



(11) **EP 3 610 989 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.02.2020 Patentblatt 2020/08**

(51) Int Cl.:  
**B25F 5/00 (2006.01) G10K 11/178 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18188862.9**

(22) Anmeldetag: **14.08.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder: **Beck, Wolfgang**  
**86987 Schwabsoien (DE)**

(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**  
**Corporate Intellectual Property**  
**Feldkircherstrasse 100**  
**Postfach 333**  
**9494 Schaan (LI)**

(71) Anmelder: **Hilti Aktiengesellschaft**  
**9494 Schaan (LI)**

(54) **KOPFHÖRER ZUR AKTIVEN LÄRMUNTERDRÜCKUNG, HELM MIT EINEM DERARTIGEN KOPFHÖRER, SYSTEM MIT EINEM DERARTIGEN KOPFHÖRER UND EINER HANDWERKZEUGMASCHINE**

(57) Der erfindungsgemäße Kopfhörer (1) zur aktiven Lärmunterdrückung von durch eine Handwerkzeugmaschine (2) erzeugtem Lärm umfasst eine erste Empfangseinheit (3) zum Empfangen von Umgebungsgeräuschen (U), eine zweite Empfangseinheit (4) zum Empfangen einer Information (1) von der Handwerkzeugmaschine (2), welche indikativ für eine Schallemission der

Handwerkzeugmaschine (2) ist, und eine Ansteuereinheit (5) zum Ansteuern eines Lautsprechers (6) des Kopfhörers (1) mittels eines Ansteuersignals (A), wobei die Ansteuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, das Ansteuersignal (A) zur aktiven Lärmunterdrückung in Abhängigkeit von den empfangenen Umgebungsgeräuschen (U) und von der empfangenen Information (I) zu erzeugen.

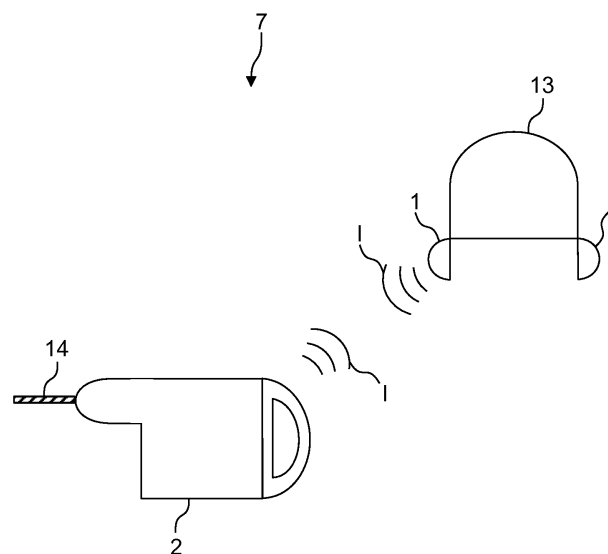


Fig 3

**EP 3 610 989 A1**

## Beschreibung

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kopfhörer zur aktiven Lärmunterdrückung von durch eine Handwerkzeugmaschine erzeugtem Lärm, einen Helm mit einem derartigen Kopfhörer und ein System mit einem derartigen Kopfhörer und die Handwerkzeugmaschine.

**[0002]** Handwerkzeugmaschinen, wie beispielsweise Bohrmaschinen, erzeugen beim Betrieb Lärm. Dieser Lärm kann einerseits durch die Handwerkzeugmaschine selbst und zum anderen durch eine Wechselwirkung mit einem zu bearbeiteten Gegenstand entstehen. Lärm kann für Menschen gesundheitsgefährdend sein. Deshalb ist es wünschenswert, den beim Betrieb der Handwerkzeugmaschine erzeugten Lärm zu unterdrücken.

**[0003]** Zur Reduzierung von Geräuschen kommen Kopfhörer mit aktiver Lärmunterdrückung zum Einsatz. Herkömmliche Kopfhörer zur aktiven Lärmunterdrückung im Bereich Telefonie und Sprache sind aus der US 5699436, KR 101529253 B1, US 2011/0280411 A1, US 2014/0141724 A1 und US 2013/0083939 A1 bekannt. Ein herkömmlicher Kopfhörer zur aktiven Lärmunterdrückung bei einem Verbrennungsmotor ist aus der US 2009/0260916 A1 bekannt. Ein Nachteil bei bekannten Kopfhörern mit aktiver Lärmunterdrückung ist, dass keine Information von der Lärmquelle selbst vorliegt.

**[0004]** Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die aktive Lärmunterdrückung von durch eine Handwerkzeugmaschine erzeugtem Lärm zu verbessern.

### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Gemäß einem ersten Aspekt wird ein Kopfhörer zur aktiven Lärmunterdrückung von durch eine Handwerkzeugmaschine erzeugtem Lärm vorgeschlagen. Der Kopfhörer weist eine erste Empfangseinheit zum Empfangen von Umgebungsgeräuschen auf und eine zweite Empfangseinheit zum Empfangen einer Information von der Handwerkzeugmaschine, welche indikativ für eine Schallemission der Handwerkzeugmaschine ist. Der Kopfhörer weist eine Ansteuereinheit zum Ansteuern eines Lautsprechers des Kopfhörers mittels eines Ansteuersignals auf. Die Ansteuereinheit ist dazu eingerichtet ist, das Ansteuersignal zur aktiven Lärmunterdrückung in Abhängigkeit von den empfangenen Umgebungsgeräuschen und von der empfangenen Information zu erzeugen.

**[0006]** Der Kopfhörer ist beispielsweise ein Bluetooth-Kopfhörer, dessen zweite Empfangseinheit dazu eingerichtet ist, die Information von der Handwerkzeugmaschine, insbesondere von einer Sendeeinheit der Handwerkzeugmaschine, als ein Bluetooth-Signal zu empfangen.

**[0007]** Der Kopfhörer kann beispielsweise auch ein ka-

belgebundener Kopfhörer sein, welcher mit der Handwerkzeugmaschine kabelverbunden ist. Insbesondere ist bei dem kabelgebundenen Kopfhörer zum Empfangen der Information von der Handwerkzeugmaschine die

5 zweite Empfangseinheit des Kopfhörers mittels eines Kabels mit der Handwerkzeugmaschine, insbesondere der Sendeeinheit der Handwerkzeugmaschine, verbunden.

**[0008]** Der Kopfhörer dient zur aktiven Lärmunterdrückung von durch die Handwerkzeugmaschine erzeugtem Lärm. Die Handwerkzeugmaschine ist beispielsweise ein Bohrhammer, ein Kombihammer, ein Meißelhammer, ein Kernbohrer, eine Schleifmaschine, ein Schrauber, ein Bolzenschubwerkzeug oder eine Säge. Vorzugsweise umfasst die Handwerkzeugmaschine einen Motor zum Bewegen eines bewegbaren und/oder drehbaren Elements der Handwerkzeugmaschine. Das bewegbare und/oder drehbare Element ist insbesondere ein Trennmittel bzw. Bearbeitungsmittel (wie beispielsweise ein Bohrer oder ein Sägeblatt). Der Motor der Handwerkzeugmaschine dient insbesondere dazu, das Trenn- bzw. Bearbeitungsmittel in Bewegung, beispielsweise in Rotation und/oder in eine axiale Bewegung zu versetzen.

**[0009]** Von der Handwerkzeugmaschine im Betrieb erzeugter Lärm kann einerseits durch die Handwerkzeugmaschine selbst entstehen, beispielsweise durch die Schallemission eines Motors der Handwerkzeugmaschine oder durch eine Schallemission hervorgerufen durch eine Vibration der Handwerkzeugmaschine. Zum anderen kann dieser Lärm durch eine Wechselwirkung mit einem zu bearbeitenden Gegenstand entstehen, beispielsweise durch die Wechselwirkung eines Bohrers mit einer Wand bei einem Bohr- und/oder Schlagvorgang.

**[0010]** Die erste Empfangseinheit ist zum Empfangen von Umgebungsgeräuschen eingerichtet. Die erste Empfangseinheit ist beispielsweise an einer Außenseite des Kopfhörers angebracht. Beispielsweise ist die erste Empfangseinheit ein an der Außenseite des Kopfhörers angebrachtes Mikrofon. Die Umgebungsgeräusche umfassen alle Geräusche in der Umgebung des Kopfhörers, insbesondere die Schallemission der Handwerkzeugmaschine, den Lärm durch eine Wechselwirkung mit dem zu bearbeitenden Gegenstand und vorhandene Nebengeräusche.

**[0011]** Die zweite Empfangseinheit ist zum Empfangen der Information von der Handwerkzeugmaschine eingerichtet, welche indikativ für die Schallemission der Handwerkzeugmaschine ist. Insbesondere ist die zweite Empfangseinheit zum Empfangen der Information von einer Steuereinheit der Handwerkzeugmaschine eingerichtet. Insbesondere ist die zweite Empfangseinheit zum Empfangen der Information von der Steuereinheit über die Sendeeinheit der Handwerkzeugmaschine eingerichtet.

**[0012]** Die Schallemission der Handwerkzeugmaschine ist die von der Handwerkzeugmaschine im Betrieb erzeugte Schallemission. Die Schallemission der Handwerkzeugmaschine umfasst die von der Handwerkzeug-

maschine selbst erzeugte Schallemission. Die Schallemission der Handwerkzeugmaschine umfasst beispielsweise eine Schallemission, die durch die Ansteuerung der Handwerkzeugmaschine entsteht, beispielsweise durch eine Motordrehrate. Die Schallemission der Handwerkzeugmaschine umfasst beispielsweise eine Schallemission, die durch die bewegbaren und/oder drehbaren Trenn- bzw. Bearbeitungsmittel selbst erzeugt wird. Die Schallemission der Handwerkzeugmaschine umfasst beispielsweise eine Schallemission, die durch eine Vibration der Handwerkzeugmaschine erzeugt wird, insbesondere eine Vibration der Handwerkzeugmaschine aufgrund der Ansteuerung der Handwerkzeugmaschine. Die Schallemission der Handwerkzeugmaschine kann zusätzlich auch eine Schallemission umfassen, die durch eine Wechselwirkung mit dem zu bearbeitenden Gegenstand erzeugt wird, insbesondere eine Schallemission aufgrund einer Wechselwirkung mit dem zu bearbeitenden Gegenstand als Reaktion auf die Ansteuerung der Handwerkzeugmaschine.

**[0013]** Die Information, die indikativ für die Schallemission der Handwerkzeugmaschine ist, ist insbesondere eine Information mit Hilfe derer man die Schallemission der Handwerkzeugmaschine berechnen oder abschätzen, beispielsweise auch voraussagen, kann. Die Information kann beispielsweise Zahlenwerte aufweisen, welche indikativ für die Schallemission der Handwerkzeugmaschine sind.

**[0014]** Die Ansteuereinheit weist beispielsweise einen Prozessor und ein mit Hilfe des Prozessors ausgeführtes Computerprogramm auf. Die Ansteuereinheit, beispielsweise das Computerprogramm, umfasst insbesondere einen Algorithmus, welcher dazu eingerichtet ist, das Ansteuersignal zur aktiven Lärmunterdrückung in Abhängigkeit von den empfangenen Umgebungsgeräuschen und von der empfangenen Information zu erzeugen.

**[0015]** Die Ansteuereinheit, insbesondere der Algorithmus, erzeugt beispielsweise das Ansteuersignal derart, dass eine Überlagerung des Ansteuersignals mit dem beim Betrieb der Handwerkzeugmaschine erzeugten Lärms zu einer mindestens teilweisen gegenseitigen Auslöschung führt. Dadurch wird der im Ohr des Kopfhörerträgers ankommende Lärm reduziert.

**[0016]** Die Ansteuereinheit berechnet beispielsweise aus der empfangenen Information der Handwerkzeugmaschine und aus den empfangenen Umgebungsgeräuschen eine Gesamtschallemission des beim Betrieb der Handwerkzeugmaschine auftretenden Lärms. Die Ansteuereinheit erzeugt beispielsweise aus der berechneten Gesamtschallemission das Ansteuersignal.

**[0017]** Die jeweilige Einheit, zum Beispiel die Ansteuereinheit, kann hardwaretechnisch und/oder auch softwaretechnisch implementiert sein. Bei einer hardwaretechnischen Implementierung kann die Einheit als Vorrichtung oder als Teil einer Vorrichtung, zum Beispiel als Computer oder als Mikroprozessor, ausgebildet sein. Bei einer softwaretechnischen Implementierung kann die Einheit als Computerprogrammprodukt, als eine Funkti-

on, als eine Routine, als Teil eines Programmcodes oder als ausführbares Objekt ausgebildet sein.

**[0018]** Ein Computerprogrammprodukt, wie z.B. ein Computerprogramm-Mittel, kann beispielsweise als Speichermedium, wie z.B. Speicherkarte, USB-Stick, CD-ROM, DVD, oder auch in Form einer herunterladbaren Datei von einem Server in einem Netzwerk bereitgestellt oder geliefert werden. Dies kann zum Beispiel in einem drahtlosen Kommunikations-Netzwerk durch die Übertragung einer entsprechenden Datei mit dem Computerprogrammprodukt oder dem Computerprogramm-Mittel erfolgen.

**[0019]** Aufgrund der zweiten Empfangseinheit zum Empfangen der Information von der Handwerkzeugmaschine und der Ansteuereinheit, welche dazu eingerichtet ist, das Ansteuersignal zur aktiven Lärmunterdrückung in Abhängigkeit von den empfangenen Umgebungsgeräuschen und von der empfangenen Information zu erzeugen, kann der Kopfhörer eine genaue Information über die Schallemission der Handwerkzeugmaschine empfangen. Insbesondere kann der Kopfhörer die Information über die Schallemission der Handwerkzeugmaschine isoliert von anderen Nebengeräuschen empfangen. Insbesondere kann aus der Information das Lärmverhalten der Handwerkzeugmaschine genau berechnet, insbesondere auch vorausgesagt, werden. Dadurch ist eine bessere aktive Lärmunterdrückung oder Lärmdämpfung von durch die Handwerkzeugmaschine erzeugtem Lärm möglich.

**[0020]** Gemäß einer Ausführungsform ist die zweite Empfangseinheit dazu eingerichtet, als zumindest Teil der Information einen Betriebszustand eines Motors der Handwerkzeugmaschine zu empfangen.

**[0021]** Ein Betriebszustand des Motors der Handwerkzeugmaschine umfasst insbesondere Motorsteuerdaten und Motormesswerte, wie beispielsweise eine Motordrehzahl, eine Motorbeschleunigung, einen Motorstrom, eine Kommutierung oder Regelparameter.

**[0022]** Dadurch, dass die Information den Betriebszustand des Motors der Handwerkzeugmaschine umfasst, kann der Kopfhörer eine genaue Information über eine Schallemission des Motors empfangen. Beispielsweise kann der Kopfhörer dadurch auch eine Information über eine Schallemission der Handwerkzeugmaschine, die als Reaktion auf den Betriebszustand des Motors entsteht, empfangen. Beispielsweise kann die Schallemission durch ein drehbares und/oder bewegbares Element der Handwerkzeugmaschine, durch Vibrationen der Handwerkzeugmaschine und/oder durch eine Wechselwirkung mit einem zu bearbeitenden Gegenstand von dem Betriebszustand des Motors abhängen.

**[0023]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Empfangseinheit dazu eingerichtet, als zumindest Teil der Information einen Drehzustand eines drehbaren Elements der Handwerkzeugmaschine zu empfangen, insbesondere eine Geräte-Drehrate in drei Achsen.

**[0024]** Ein drehbares Element der Handwerkzeugmaschine ist insbesondere ein drehbares Trenn- oder Be-

arbeitungsmittel, beispielsweise ein Bohrer oder Schleifblatt. Die Geräte-Drehrate in drei Achsen ist beispielsweise eine Drehrate des drehbaren Elements um eine Achse, welche eine beliebige Orientierung relativ zu den drei Raumrichtungen aufweisen kann.

**[0025]** Dadurch, dass die Information den Drehzustand des drehbaren Elements der Handwerkzeugmaschine umfasst, kann der Kopfhörer eine genaue Information über eine Schallemission aufgrund der Drehung des drehbaren Elements empfangen.

**[0026]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Empfangseinheit dazu eingerichtet, als zumindest Teil der Information eine axiale Bewegung eines bewegbaren Elements der Handwerkzeugmaschine zu empfangen, insbesondere eine Schlagfrequenz eines Bohrers. Das bewegbare Element kann beispielsweise ein axial bewegbares Element sein. Das (axial) bewegbare Element kann auch drehbar sein. Die axiale Bewegung des bewegbaren Elements der Handwerkzeugmaschine kann auch eine Sägefrequenz eines Sägeblatts sein.

**[0027]** Dadurch, dass die Information die axiale Bewegung des bewegbaren Elements der Handwerkzeugmaschine umfasst, kann der Kopfhörer eine genaue Information über eine Schallemission aufgrund der axialen Bewegung des bewegbaren Elements empfangen.

**[0028]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Empfangseinheit dazu eingerichtet, als zumindest Teil der Information eine Schwingungsbewegung der Handwerkzeugmaschine zu empfangen, insbesondere Geräte-Vibrationsmesswerte in drei Achsen.

**[0029]** Die Schwingungsbewegung kann eine Vibrationsbewegung der Handwerkzeugmaschine sein, die beispielsweise als Reaktion auf die Ansteuerung des Motors der Handwerkzeugmaschine und/oder auf die Wechselwirkung mit dem zu bearbeitenden Gegenstand entsteht. Geräte-Vibrationsmesswerte in drei Achsen sind beispielsweise Messwerte der Schwingung bzw. Vibration der Handwerkzeugmaschine bezüglich einer Schwingung bzw. Vibration in drei Raumrichtungen.

**[0030]** Dadurch, dass die Information die Schwingungsbewegung der Handwerkzeugmaschine umfasst, kann der Kopfhörer eine genaue Information über eine Schallemission aufgrund der Schwingungsbewegung der Handwerkzeugmaschine empfangen.

**[0031]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Empfangseinheit dazu eingerichtet, die Information phasengerecht zu den Umgebungsgeräuschen zu empfangen und/oder als zumindest Teil der Information eine Phaseninformation zur Angabe einer Phase zu den Umgebungsgeräuschen zu empfangen.

**[0032]** Insbesondere bedeutet ein Empfangen der Information phasengerecht zu den Umgebungsgeräuschen, dass dem Kopfhörer die Information, welche indikativ für die Schallemission ist, derart bereitgestellt wird, dass eine Phase der Schallwellen der Schallemission einer Phase der Schallwellen der Umgebungsgeräusche entspricht.

**[0033]** In Ausführungsformen, in denen die zweite

Empfangseinheit dazu eingerichtet, als zumindest Teil der Information die Phaseninformation zur Angabe der Phase zu den Umgebungsgeräuschen zu empfangen, kann die Ansteuereinheit dazu eingerichtet sein, die Schallemission der Handwerkzeugmaschine mittels der empfangenen Information derart zu berechnen, dass eine Phase der berechneten Schallemission, insbesondere eine Phase der Schallwellen der berechneten Schallemission, einer Phase der Schallwellen der Umgebungsgeräusche entspricht.

**[0034]** Dadurch, dass die Information phasengerecht zu den Umgebungsgeräuschen empfangen wird, und/oder dadurch, dass als zumindest Teil der Information eine Phaseninformation zur Angabe einer Phase zu den Umgebungsgeräuschen empfangen wird, kann die Ansteuereinheit das Ansteuersignal zur aktiven Lärmunterdrückung in Abhängigkeit von den empfangenen Umgebungsgeräuschen und von der empfangenen Information genauer erzeugen. Beispielsweise kann die Ansteuereinheit das Ansteuersignal aus einer genauer berechneten, da phasengerecht berechneten, Gesamtschallemission erzeugen. Dadurch, dass die Ansteuereinheit das Ansteuersignal genauer erzeugen kann, ist eine noch bessere aktive Lärmunterdrückung von durch die Handwerkzeugmaschine erzeugtem Lärm möglich.

**[0035]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Ansteuereinheit dazu eingerichtet, die Schallemission der Handwerkzeugmaschine mittels der empfangenen Information zu berechnen und das Ansteuersignal in Abhängigkeit von der berechneten Schallemission und den empfangenen Umgebungsgeräuschen zu erzeugen.

**[0036]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Empfangseinheit dazu eingerichtet, als Information die Schallemission der Handwerkzeugmaschine zu empfangen.

**[0037]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Ansteuersignal destruktive Interferenzen zur zumindest teilweisen Auslöschung der Schallemission der Handwerkzeugmaschine auf.

**[0038]** Insbesondere entstehen durch eine Überlagerung des Ansteuersignals mit dem beim Betrieb der Handwerkzeugmaschine erzeugten Lärms destruktive Interferenzen, die zu einer mindestens teilweisen gegenseitigen Auslöschung des Ansteuersignals und des beim Betrieb der Handwerkzeugmaschine erzeugten Lärms führen. Dadurch kann der im Ohr des Kopfhörerträgers ankommende Lärm reduziert werden.

**[0039]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Empfangseinheit ein Bluetooth-Modul. Dadurch ist ein drahtloses Empfangen der Information möglich.

**[0040]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die erste Empfangseinheit ein Mikrofon.

**[0041]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Kopfhörer den Lautsprecher zum Senden von Schallwellen in Abhängigkeit von dem Ansteuersignal auf.

**[0042]** Gemäß einem zweiten Aspekt wird ein Helm mit einem Kopfhörer gemäß dem ersten Aspekt oder einer Ausführungsform des ersten Aspekts vorgeschla-

gen.

**[0043]** Dadurch kann ein schutzhelmtragender Benutzer der Handwerkzeugmaschine auf einfache Weise die Lärmunterdrückung durch den Kopfhörer nutzen.

**[0044]** Gemäß einem dritten Aspekt wird ein System mit einem Kopfhörer gemäß dem ersten Aspekt oder einer Ausführungsform des ersten Aspekts und mit einer Handwerkzeugmaschine vorgeschlagen. Die Handwerkzeugmaschine weist insbesondere eine Sendeeinheit auf zum Senden der Information, welche indikativ für die Schallemission der Handwerkzeugmaschine ist.

**[0045]** Die Handwerkzeugmaschine kann insbesondere mindestens eine Detektionseinheit aufweisen. Die Detektionseinheit ist beispielsweise ein Drehratensensor, ein Beschleunigungssensor, ein Bewegungssensor und/oder ein Vibrationssensor. Die mindestens eine Detektionseinheit ist beispielsweise dazu eingerichtet, einen Betriebszustand eines Motors der Handwerkzeugmaschine, einen Drehzustand eines drehbaren Elements der Handwerkzeugmaschine, eine axiale Bewegung eines bewegbaren Elements der Handwerkzeugmaschine und/oder einen Schwingungszustand der Handwerkzeugmaschine zu erfassen.

**[0046]** Die Handwerkzeugmaschine weist insbesondere eine Steuereinheit auf. Die Steuereinheit der Handwerkzeugmaschine kann dazu eingerichtet sein, die erfassten Messdaten der mindestens einen Detektionseinheit zu erhalten und als die Information, welche indikativ für die Schallemission der Handwerkzeugmaschine ist, an die Sendeeinheit der Handwerkzeugmaschine auszugeben.

**[0047]** In Ausführungsformen, in denen die zweite Empfangseinheit des Kopfhörers dazu eingerichtet ist, als Information die Schallemission der Handwerkzeugmaschine zu empfangen, kann die Steuereinheit der Handwerkzeugmaschine dazu eingerichtet sein, die Schallemission der Handwerkzeugmaschine mittels den von der mindestens einen Detektionseinheit erfassten Messdaten zu berechnen und die berechnete Schallemission an die Sendeeinheit der Handwerkzeugmaschine auszugeben.

**[0048]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Sendeeinheit ein Bluetooth-Modul zum Senden der Information auf.

**[0049]** Dadurch kann die Information drahtlos von der Handwerkzeugmaschine an den Kopfhörer gesendet werden.

**[0050]** Die für den Kopfhörer beschriebenen Ausführungsformen und Merkmale gelten für das System entsprechend und umgekehrt.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

**[0051]** Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Kopfhörers

zur aktiven Lärmunterdrückung;

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Systems, welches den Kopfhörer gemäß Fig. 1 und eine Handwerkzeugmaschine aufweist; und

Fig. 3 eine schematische Ansicht eines Helms mit einem Kopfhörer gemäß Fig. 1.

**[0052]** Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

#### AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

**[0053]** Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Kopfhörers 1 zur aktiven Lärmunterdrückung von durch eine Handwerkzeugmaschine 2 erzeugtem Lärm.

**[0054]** Der Kopfhörer 1 ist beispielsweise ein Bluetooth-Kopfhörer. Der Kopfhörer 1 weist eine erste Empfangseinheit 3 zum Empfangen von Umgebungsgeräuschen U aus der Umgebung des Kopfhörers 1 auf. Die erste Empfangseinheit 3 ist beispielsweise ein Mikrofon, welches an dem Kopfhörer 1, beispielsweise einer Außenseite des Kopfhörers 1, angebracht ist. Das Mikrofon 3 empfängt insbesondere eine Geräuschemission, die beim Betrieb der Handwerkzeugmaschine 2 entsteht.

**[0055]** Die Handwerkzeugmaschine 2 ist in dem Beispiel von Fig. 1 ein Bohrhämmer. Die Handwerkzeugmaschine 2 kann in anderen Ausführungsformen aber auch ein Meißelhammer, ein Kernbohrer, eine Schleifmaschine, ein Schrauber, ein Bolzenschubwerkzeug, ein Setzgerät oder eine Säge sein.

**[0056]** Beim Betrieb des Bohrhammers 2 entsteht eine Schallemission zum einen durch den Bohrhämmer 2 selbst, beispielsweise entstehen Motorgeräusche des Bohrhammers 2. Des Weiteren entsteht beim Betrieb des Bohrhammers 2 Lärm durch eine Wechselwirkung des Bohrhammers 2 mit einem zu bearbeitenden Gegenstand. Beispielsweise entsteht beim Schlagbohren eines Loches in eine Wand Lärm durch den Bohr- und Schlagvorgang des Bohrhammers 2, insbesondere durch das Bohren und Schlagen in die Wand. Das Mikrofon 3, das alle Umgebungsgeräusche U in der Umgebung des Kopfhörers 1 empfängt, empfängt also beim Betrieb des Bohrhammers 2 insbesondere die Schallemission des Bohrhammers 2 und die Schallemission aufgrund der Wechselwirkung mit der Wand beim Schlagbohren des Loches.

**[0057]** Der Bohrhämmer 2 weist des Weiteren eine zweite Empfangseinheit 4 auf zum Empfangen einer Information I von dem Bohrhämmer 2, welche indikativ für die Schallemission des Bohrhammers 2 ist. Die zweite Empfangseinheit 4 ist in dem Beispiel von Fig. 1 insbesondere ein Bluetooth-Modul, welches die Information I von dem Bohrhämmer 2 in Form eines Bluetooth-Signals empfängt.

**[0058]** Der Bohrhämmer 2 weist des Weiteren eine An-

steuereinheit 5 zum Ansteuern eines Lautsprechers 6 des Kopfhörers 1 mittels eines Ansteuersignals A auf. Die Ansteuereinheit 5 ist dazu eingerichtet, das Ansteuersignal A zur aktiven Lärmunterdrückung in Abhängigkeit von den empfangenen Umgebungsgeräuschen U und von der empfangenen Information I zu erzeugen.

**[0059]** Das Mikrofon 3, welches die Umgebungsgeräusche U empfängt, ist dazu eingerichtet, die empfangenen Umgebungsgeräusche U an die Ansteuereinheit 5 zu übermitteln. Das Bluetooth-Modul 4, welches die Information I von dem Bohrhämmer 2 empfängt, ist dazu eingerichtet, die empfangene Information I auch an die Ansteuereinheit 5 zu übermitteln.

**[0060]** Die Ansteuereinheit 5 weist beispielsweise einen Algorithmus zum Verarbeiten der empfangenen Umgebungsgeräusche U und der empfangene Information I auf. Insbesondere ist der Algorithmus in der Lage, aus der empfangenen Information I die Schallemission des Bohrhammers 2 zu berechnen, insbesondere phasengerecht zu den Umgebungsgeräuschen U zu berechnen. Der Algorithmus ist in der Lage, aus der Information I berechneten Schallemission des Bohrhammers 2 und den von dem Mikrofon 3 aufgenommenen Umgebungsgeräuschen U das Ansteuersignal A zu erzeugen. Die Ansteuereinheit 5 ist dazu eingerichtet, den Lautsprecher 6 mit dem Ansteuersignal A anzusteuern, so dass der Lautsprecher 6 Schallwellen S in Abhängigkeit von dem Ansteuersignal A aussendet. Die von dem Lautsprecher 6 ausgesendeten Schallwellen S führen zu einer destruktiven Interferenz mit dem Bohrlärm. Insbesondere führt die Überlagerung des beim Betrieb des Bohrhammers 2 erzeugten Lärms mit den von dem Lautsprecher 6 ausgesendeten Schallwellen S zu einer destruktiven Interferenz. Durch die destruktive Interferenz wird der beim Betrieb des Bohrhammers 2 erzeugte Lärm mindestens teilweise ausgelöscht. Dadurch kommt in dem Ohr des Kopfhörerträgers kein oder nur ein geringer Teil des Bohrlärms an und sein Gehör wird geschont.

**[0061]** Dadurch, dass die Ansteuereinheit 5 das zur destruktiven Interferenz führende Ansteuersignal A aus den Mikrofondaten U und aus einer direkt von dem Bohrhämmer 2 gelieferten genauen Information I über die Schallemission des Bohrhammers 2 erzeugt, kann das Ansteuersignal A besser und genauer erzeugt werden. Insbesondere kann dadurch das Ansteuersignal A derart erzeugt werden, dass eine weitergehende destruktive Interferenz erreicht wird. Dadurch kann eine bessere Lärmunterdrückung erreicht werden.

**[0062]** Im Folgenden wird ein System 7 aus einem Kopfhörer 1 und einer Handwerkzeugmaschine 2 mit Bezug zu den Fig. 2 und 3 beschrieben.

**[0063]** Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht des Systems 7, welches den Kopfhörer 1 gemäß Fig. 1 und die Handwerkzeugmaschine 2 aufweist. Fig. 3 zeigt eine weitere schematische Ansicht des Systems 7 mit einem Helm 13, der den Kopfhörer 1 aufweist, und der Handwerkzeugmaschine 2.

**[0064]** Der Kopfhörer 1 des Systems 7 ist identisch zu

dem in Bezug zu Fig. 1 beschriebenen Kopfhörer 1. Auf eine Beschreibung gleicher Merkmale wird verzichtet.

**[0065]** Wie in Fig. 2 gezeigt, weist das System 7 die Handwerkzeugmaschine 2 auf, die auch in diesem Beispiel ein Bohrhämmer 2 ist. Der Bohrhämmer 2 weist eine Sendeeinheit 8 auf zum Senden der Information I des Bohrhammers 2. Die Sendeeinheit 8 ist in diesem Beispiel ein Bluetooth-Modul zum Senden der Information I in Form eines Bluetooth-Signals an das Bluetooth-Modul 4 des Kopfhörers 1.

**[0066]** Der Bohrhämmer 2 weist eine erste Detektionseinheit 9 zur Detektion einer Drehrate D in drei Achsen eines Bohrers 14 des Bohrhammers 2 auf. Der Bohrer 14 ist beispielhaft in Fig. 3 gezeigt. Die Detektionseinheit 9 ist insbesondere ein Drehratensensor. Der Bohrhämmer 2 weist eine zweite Detektionseinheit 10 zur Detektion von Vibrationsmesswerten V in drei Achsen des Bohrhammers 2 auf. Die zweite Detektionseinheit 10 ist insbesondere ein Vibrationssensor. Der Bohrhämmer 2 weist eine dritte Detektionseinheit 11 zur Detektion eines Betriebszustands eines Motors (nicht gezeigt) des Bohrhammers 2 auf. Insbesondere dient die dritte Detektionseinheit 11 zur Detektion von Motorsteuerdaten und Motormesswerten M des Motors. Beispielsweise ist die dritte Detektionseinheit 11 ein Drehratensensor, der eine Motordrehrate erfasst.

**[0067]** Der Bohrhämmer 2 weist eine Steuereinheit 12 auf, die dazu eingerichtet ist, die Messdaten D, V, M von den Detektionseinheiten 9, 10, 11 des Bohrhammers 2 zu erhalten. Insbesondere ist die Steuereinheit 12 dazu eingerichtet, die Drehrate D von der ersten Detektionseinheit 9, Vibrationsmesswerte V in drei Achsen von der zweiten Detektionseinheit 10 und Motorsteuerdaten und Motormesswerte M von der dritten Detektionseinheit 11 zu erhalten. Die Steuereinheit 12 ist des Weiteren dazu eingerichtet, die von den Detektionseinheiten 9, 10, 11 erhaltenen Messdaten D, V, M als die Information I, welche indikativ für die Schallemission des Bohrhammers 2 ist, an die Sendeeinheit 8 des Bohrhammers 2 auszugeben.

**[0068]** Die Sendeeinheit 8 des Bohrhammers 2, welche ein Bluetooth-Modul ist, sendet die Information I drahtlos an die zweite Empfangseinheit 4 des Kopfhörers 2. Die zweite Empfangseinheit 4 empfängt die Information I, welche die Drehrate D, die Vibrationsmesswerte V und die Motorsteuerdaten und Motormesswerte M des Bohrhammers 2 aufweist. Die Ansteuereinheit 5 des Kopfhörers 2 erzeugt sodann mittels eines Algorithmus aus der von der zweiten Empfangseinheit 4 empfangenen Information I und den von dem Mikrofon 3 empfangenen Umgebungsgeräuschen U das Ansteuersignal A. Der Kopfhörer 1 weist an einer Innenseite den Lautsprecher 6 auf. Die Ansteuereinheit 5 sendet das Ansteuersignal A an den Lautsprecher 6. Der Lautsprecher 6 sendet Schallwellen S in Abhängigkeit von dem Ansteuersignal A aus. Die auf dem Ansteuersignal A basierenden Schallwellen S überlagern sich mit den Schallwellen des Lärms, den der Bohrhämmer 2 bei einem Bohr- und

Schlagvorgang verursacht. Die Überlagerung führt zu einer mindestens teilweisen Auslöschung der Schallwellen S des Ansteuersignals A und der Schallwellen des von dem Bohrhammer 2 verursachten Lärms. Dadurch kann ein Arbeiter, der den Bohrhammer 2 benutzt und den Kopfhörer 1 trägt, vor Lärm durch den Bohrhammer 2 und den Bohrvorgang geschützt werden.

[0069] Wie in Fig. 3 gezeigt, kann der Kopfhörer 1 mit dem Helm 13 integriert sein. Der Helm 13 ist insbesondere ein Schutzhelm. Der Helm 13 mit dem Kopfhörer 1 schützt seinen Träger somit vor Kopfverletzungen und vor Lärm.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### [0070]

- 1 Kopfhörer
- 2 Handwerkzeugmaschine (Bohrhammer)
- 3 erste Empfangseinheit (Mikrofon)
- 4 zweite Empfangseinheit (Bluetooth-Modul)
- 5 Ansteuereinheit
- 6 Lautsprecher
- 7 System
- 8 Sendeeinheit (Bluetooth-Modul)
- 9 erste Detektionseinheit
- 10 zweite Detektionseinheit
- 11 dritte Detektionseinheit
- 12 Steuereinheit
- 13 Helm
- 14 Bohrer

- A Ansteuersignal
- D Drehrate
- I Information
- M Motorsteuerdaten und Motormesswerte
- S Schallwellen
- U Umgebungsgeräusche
- V Vibrationsmesswerte

#### Patentansprüche

1. Kopfhörer (1) zur aktiven Lärmunterdrückung von durch eine Handwerkzeugmaschine (2) erzeugtem Lärm, mit

einer ersten Empfangseinheit (3) zum Empfangen von Umgebungsgeräuschen (U), einer zweiten Empfangseinheit (4) zum Empfangen einer Information (I) von der Handwerkzeugmaschine (2), welche indikativ für eine Schallemission der Handwerkzeugmaschine (2) ist, und einer Ansteuereinheit (5) zum Ansteuern eines Lautsprechers (6) des Kopfhörers (1) mittels eines Ansteuersignals (A), wobei die Ansteuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, das Ansteuersignal (A) zur aktiven Lärmunterdrückung in Ab-

hängigkeit von den empfangenen Umgebungsgeräuschen (U) und von der empfangenen Information (I) zu erzeugen.

2. Kopfhörer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Empfangseinheit (4) dazu eingerichtet ist, als zumindest Teil der Information (I) einen Betriebszustand (M) eines Motors der Handwerkzeugmaschine (2) zu empfangen.

3. Kopfhörer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Empfangseinheit (4) dazu eingerichtet ist, als zumindest Teil der Information (I) einen Drehzustand (D) eines drehbaren Elements (14) der Handwerkzeugmaschine (2) zu empfangen, insbesondere eine Geräte-Drehrate in drei Achsen.

4. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Empfangseinheit (4) dazu eingerichtet ist, als zumindest Teil der Information (I) eine axiale Bewegung eines bewegbaren Elements (14) der Handwerkzeugmaschine (2) zu empfangen, insbesondere eine Schlagfrequenz eines Bohrers.

5. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Empfangseinheit (4) dazu eingerichtet ist, als zumindest Teil der Information (I) eine Schwingungsbewegung (V) der Handwerkzeugmaschine (2) zu empfangen, insbesondere Geräte-Vibrationsmesswerte in drei Achsen.

6. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Empfangseinheit (4) dazu eingerichtet ist, die Information (I) phasengerecht zu den Umgebungsgeräuschen (U) zu empfangen und/oder als zumindest Teil der Information (I) eine Phaseninformation zur Angabe einer Phase zu den Umgebungsgeräuschen (U) zu empfangen.

7. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, die Schallemission der Handwerkzeugmaschine (2) mittels der empfangenen Information (I) zu berechnen und das Ansteuersignal (A) in Abhängigkeit von der berechneten Schallemission und den empfangenen Umgebungsgeräuschen (U) zu erzeugen.

8. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Empfangseinheit (4) dazu eingerichtet ist, als Information (I) die Schallemission der Handwerkzeugmaschine (2) zu empfangen.

9. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ansteuersignal (A) destruktive Interferenzen zur zumindest teilweisen Auslöschung der Schallemission der Handwerkzeugmaschine (2) aufweist. 5
10. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Empfangseinheit (4) ein Bluetooth-Modul ist. 10
11. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Empfangseinheit (3) ein Mikrofon ist.
12. Kopfhörer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** er den Lautsprecher (6) zum Senden von Schallwellen (S) in Abhängigkeit von dem Ansteuersignal (A) aufweist. 15
13. Helm (13) mit einem Kopfhörer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12. 20
14. System (7) mit einem Kopfhörer (1) zur aktiven Lärmmunterdrückung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und einer Handwerkzeugmaschine (2) mit einer Sendeeinheit (8) zum Senden der Information (I), welche indikativ für die Schallemission der Handwerkzeugmaschine (2) ist. 25
15. System nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sendeeinheit (8) ein Bluetooth-Modul zum Senden der Information (I) aufweist. 30

35

40

45

50

55



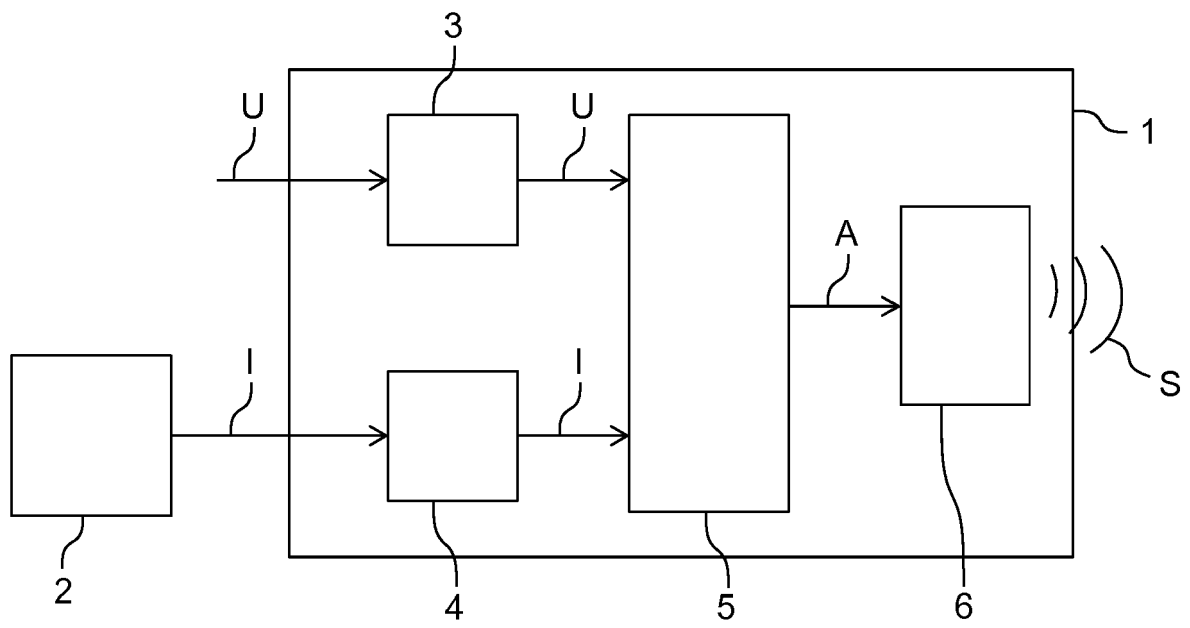


Fig. 1

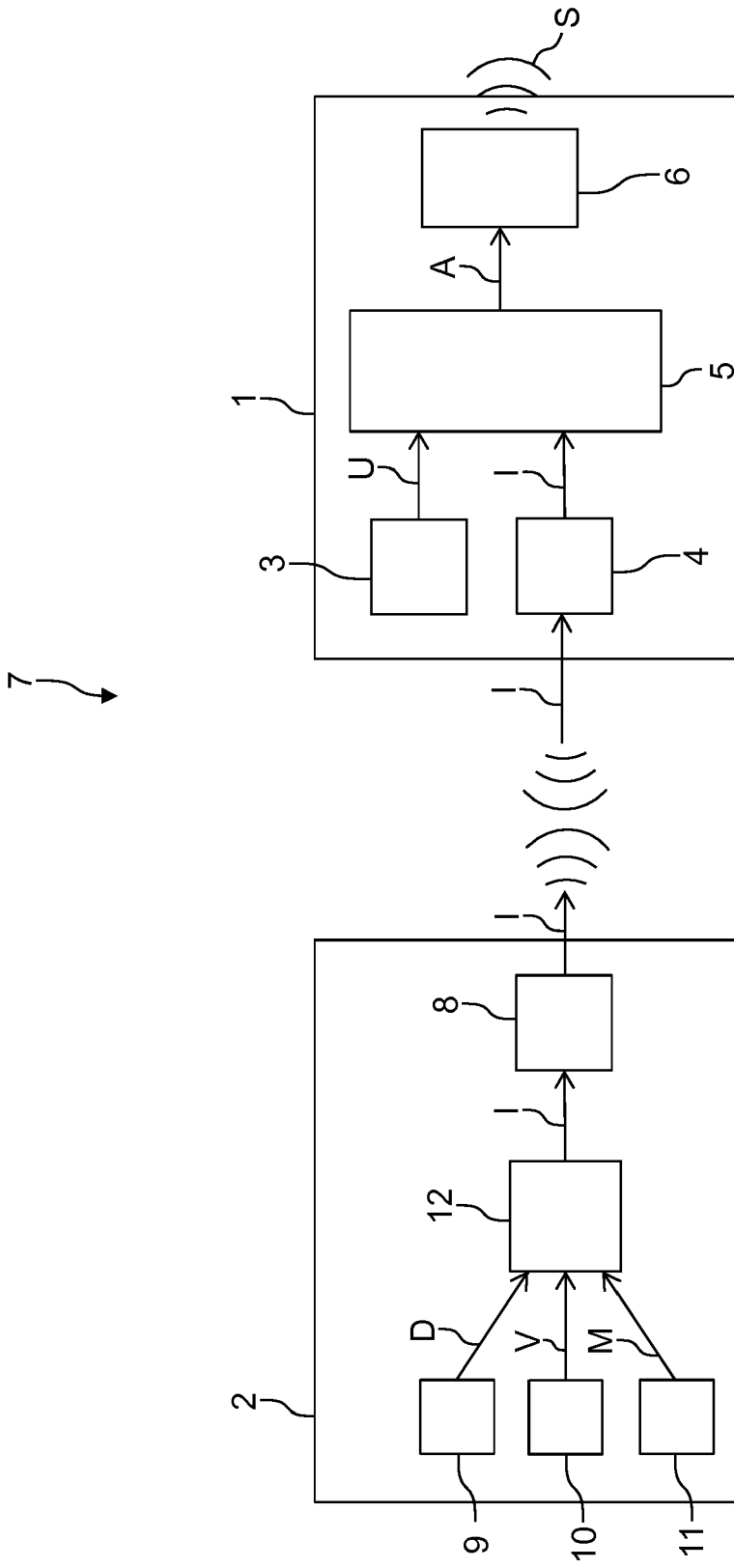


Fig. 2

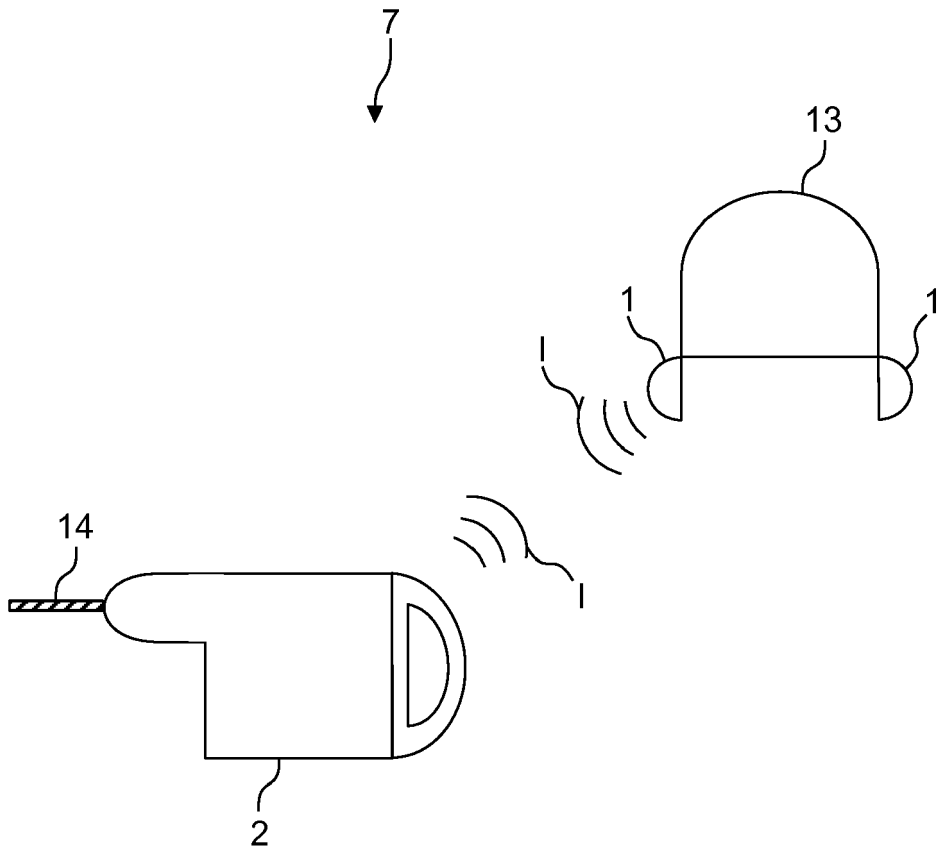


Fig 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 18 8862

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 6 993 140 B1 (CHEN JINSAUN [TW]) 31. Januar 2006 (2006-01-31) * Anspruch 1; Abbildung 1 * -----	1-15	INV. B25F5/00 G10K11/178
Y	WO 2011/072908 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; RUEBSAAMEN HOLGER [DE]; SCHLEGEL ANDREAS [DE]) 23. Juni 2011 (2011-06-23) * Seite 4, Zeilen 17-27; Ansprüche; Abbildung 1 * -----	1-15	
A	EP 3 112 089 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4. Januar 2017 (2017-01-04) * Absatz [0008] * -----	1-15	
A	US 2017/014984 A1 (ROLA MARTIN DOUGLAS [US] ET AL) 19. Januar 2017 (2017-01-19) * Absatz [0031] * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25F G10K B25H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>20. März 2019</b>	Prüfer <b>Popma, Ronald</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 18 8862

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-03-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6993140	B1	31-01-2006	KEINE
WO 2011072908	A1	23-06-2011	CN 102655989 A 05-09-2012 DE 102009054648 A1 16-06-2011 EP 2512748 A1 24-10-2012 RU 2012129662 A 27-01-2014 WO 2011072908 A1 23-06-2011
EP 3112089	A1	04-01-2017	DE 102015212028 A1 29-12-2016 EP 3112089 A1 04-01-2017
US 2017014984	A1	19-01-2017	KEINE

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 5699436 A [0003]
- KR 101529253 B1 [0003]
- US 20110280411 A1 [0003]
- US 20140141724 A1 [0003]
- US 20130083939 A1 [0003]
- US 20090260916 A1 [0003]