon-Slots M, ohne dass eine Frequenz- oder Zeitsynchronisation erfolgen muss.

Ansprüche

1. Drahtlos-Mikrofon- und/oder In-Ear-Monitoringsystem, mit  
mindestens einem ersten mobilen Gerät (MT), insbesondere einem Drahtlos-Mikrofon zum drahtlosen Senden von ersten Audiosignalen (UL) und/oder zum drahtlosen Empfangen von zweiten Audiosignalen (DL), und  
5 mindestens einer Basisstation (BS) zum drahtlosen Empfangen von dem mindestens einen mobilen Gerät (MT) gesendeten ersten Audiosignalen (UL) und/oder zum drahtlosen Senden der zweiten Audiosignale (DL) an mindestens ein erstes mobiles Gerät (MT),  
10 wobei die Drahtlos-Übertragung auf einer Orthogonal-Frequency-Division-Multiplex OFDM Time-Division-Multiple-AccessTDMA-Übertragung beruht und jedes mobile Gerät (MT) mindestens einmal innerhalb von <2ms erste Audiosignale (UL) sendet und/oder zweite Audiosignale (DL) empfängt,  
wobei jeder TDMA-Frame (100) eine Mehrzahl von Slots aufweist, welche jeweils  
15 genau ein OFDM-Symbol (112, 122) aufweisen.
2. Drahtlos-Mikrofon- und/oder In-Ear-Monitoringsystem nach Anspruch 1,  
wobei jedes OFDM-Symbol (112, 122) durch eine zyklische Erweiterung (CP) verlängert ist.  
20 3. Drahtlos-Mikrofon- und/oder In-Ear-Monitoringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2,  
wobei ein Frame (100) mindestens zwei Senderichtungs-Änderungszeitdauern (TAT) aufweist.
- 25 4. Drahtlos-Mikrofon- und/oder In-Ear-Monitoringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
wobei die ersten und/oder zweiten Audiosignale durch eine Mehrzahl von Slots pro TDMA-Frame (100) übertragen werden.
- 30 5. Drahtlos-Mikrofon- und/oder -In-Ear-Monitoringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
wobei ein Übertragungskanal der Drahtlos-Übertragung eine Breite von 5MHz bis 26MHz aufweist.

6. Drahtlos-Mikrofon- und/oder -In-Ear-Monitoringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
  - wobei mehrere Frames (100) einen Superframe bilden,
  - wobei innerhalb eines Superframes mindestens ein Beacon-Slot (B), ein Control-Slot (C) und ein Antwort-Slot (A) enthalten sind.
7. Drahtlos-Mikrofon- und/oder -In-Ear-Monitoringsystem nach Anspruch 6,
  - wobei der Beacon-Slot (B) ein Beacon-Symbol aufweist, das durch das mobile Gerät (MT) zur Bestimmung einer Automatic Gain Control (AGC) zur Bestimmung einer zeitlichen Synchronisation und/oder zur Bestimmung einer Carrier Frequency Offset verwendet wird,
  - wobei der Control-Slot (C) Steuerinformationen für die mobilen Geräte (MT) aufweist, und/oder
  - wobei der Antwort-Slot (A) zur Quittierung des Austausches der Steuerinformationen in dem Control-Slot (C) durch die mobilen Geräte (MT) verwendet wird.
8. Drahtlos-Mikrofon- und/oder -In-Ear-Monitoringsystem nach Anspruch 7,
  - wobei sich das mobile Gerät (MT) mittels eines Carrier Frequency Offsets (CFO) auf die Trägerfrequenz der Basisstation (BS) synchronisiert.
9. Verfahren zum Steuern eines Drahtlos-Mikrofon- und/oder -In-Ear-Monitoringsystems, das mindestens ein erstes mobiles Gerät (MT), insbesondere ein Drahtlos-Mikrofon zum drahtlosen Senden von ersten Audiosignalen (UL) und/oder zum drahtlosen Empfangen von zweiten Audiosignalen (DL) und mindestens eine Basisstation (BS) zum drahtlosen Empfangen von dem mindestens einen mobilen Gerät (MT) gesendeten ersten Audiosignalen (UL) und/oder zum drahtlosen Senden der zweiten Audiosignale (DL) an mindestens ein erstes mobiles Gerät (MT) aufweist,
  - wobei die Drahtlos-Übertragung auf einer OFDM-TDMA-Übertragung beruht und jedes mobile Gerät (MT) mindestens einmal innerhalb von <2ms erste Audiosignale (UL) sendet und/oder zweite Audiosignale (DL) empfängt,
  - wobei jeder TDMA-Frame (100) eine Mehrzahl von Slots aufweist, welche jeweils genau ein OFDM-Symbol (112, 122) aufweisen.

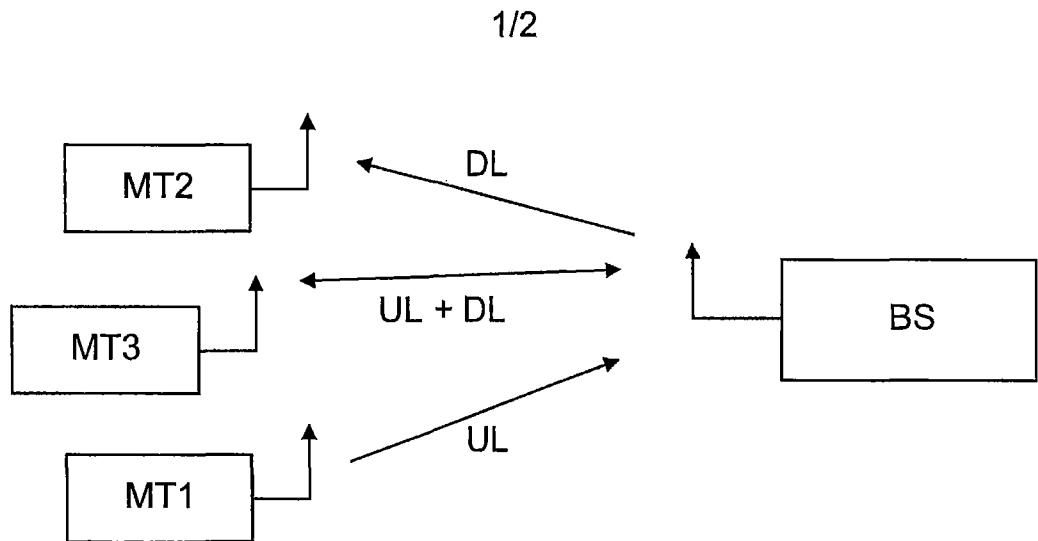


Fig. 1

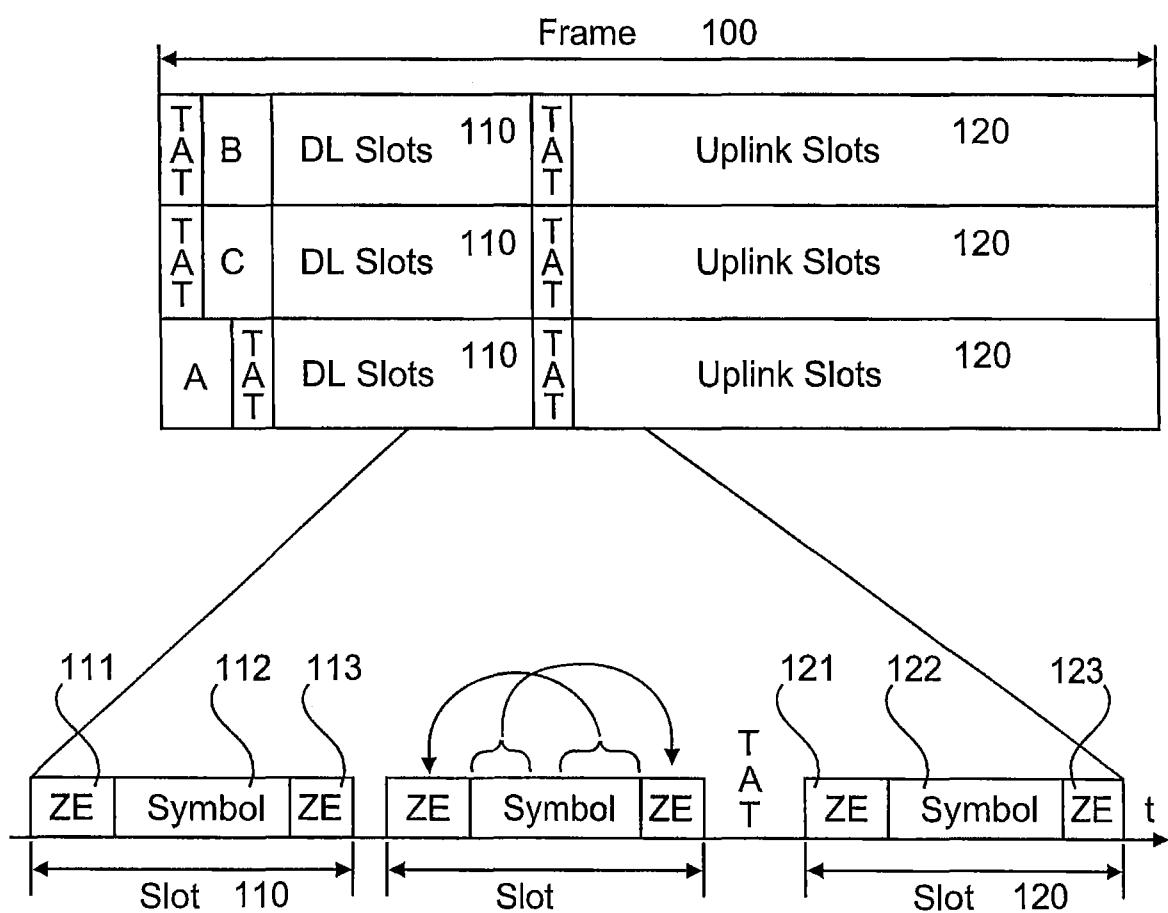


Fig. 2

2/2

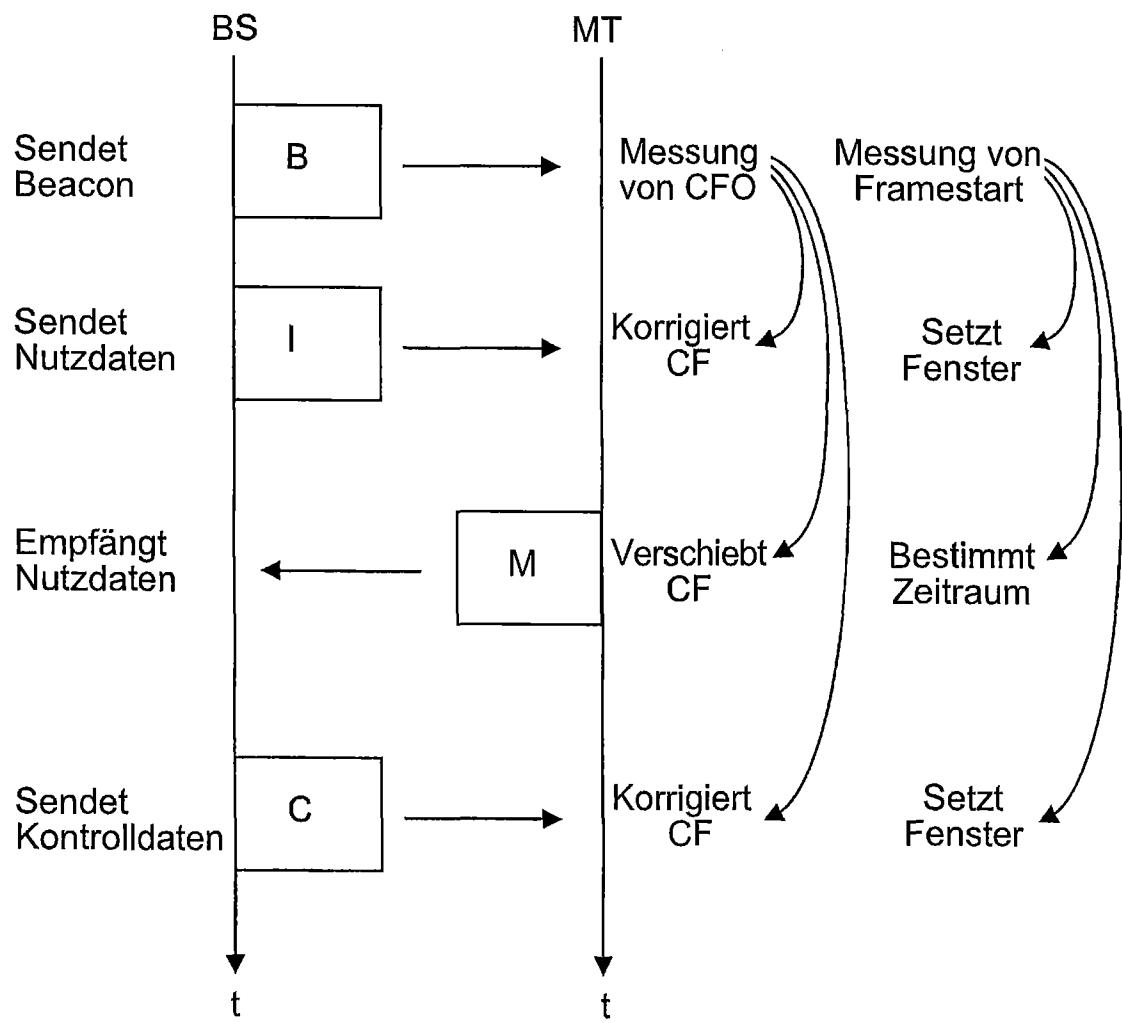


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/063640

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. H04R25/00  
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)  
H04L H04R

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, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 204 316 653 U (SOUTH CHINA SEA FISHERIES RES) 6 May 2015 (2015-05-06) First chapter of the document.; figure 1 ----- XUDONG WANG ET AL: "An OFDM-TDMA/SA MAC Protocol with QoS Constraints for Broadband Wireless LANs", WIRELESS NETWORKS ; THE JOURNAL OF MOBILE COMMUNICATION, COMPUTATION AND INFORMATION, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DO, vol. 12, no. 2, 1 April 2006 (2006-04-01), pages 159-170, XP019216793, ISSN: 1572-8196, DOI: 10.1007/S11276-005-5263-1 abstract chapter 5.1 ----- -/-	1-9
Y		1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
"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)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 September 2016	14/09/2016

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

Heiner, Christoph

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No  
PCT/EP2016/063640

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	LANGTON C: "Intuitive Guide to Principles of Communications. Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)", INTERNET CITATION, 1 January 2004 (2004-01-01), page 22pp, XP001539762, Retrieved from the Internet: URL: <a href="http://www.complextoreal.com/chapters/ofdm2.pdf">http://www.complextoreal.com/chapters/ofdm2.pdf</a> [retrieved on 2010-03-05] the whole document -----	2,5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2016/063640

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 204316653	U 06-05-2015	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063640

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. H04R25/00  
ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
H04L H04R

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, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	CN 204 316 653 U (SOUTH CHINA SEA FISHERIES RES) 6. Mai 2015 (2015-05-06) First chapter of the document.; Abbildung 1 ----- XUDONG WANG ET AL: "An OFDM-TDMA/SA MAC Protocol with QoS Constraints for Broadband Wireless LANs", WIRELESS NETWORKS ; THE JOURNAL OF MOBILE COMMUNICATION, COMPUTATION AND INFORMATION, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DO, Bd. 12, Nr. 2, 1. April 2006 (2006-04-01), Seiten 159-170, XP019216793, ISSN: 1572-8196, DOI: 10.1007/S11276-005-5263-1 Zusammenfassung chapter 5.1 ----- -/-	1-9
Y		1-9

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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

6. September 2016

14/09/2016

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

Heiner, Christoph

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063640

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y 2	LANGTON C: "Intuitive Guide to Principles of Communications. Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)", INTERNET CITATION, 1. Januar 2004 (2004-01-01), Seite 22pp, XP001539762, Gefunden im Internet: URL: <a href="http://www.complextoreal.com/chapters/ofdm2.pdf">http://www.complextoreal.com/chapters/ofdm2.pdf</a> [gefunden am 2010-03-05] das ganze Dokument -----	2,5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063640

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 204316653	U 06-05-2015	KEINE	