

(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
14. Juni 2018 (14.06.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/103786 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 15/02 (2006.01) H04B 11/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/101008

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. November 2017 (22.11.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 123 442.7

05. Dezember 2016 (05.12.2016) DE

(71) Anmelder: ATLAS ELEKTRONIK GMBH [DE/DE];

Sebaldsbrücker Heerstraße 235, 28309 Bremen (DE).

(72) Erfinder: SCHWARZ, Jan-Philip; Bürgermeister-Spita-Allee 7k, 28329 Bremen (DE). SCHULZ, Florian; Brenscheder Straße 49, 44799 Bochum (DE).

(74) Anwalt: THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (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, 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,

(54) Title: SONAR SYSTEM AND METHOD FOR UNDERWATER COMMUNICATION

(54) Bezeichnung: SONARANLAGE UND VERFAHREN ZUR UNTERWASSERKOMMUNIKATION

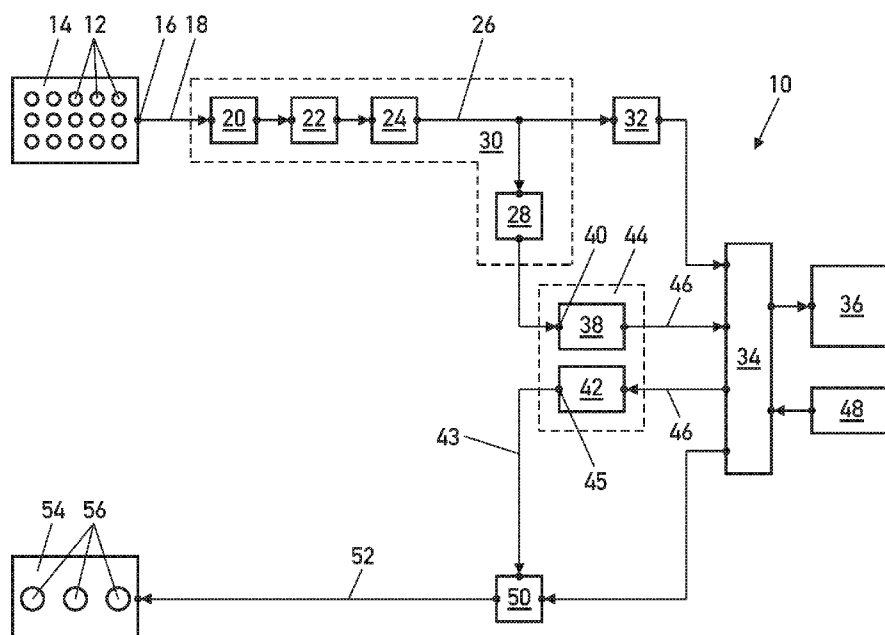


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a sonar system (10) with a receiving device, comprising at least two underwater sound receivers (12) for converting underwater sound into electrical and/or optical reception signals (18), a processing device with a conditioner (30) for generating conditioned reception signals (26) from the electrical and/or optical reception signals (18) and preferably with an evaluation unit (32) for determining a bearing and/or distance of sound-radiating and/or reflective objects on the basis of the conditioned reception signals (26), and a decoder (38) for decoding data (46), in particular text data, audio data, video data and/or command data, from the conditioned reception signals (26). The invention also relates to an underwater communication unit (44) and an underwater communication method using such a sonar system (10).

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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Sonaranlage (10) mit einer Empfangseinrichtung, umfassend mindestens zwei Unterwasserschallempfänger (12) zur Wandlung von Unterwasserschall in elektrische und/oder optische Empfangssignale (18), eine Verarbeitungseinrichtung mit einem Aufbereiter (30) zur Erzeugung von aufbereiteten Empfangssignalen (26) aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) und vorzugsweise mit einer Auswerteeinheit (32) zur Peilungs- und/oder Entfernungsbestimmung von schallabstrahlenden und/oder reflektierenden Objekten in Abhängigkeit der aufbereiteten Empfangssignale (26) und einen Dekodierer (38) zum Dekodieren von Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, aus den aufbereiteten Empfangssignalen (26). Ferner betrifft die Erfindung eine Unterwasserkommunikationseinheit (44) und ein Unterwasserkommunikationsverfahren mit einer solchen Sonaranlage (10).

Sonaranlage und Verfahren zur Unterwasserkommunikation

Die Erfindung betrifft die Unterwasserkommunikation zwischen zwei oder mehreren Wasserfahrzeugen, insbesondere zwischen zwei oder mehr Unterwasserfahrzeugen oder zwischen einem Oberflächenschiff und mehreren Unterwasserfahrzeugen.

Es ist bekannt, dass die an sich bekannte Funkkommunikation, wie sie bei einer Übertragung durch das Medium Luft erfolgt, aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Übertragungsmediums Wasser unter Wasser nicht möglich ist. Elektromagnetische Wellen, wie beispielsweise Radiowellen, können sich aufgrund der Absorption in Wasser verhältnismäßig schlecht ausbreiten. Elektromagnetische Wellen breiten sich demnach je nach Signalstärke und Frequenz nur wenige Meter aus. Daher werden bekanntermaßen Schallwellen unter Wasser, also ein akustisches Verfahren, eingesetzt, um auch größere Reichweiten zur Datenübertragung zu erzielen.

Es sind Unterwasserkommunikationssysteme bekannt, die Schallwellen mit Frequenzen im Bereich von wenigen Kilohertz, zum Beispiel im Bereich von 5 bis etwa 50 kHz, aus-senden und empfangen können. Diese Systeme bestehen üblicherweise aus einem Transducer zum Senden und Empfangen von Unterwasserschall sowie einem Modem zur Ansteuerung des Transducers. Aufgrund der meist geringen Sendeleistung sowie der geringen Empfangssensitivität ist jedoch auch bei diesen bekannten akustischen Unter-wasserkommunikationseinrichtungen die Reichweite begrenzt, sodass auch diese Sys-teme nicht geeignet für gewünschte Anwendungen sind.

Beispielsweise werden heutzutage immer mehr autonome oder halbautonome Unterwas-serfahrzeuge für verschiedenste Aufgaben, beispielsweise zur Kartographie oder Aufklä-rung, eingesetzt. Aufgrund der immer weiter fortschreitenden Entwicklung der Batterie-technologie sind diese Fahrzeuge mit einem immer größeren Aktionsradius einsetzbar. Um von diesen Fahrzeugen möglichst zeitnahe Statusinformationen zu erhalten, ist daher auch der Empfang von Kommunikationsdaten oder das Senden von Kommunikationsda-ten an derartige Unterwasserfahrzeuge über große Entfernung gewünscht. Mit den bishe-rigen Systemen ist jedoch eine derartige Kommunikation stark eingeschränkt.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu finden, um die Reichweite zwischen zwei unter Wasser miteinander kommunizieren-den Stellen zu erhöhen. Die Erfindung betrifft hierzu eine Sonaranlage mit einer Emp-fangseinrichtung. Die Empfangseinrichtung umfasst mindestens zwei Unterwasserschall-empfänger zum Wandeln von Unterwasserschall in elektrische und/oder optische Emp-fangssignale. Hierbei sind die Unterwasserschallempfänger vorzugsweise Hydrophone, die den Wasserschall entsprechend seinem Schalldruck in elektrische Spannung wan-deln. Vorzugsweise sind die Hydrophone Hohlzylinder oder Hohlkugeln aus einem piezo-

elektrischen Material. Die Hydrophone erzeugen in Abhängigkeit einer Umfangsänderung aufgrund von Unterwasserschallwellen eine Spannung an leitenden Beschichtungen, die innen und außen auf dem Hohlzylinder und der Hohlkugel angeordnet sind.

5 Ferner umfasst die Sonaranlage eine Verarbeitungseinrichtung mit einem Aufbereiter und vorzugsweise einer Auswerteeinheit. Der Aufbereiter dient zur Erzeugung von aufbereiteten Empfangssignalen aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen. Die Auswerteeinheit dient zur Bestimmung einer Peilung und/oder einer Entfernung von Objekten, die Schall abstrahlen und/oder reflektieren. Die Auswerteeinheit ist eingerichtet, um die Peilungs- und/oder Entfernungsbestimmung aus den aufbereiteten Empfangs-
10 signalen, die mit dem Aufbereiter aufbereitet wurden, zu bestimmen.

Außerdem umfasst die Sonaranlage einen Dekodierer, der eingerichtet ist, um Daten aus den aufbereiteten Empfangssignalen zu dekodieren. Diese Daten sind beispielsweise Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten.

15 Dank der Erfindung werden die Verarbeitungseinrichtung sowie die Unterwasserschallempfänger einer Sonaranlage verwendet, um aufbereitete Empfangssignale von Unterwasserschall bereitzustellen.

Diese aufbereiteten Empfangssignale werden dann dem Dekodierer, der beispielsweise Bestandteil einer Unterwasserkommunikationsvorrichtung ist, zur Verfügung gestellt, um daraus Daten, die auch Kommunikationsdaten genannt werden können, zu extrahieren.

20 Dem Dekodierer, vorzugsweise einer Unterwasserkommunikationsvorrichtung, wird somit eine besonders empfangssensitive Sonaranlage vorgeschaltet, sodass auch stark gestörte Daten beziehungsweise Kommunikationsdaten oder Daten bzw. Kommunikationsdaten mit einer geringen Amplitude sicher und eindeutig empfangbar sind. Das Empfangen von Daten oder Kommunikationsdaten, die aus einer verhältnismäßig hohen Entfernung
25 ausgesendet wurden, ist somit dank der Erfindung möglich.

Gemäß einer ersten Ausführungsform umfasst die Sonaranlage neben der Empfangseinrichtung auch eine Sendeeinrichtung. Die Sendeeinrichtung umfasst einen Kodierer zum Erzeugen von Signalmustern aus Daten, die zum Beispiel vom einem Benutzer eingebbar sind oder von einer Rechneinheit bereitgestellt werden. Die Daten sind insbesondere
30 Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten. Ein Signalmuster entspricht zum Beispiel einer Bitfolge, die stellvertretend für die Daten ist.

Ferner umfasst die Sendeeinrichtung einen Signalgenerator zum Erzeugen elektrischer und/oder optischer Sendesignale aus den Signalmustern. Der Signalgenerator erzeugt daher zum Beispiel aus einer Bitfolge des Signalmusters ein Signal mit einer Trägerfrequenz und darauf modulierte Nutzdaten, die die Bits enthalten. Das modulierte Signal
5 entspricht dann zum Beispiel einem elektrischen Sendesignal. Außerdem umfasst die Sendeeinrichtung mindestens einen Unterwasserschallsender zum Wandeln der elektrischen und/oder optischen Sendesignale in Unterwasserschall.

Gemäß dieser Ausführungsform umfasst die Sonaranlage also die Fähigkeit, mit der Empfangseinrichtung Daten aus Wasserschall zu empfangen und zusätzlich auch Daten
10 in Form von Wasserschall auszusenden. Da zum Aussenden ebenfalls die Sendeeinrichtung der Sonaranlage verwendet wird und somit auch Unterwasserschallsender zum Einsatz kommen, die Unterwasserschall mit einer wesentlich höheren Amplitude als gewöhnliche Transducer von Unterwasserkommunikationseinrichtungen erzeugen können, sind auch Daten mit der Sonaranlage aussendbar, die über eine hohe Reichweite
15 hinweg sicher und eindeutig empfangbar sind.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der oder mindestens einer der Unterwasserschallsender ein Transducer, wobei einer der Unterwasserschallempfänger in den Transducer integriert ist. Demnach werden beispielsweise Hydrophone als Transducer eingesetzt, mit denen einerseits Unterwasserschall empfangen und andererseits Unterwasserschall ausgesendet werden kann. Dies erspart die redundante Anordnung von mindestens einem Unterwasserschallempfänger und mindestens einem Unterwasserschallsender.
20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Aufbereiter einen Richtungsbildner. Der Richtungsbildner ist eingerichtet, um Richtungssignale aus den Empfangssignalen zu erzeugen und die Richtungssignale als aufbereitete Empfangssignale auszugeben.
25

Der Richtungsbildner erzeugt die Richtungssignale aus den Empfangssignalen, indem zum Erzeugen eines Richtungssignals, das stellvertretend für eine Richtung ist, die Empfangssignale beispielsweise zeitversetzt oder phasenverschoben aufaddiert werden. Ein Richtungsbildner wird auch Beamformer genannt.

Demnach werden im Falle eines vorhandenen Richtungsbildners aufbereitete Empfangssignale ausgegeben, die jeweils einer vordefinierten Richtung entsprechen. Hierbei sind
30

die Richtungen als relative Winkel zu einer Ausrichtung der Unterwasserschallempfängeranordnung zu betrachten.

Diese Richtungssignale werden als aufbereitete Empfangssignale, zum Beispiel einerseits zur Bestimmung der Peilung und/oder Entfernung von Objekten ausgegeben. Andererseits werden die aufbereiteten Empfangssignale, also die Richtungssignale, dem
5 Dekodierer zum Dekodieren von Daten aus den Richtungssignalen zugeführt.

Es sind somit richtungsselektiv Daten empfangbar. Hierdurch wird es ermöglicht, störenden Unterwasserschall herauszufiltern, der nicht Bestandteil einer Datenübertragung ist und auf einfache Weise identifiziert werden kann, da dieser Unterwasserschall aus einer
10 anderen Richtung als der Richtung auf die Sonaranlage eintrifft, aus der die Daten auf die Sonaranlage eintreffen. Ein Unterdrücken von störendem Unterwasserschall, wie zum Beispiel Geräusche eines Jammers, aus nicht interessierenden Empfangsrichtungen ist somit auf einfache Weise möglich.

Außerdem sind im Falle, dass eine Datenkommunikation mit mehreren Kommunikationspartnern, wie zum Beispiel mehreren halbautonomen Unterwasserfahrzeugen, die in
15 verschiedenen Richtungen angeordnet sind, erfolgt, durch Bildung von richtungsselektiven Signalen, die hier kurz Richtungssignale genannt sind, Zuordnungen der Kommunikationen zu verschiedenen Fahrzeugen basierend auf der Kenntnis unterschiedlicher Empfangsrichtungen möglich. Es kann zu jedem Zeitpunkt zumindest sicher bestimmt
20 werden, dass beispielsweise Kommunikationsdaten von unterschiedlichen Kommunikationspartnern stammen, wenn diese aus unterschiedlichen Richtungen auf die Sonaranlage eintreffen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Aufbereiter ein Mehrwegefilter. Dem Mehrwegefilter werden entweder die elektrischen und/oder optischen Sendesignale oder
25 die Richtungssignale zugeführt. Das Mehrwegefilter ist eingerichtet, Echosignale eines Mehrwegeempfangs in den elektrischen und/oder optischen Sendesignalen oder Richtungssignalen zu detektieren und die Echosignale in den aufbereiteten Empfangssignalen zu unterdrücken oder zumindest zu reduzieren.

Durch Ausbreitung von Wasserschall auf verschiedenen Wegen entsteht eine Vermischung des direkten Signals mit zeitlich versetzten Signalen, die beispielsweise am
30 Gewässergrund, insbesondere bei Flachwasser, reflektiert werden. Ein Signal, das bei der Datenübertragung eines Unterwassersignals beispielsweise übertragen werden soll,

wird demnach einerseits auf direktem Wege und andererseits reflektiert über den Gewässergrund vom Sender zum Empfänger übertragen. Der Unterwasserschall, der auf direktem Wege zum Empfänger gelangt ist, weist hierbei eine höhere Amplitude als der Wasserschall auf, der durch Reflektion am Gewässergrund zum Empfänger gelangt ist. Der direkte Übertragungsweg weist außerdem die geringste Übertragungszeit auf und trifft somit als erstes am Empfänger ein.

Das Mehrwegefilter ist somit eingerichtet, Signalechos, die mit geringeren Amplituden und zeitlich später beim Empfänger eintreffen, zu detektieren und die Echosignale, die somit nicht dem Unterwasserschall entsprechen, der auf direktem Wege vom Sender zum Empfänger gelangt ist, zu eliminieren oder zu unterdrücken.

Durch das Mehrwegefilter wird also die Datenkommunikation weiter verbessert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Aufbereiter ein Störfilter, Tiefpassfilter, Hochpassfilter und/oder Bandpassfilter zum Filtern der elektrischen und/oder optischen Empfangssignale oder Richtungssignale. Dank des oder der Filter sind Frequenzen von Unterwasserschall, die von einem Objekt abgestrahlt und/oder reflektiert wurden und die keine Daten oder Kommunikationsdaten enthalten, herausgefiltert werden.

Ist nämlich beispielsweise ein Kommunikationskanal mit einem bestimmten vordefinierten Übertragungsfrequenzbereich, beispielsweise im Bereich von ± 1 kHz um 10 kHz, festgelegt worden und wird Wasserschall am Unterwasserschallempfänger mit Frequenzen, die beispielsweise mehr als 1 kHz nach oben oder unten von den vordefinierten 10 kHz abweichen, empfangen, so können dank der Filter diese nicht interessierenden Frequenzen des Unterwasserschalls herausgefiltert werden. Im Idealfall bleiben somit nur noch die für die Datenkommunikation interessierenden Frequenzen und somit die interessierenden Signale übrig, um im Dekodierer weiterverarbeitet zu werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Sonaranlage eine Schleppantenne mit mehreren Hydrophonen. Die Unterwasserschallempfänger entsprechen hierbei den Hydrophonen der Schleppantenne. Alternativ weist die Sonaranlage ein Flanken- und/oder Bug-Sonararray mit Hydrophonen auf. Die Unterwasserschallempfänger entsprechen gemäß dieser Alternative den Hydrophonen des Flanken- und/oder Bug-Sonararrays.

Schleppantennen, Flanken-Sonararrays, die auch flank array sonar genannt werden, oder Bug-Sonararrays umfassen eine Vielzahl von Hydrophonen, die ohnehin Eingangssignale zur Unterwasseraufklärung, zum Beispiel zum Peilen, liefern und vorzugsweise zum Empfangen von Unterwasserkommunikationsdaten in der erfindungsgemäßen Sonaranlage einsetzbar sind. Die Empfindlichkeit und damit die Entfernung, aus der Kommunikationsdaten empfangen werden können, werden somit durch Einsatz der genannten speziellen Antennen weiter erhöht.

Außerdem betrifft die Erfindung eine Unterwasserkommunikationseinheit mit einem Dekodierer mit einer Empfangsschnittstelle zum Anschließen an eine Verarbeitungseinrichtung, insbesondere an einen Aufbereiter einer Verarbeitungseinrichtung, einer Sonaranlage, insbesondere nach einer der vorgenannten Ausführungsformen.

Dem Dekodierer sind über die Empfangsschnittstelle aufgearbeitete Empfangssignale von der Verarbeitungseinrichtung der Sonaranlage zuführbar. Die aufgearbeiteten Empfangssignale entsprechen dabei aufbereiteten oder aufgearbeiteten elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen, wobei die Aufbereitung mit einem Aufbereiter der Verarbeitungseinrichtung ausführbar ist. Die elektrischen und/oder optischen Empfangssignale sind dem Aufbereiter von mindestens zwei Unterwasserschallempfängern, mit denen die elektrischen und/oder optischen Empfangssignale aus Unterwasserschall erzeugbar sind, zuführbar.

Der Dekodierer ist ferner dazu eingerichtet, um Daten, insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, aus den aufgearbeiteten Empfangssignalen zu dekodieren. Die Unterwasserkommunikationseinheit lässt sich demnach mit einer vorhandenen Sonaranlage verbinden und ermöglicht es daher, direkt aus dem Unterwasserschall, der mit der Sonaranlage empfangen und aufbereitet wird, Daten zu dekodieren.

Aufgrund der aufwändigen, mit einer Sonaranlage möglichen Signalverarbeitung sind somit auch Unterwasserschallwellen mit nur geringer Amplitude noch eindeutig empfangbar und entsprechend die Kommunikationsdaten in den Schallwellen entschlüsselbar. Aus weiter Ferne eintreffende Schallwellen können demnach aufgrund der hohen Sensitivität einer Sonaranlage noch im Hinblick auf enthaltene Kommunikationsdaten eindeutig ausgewertet werden.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Unterwasserkommunikationseinheit einen Kodierer zum Erzeugen von Signalmustern aus Daten, insbesondere Textdaten, Audio-

daten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, auf. Ferner umfasst die Unterwasserkommunikationseinheit eine Sendeschnittstelle zum Anschließen des Kodierers an eine Sonaranlage. Die mit dem Kodierer erzeugten Signalmuster können über die Sendeschnittstelle einem Signalgenerator der Sonaranlage zum Erzeugen elektrischer und/oder optischer Sendesignale aus den Signalmustern zugeführt werden. Die elektrischen und/oder optischen Sendesignale dienen dann einem Unterwasserschallsender zum Erzeugen oder Wandeln der elektrischen und/oder optischen Sendesignale in Unterwasserschall.

Ferner betrifft die Erfindung ein Unterwasserkommunikationsverfahren. Das Unterwasserkommunikationsverfahren wird insbesondere mit einer Sonaranlage nach einer der vorgenannten Ausführungsformen ausgeführt. Gemäß dem Verfahren wird Unterwasserschall in elektrische und/oder optische Empfangssignale mit mindestens zwei Unterwasserschallempfängern gewandelt. Ferner werden aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen mit einem Aufbereiter einer Verarbeitungseinrichtung aufbereitete Empfangssignale erzeugt. Die aufbereiteten Empfangssignale werden dann einem Dekodierer zugeführt, der Daten aus den aufbereiteten Empfangssignalen dekodiert.

Gemäß einer Ausführungsform wird zum Senden ein Signalmuster aus Daten mit einem Kodierer erzeugt. Die Signalmuster werden einem Signalgenerator zugeführt, der elektrische und/oder optische Sendesignale aus den Signalmustern erzeugt. Ferner werden mittels Unterwasserschallsendern die elektrischen und/oder optischen Sendesignale in Unterwasserschall gewandelt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens werden Richtungssignale aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen mit einem Richtungsbildner des Aufbereiters erzeugt. Die Richtungssignale werden als aufbereitete Empfangssignale für den Dekodierer ausgegeben.

Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung einer Sonaranlage mit einer Empfangseinrichtung. Die Sonaranlage weist mindestens zwei Unterwasserschallempfänger zum Wandeln von Unterwasserschall in elektrische und/oder optische Empfangssignale auf. Außerdem umfasst die Sonaranlage eine Verarbeitungseinrichtung mit einem Aufbereiter zur Erzeugung von aufbereiteten Empfangssignalen aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen und eine Auswerteeinheit zur Peilungs- und/oder Entfernungsbestimmung von schallabstrahlenden und/oder reflektierenden Objekten in Abhängigkeit der aufbereiteten Empfangssignale. Die Sonaranlage wird nun verwendet, um

Daten, insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, aus den aufbereiteten Empfangssignalen mit einem Dekodierer zu dekodieren.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich anhand der in den Figuren näher erläuterten Ausführungsbeispielen. Hierzu zeigt

- 5 Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Sonaranlage,
- Fig. 2 die Schritte eines Empfangens mit einem Ausführungsbeispiel des Verfahrens und
- Fig. 3 die Schritte eines Sendens mit einem Ausführungsbeispiel des Unterwasserkommunikationsverfahrens.

- 10 Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Sonaranlage 10. Die Sonaranlage 10 umfasst Unterwasserschallempfänger 12, die hier als Antennenarray 14, beispielsweise eines Flank-Arrays und/oder eines Bug-Arrays, angeordnet sind. Am Ausgang 16 des Antennenarrays 14 werden elektrische Empfangssignale 18 in Abhängigkeit empfangener Schallwellen, die auch Unterwasserschall oder Unterwasserschallwellen genannt werden
- 15 können, ausgegeben.

- Die elektrischen Empfangssignale 18 werden einem Störfilter 20 zugeführt, der Störgeräusche, wie beispielsweise vordefinierte Rauscharten, aus den elektrischen Empfangssignalen 18 entfernt oder unterdrückt. Daraufhin werden die störfilterten elektrischen Empfangssignale 18 einem Mehrwegefilter 22 zugeführt, der Echosignale aus den gefilterten elektrischen Empfangssignalen 18 entfernt oder diese Echosignale unterdrückt.
- 20

- Daraufhin werden die mehrweggefilterten elektrischen Empfangssignale 18 einem Richtungsbildner 24 zugeführt, der Richtungssignale 26 aus den elektrischen Empfangssignalen 18 erzeugt. Im Richtungsbildner 24 werden demnach die einzelnen Empfangssignale 18 der Unterwasserschallempfänger 12 entsprechend ihrer Anordnung zeitverzögert oder phasenverschoben miteinander addiert. Der Richtungsbildner 24 wird auch Beamformer genannt.
- 25

Die Richtungssignale 26 werden danach einem Bandpassfilter 28 zugeführt. Das Bandpassfilter 28 beschränkt die Richtungssignale 26 im Hinblick auf ihre Frequenz auf Frequenzbereiche, in denen Datenkommunikation erwartet wird. Hierzu ist zum Beispiel ein

Frequenzband zwischen 8 kHz und 14 kHz vorgesehen, dessen Frequenzen durch das Bandpassfilter 28 hindurch gelassen werden. Die übrigen Frequenzen werden im Wesentlichen unterdrückt oder zumindest reduziert. Das Störfilter 20, der Mehrwegefilter 22 sowie der Richtungsbildner 24 und das Bandpassfilter 28 werden als Aufbereiter 30
5 bezeichnet.

Außerdem werden die Richtungssignale 26 einer Auswerteeinheit 32 zugeführt, die anhand der Richtungssignale 26 Peilungen und/oder Entfernungen von schallabstrahlenden und/oder reflektierenden Objekten bestimmen kann. Die Peilung und/oder Entfernung eines erkannten Objekts wird dann an eine Computereinheit 34 ausgegeben. Peilungen und/oder Entfernungen eines oder mehrerer Objekte werden beispielsweise mit
10 einem Bildschirm 36 der Computereinheit 34 für einen Operator dargestellt.

Die Richtungssignale 26 werden nach der Bandpassfilterung auch einem Dekodierer 38 zugeführt. Der Dekodierer 38 weist dazu eine Eingangsschnittstelle 40 auf. Der Dekodierer 38 erzeugt aus den Richtungssignalen 26, die bandpassgefiltert sind, Daten und führt diese der Computereinheit 34 zu. Diese Daten werden dann ebenfalls beispielsweise auf
15 dem Bildschirm 36 dargestellt.

Der Dekodierer 38 entspricht zusammen mit einem Kodierer 42 einer Unterwasserkommunikationseinheit 44. Der Unterwasserkommunikationseinheit 44 werden zu sendende Daten 46 von der Computereinheit 34 zugeführt. Die Daten 46 wurden beispielsweise mit
20 einem Eingabegerät 48 zuvor in den Computer 34 eingegeben. Die Daten 46 werden dem Kodierer 42 zugeführt und vom Kodierer 42 in Signalmuster 43 überführt, wobei die Signalmuster 43 über eine Ausgabeschnittstelle 45 ausgegeben werden.

Die Signalmuster 43 werden dann einem Signalgenerator 50 zugeführt, der daraus elektrische Sendesignale 52 erzeugt. Sendesignale sind beispielsweise Sinussignale, in
25 denen die Daten durch Frequenzmodulation oder Amplitudenmodulation enthalten sind. Die elektrischen Sendesignale 52 werden daraufhin einer Sendeantenne 54 mit mehreren Unterwasserschallsendern 56 zugeführt und durch die Unterwasserschallsender 56 in Unterwasserschall umgewandelt.

Somit dient die Sonaranlage 10 zum Senden von Unterwasserschall, dessen Eigenschaften abhängig von den zu sendenden Daten 46 ist. Außerdem dient die Sonaranlage 10
30 zum Empfangen von Unterwasserschall mit darin enthaltenen Daten 46. Daten sind hier

beispielsweise Textdaten, Audiodaten, Videodaten oder Befehle, wie beispielsweise Steuerbefehle.

Fig. 2 zeigt die Schritte zum Empfangen von Daten 46 bei einem Unterwasserkommunikationsverfahren. In einem ersten Schritt 60 werden mit Unterwasserschallempfängern 12
5 Schallwellen empfangen und im Schritt 62 aus den Schallwellen elektrische Empfangssignale 18 erzeugt. Die Empfangssignale 18 werden einem Aufbereiter 30 zugeführt, der die Signale 18 in einem Schritt 64 aufbereitet. Die aufbereiteten Empfangssignale 18 werden einem Dekodierer 38 zugeführt und im Schritt 66 Daten 46 aus den aufbereiteten elektrischen Empfangssignalen 18 dekodiert. Im Schritt 68 werden die dekodierten Daten
10 46 mit einem Wiedergabegerät, beispielsweise einem Bildschirm 36, wiedergegeben.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sendeschritts eines Unterwasserkommunikationsverfahrens. In einem Schritt 70 wird ein Signalmuster 43 aus Daten 46 erzeugt und das Signalmuster 43 einem Signalgenerator 50 zugeführt. Im Schritt 72 erzeugt der Signalgenerator 50 elektrische und/oder optische Sendesignale 52.
15 Die elektrischen und/oder optischen Sendesignale 52 werden einem Unterwasserschall-sender 56 zugeführt, der im Schritt 74 Unterwasserschall, also Schallwellen, in Abhängigkeit der elektrischen und/oder optischen Sendesignale 52 und damit in Abhängigkeit der zu sendenden Daten 46 erzeugt.

Bezugszeichenliste

	10	Sonaranlage
	12	Unterwasserschallempfänger
	14	Antennenarray
5	16	Ausgang
	18	elektrische Empfangssignale
	20	Störfilter
	22	Mehrwegefilter
	24	Richtungsbildner
10	26	Richtungssignale
	28	Bandpassfilter
	30	Aufbereiter
	32	Auswerteeinheit
	34	Computereinheit
15	36	Bildschirm
	38	Dekodierer
	40	Empfangsschnittstelle
	42	Kodierer
	43	Signalmuster
20	44	Unterwasserkommunikationseinheit
	45	Sendeschnittstelle
	46	Daten
	48	Eingabegerät
	50	Signalgenerator
25	52	elektrische Sendesignale
	54	Sendeantenne
	56	Unterwasserschallsender
	60	Schritte des Verfahrens
	bis 74	

Ansprüche

1. Sonaranlage mit einer Empfangseinrichtung, umfassend:
 - mindestens zwei Unterwasserschallempfänger (12) zur Wandlung von Unterwasserschall in elektrische und/oder optische Empfangssignale (18),
 - 5 - eine Verarbeitungseinrichtung mit einem Aufbereiter (30) zur Erzeugung von aufbereiteten Empfangssignalen (26) aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) und vorzugsweise mit einer Auswerteeinheit (32) zur Peilungs- und/oder Entfernungsbestimmung von schallabstrahlenden und/oder reflektierenden Objekten in Abhängigkeit der aufbereiteten Empfangssignale (26) und
 - 10 - einen Dekodierer (38) zum Dekodieren von Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, aus den aufbereiteten Empfangssignalen (26).
2. Sonaranlage nach Anspruch 1, wobei die Sonaranlage (10) eine Sendeeinrichtung aufweist, umfassend:
 - 15 - einen Kodierer (42) zur Erzeugung von Signalmustern (43) aus Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten,
 - einen Signalgenerator (50) zur Erzeugung elektrischer und/oder optischer Sendesignale (52) aus den Signalmustern (43) und
 - mindestens einen Unterwasserschallsender (56) zur Wandlung der elektrischen und/oder optischen Sendesignale (52) in Unterwasserschall.
 - 20
3. Sonaranlage nach Anspruch 1 oder 2, wobei der oder mindestens einer der Unterwasserschallsender (56) ein Transducer ist und einer der Unterwasserschallempfänger (12) in den Transducer integriert ist.
4. Sonaranlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei der Aufbereiter (30) einen Richtungsbildner (24) zur Erzeugung von Richtungssignalen (26) aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) und zur Ausgabe der Richtungssignale (26) als aufbereitete Empfangssignale (26) für den Dekodierer (38) aufweist.
- 25
5. Sonaranlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Aufbereiter (30) ein Mehrwegefilter (22) umfasst und das Mehrwegefilter (22) eingerichtet ist, Echo-
signale eines Mehrwegeempfangs in den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) oder den Richtungssignalen (26) zu detektieren und zu unterdrücken oder zu reduzieren.
- 30

6. Sonaranlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Aufbereiter (30) ein Störfilter (20), ein Tiefpassfilter, ein Hochpassfilter und/oder ein Bandpassfilter (28) zum Filtern der Empfangssignale (18) und/oder Richtungssignale (26) aufweist.
7. Sonaranlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
5 die Sonaranlage (10) eine Schleppantenne mit mehreren Hydrophonen umfasst und die Unterwasserschallempfänger (12) den oder mehreren der Hydrophone der Schleppantenne entsprechen oder
die Sonaranlage ein Flanken- und/oder Bugsonararray mit Hydrophonen aufweist und die Unterwasserschallempfänger (12) den oder mehreren der Hydrophone des
10 Flanken- und/oder Bugsonararrays entsprechen.
8. Unterwasserkommunikationseinheit mit einem Dekodierer (38) mit einer Empfangsschnittstelle (40) zum Anschließen an eine Verarbeitungseinrichtung einer Sonaranlage (10), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei dem Dekodierer (38) über die Empfangsschnittstelle (40) aufbereitete Empfangssignale (26), die mit einem
15 Aufbereiter (30) der Verarbeitungseinrichtung aus elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) aufbereitet und mit mindestens zwei Unterwasserschallempfängern (12) aus Unterwasserschall gewandelt wurden, wobei der Dekodierer (38) eingerichtet ist, um Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, aus den aufbereiteten Empfangsdaten (26) zu dekodieren.
- 20 9. Unterwasserkommunikationseinheit nach Anspruch 8, wobei die Unterwasserkommunikationseinheit (44) einen Kodierer (42) zum Erzeugen von Signalmustern (43) aus Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, und eine Sendeschnittstelle (45) zum Anschließen des Kodierers (42) an einen Signalgenerator (50) einer Sonaranlage (10) umfasst, wobei die Schnittstelle (45) eingerichtet ist, dem Signalgenerator (50) Signalmuster (43) zur Erzeugung elektrischer
25 und/oder optischer Sendesignale (52) aus den Signalmustern (43) zuzuführen, wobei die elektrischen und/oder optischen Sendesignale (52) mindestens einem Unterwasserschallsender (56) zur Wandlung der elektrischen und/oder optischen Sendesignale (52) in Unterwasserschall zuführbar sind.
- 30 10. Unterwasserkommunikationsverfahren, insbesondere mit einer Sonaranlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend zum Empfangen die Schritte:
- Wandeln von Unterwasserschall in elektrische und/oder optische Empfangssignale (18) mit mindestens zwei Unterwasserschallempfängern (12),

- Erzeugen von aufbereiteten Empfangssignalen (26) aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) mit einem Aufbereiter (30) einer Verarbeitungseinrichtung und vorzugsweise Peilungs- und/oder Entfernungsbestimmung von schallabstrahlenden und/oder reflektierenden Objekten in Abhängigkeit der aufbereiteten Empfangssignale (26) mit einer Auswerteeinheit (32) der Verarbeitungseinrichtung und
- Dekodieren von Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, aus den aufbereiteten Empfangssignalen (26) mit einem Dekodierer (38).

11. Unterwasserkommunikationsverfahren nach Anspruch 10, umfassend zum Senden die Schritte:

- Erzeugen von Signalmustern (43) aus Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, mit einem Kodierer (42),
- Erzeugen elektrischer und/oder optischer Sendesignale (52) aus den Signalmustern (43) mit einem Signalgenerator (50) und
- Wandeln der elektrischen und/oder optischen Sendesignale (52) in Unterwasserschall mit mindestens einem Unterwasserschallsender (56).

12. Unterwasserkommunikationsverfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei Richtungssignale (26) aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) mit einem Richtungsbildner (24) des Aufbereiters (30) erzeugt und die Richtungssignale (26) als aufbereitete Empfangssignale (26) für den Dekodierer (38) ausgegeben werden.

13. Verwendung einer Sonaranlage (10) mit einer Empfangseinrichtung, umfassend:

- mindestens zwei Unterwasserschallempfänger (12) zum Wandeln von Unterwasserschall in elektrische und/oder optische Empfangssignale (18),
- eine Verarbeitungseinrichtung mit einem Aufbereiter (30) zur Erzeugung von aufbereiteten Empfangssignalen (26) aus den elektrischen und/oder optischen Empfangssignalen (18) und mit einer Auswerteeinheit (32) zur Peilungs- und/oder Entfernungsbestimmung von schallabstrahlenden und/oder reflektierenden Objekten in Abhängigkeit der aufbereiteten Empfangssignale (26), wobei die Sonaranlage (10) einen Dekodierer (38) aufweist, um aus den aufbereiteten Empfangssignalen (26) Daten (46), insbesondere Textdaten, Audiodaten, Videodaten und/oder Befehlsdaten, zu dekodieren.

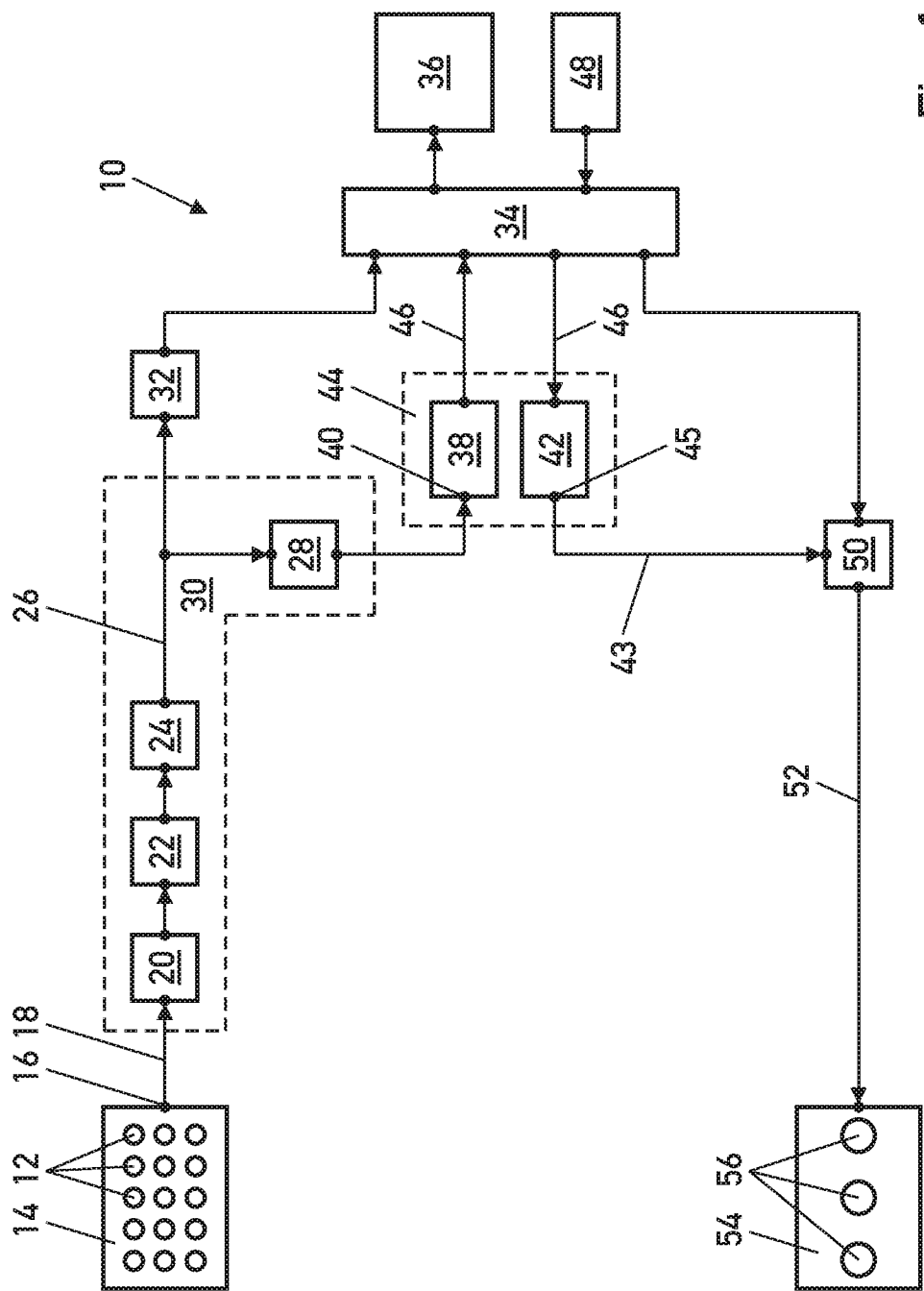


Fig. 1

2/2

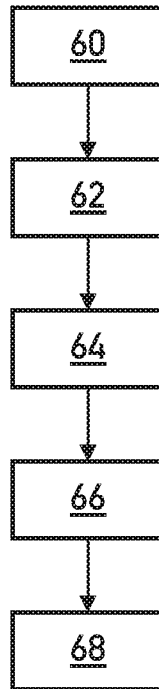


Fig. 2

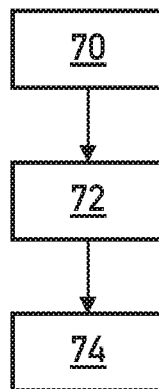


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/101008

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S15/02 H04B11/00
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)
G01S H04B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 784 339 A (WOODSUM HARVEY C [US] ET AL) 21 July 1998 (1998-07-21) column 9, line 54 - column 30, line 33 figures 1-12 abstract	1-13
X	US 2014/269201 A1 (LIU ZHIQIANG [US]) 18 September 2014 (2014-09-18) page 2, paragraph 19 - page 5, paragraph 75 figures 1-8B abstract	1-13
X	WO 2009/027639 A1 (QINETIQ LTD [GB]; DAVIES JONATHAN JAMES [GB]; DUNN SHAUN MICHAEL [GB]) 5 March 2009 (2009-03-05) page 5, line 19 - page 12, line 17 figures 1-8 abstract	1-13



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

5 February 2018

Date of mailing of the international search report

19/02/2018

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

von Walter, Sven-Uwe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/101008

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5784339	A	21-07-1998	NONE
US 2014269201	A1	18-09-2014	NONE
WO 2009027639	A1	05-03-2009	CA 2698310 A1 05-03-2009
		EP 2198539 A1 23-06-2010	
		JP 2010538511 A 09-12-2010	
		US 2011128822 A1 02-06-2011	
		WO 2009027639 A1 05-03-2009	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S15/02 H04B11/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S H04B

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.
X	US 5 784 339 A (WOODSUM HARVEY C [US] ET AL) 21. Juli 1998 (1998-07-21) Spalte 9, Zeile 54 - Spalte 30, Zeile 33 Abbildungen 1-12 Zusammenfassung -----	1-13
X	US 2014/269201 A1 (LIU ZHIQIANG [US]) 18. September 2014 (2014-09-18) Seite 2, Absatz 19 - Seite 5, Absatz 75 Abbildungen 1-8B Zusammenfassung -----	1-13
X	WO 2009/027639 A1 (QINETIQ LTD [GB]; DAVIES JONATHAN JAMES [GB]; DUNN SHAUN MICHAEL [GB]) 5. März 2009 (2009-03-05) Seite 5, Zeile 19 - Seite 12, Zeile 17 Abbildungen 1-8 Zusammenfassung -----	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

5. Februar 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/02/2018

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

von Walter, Sven-Uwe

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/101008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5784339	A	21-07-1998	KEINE
US 2014269201	A1	18-09-2014	KEINE
WO 2009027639	A1	05-03-2009	CA 2698310 A1 05-03-2009
			EP 2198539 A1 23-06-2010
			JP 2010538511 A 09-12-2010
			US 2011128822 A1 02-06-2011
			WO 2009027639 A1 05-03-2009