



(10) **DE 10 2009 009 273 B4** 2014.08.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 009 273.0**
(22) Anmeldetag: **17.02.2009**
(43) Offenlegungstag: **26.08.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.08.2014**

(51) Int Cl.: **B29C 67/00 (2006.01)**
H04R 31/00 (2006.01)
H04R 25/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Siemens Medical Instruments Pte. Ltd.,
Singapore, SG**

(74) Vertreter:
Maier, Daniel, Dipl.-Ing. Univ., 85221, Dachau, DE

(72) Erfinder:
**Chua, Tze Peng, Singapore, SG; Jorgas,
Matthias, 90469, Nürnberg, DE; Klemenz, Harald,
Singapore, SG; Lim, Eng Cheong, Singapore, SG;
Lim, Pei Chyi Kristy, Singapore, SG; Ma, Nisha
Shakila, Singapore, SG**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 195 38 257 A1

**KLARE, M.; ALTMANN, R.: Rapid
Manufacturing in der Hörgeräteindustrie. In:
RTejournal, 2005, Vol. 2, S. 1-19.**

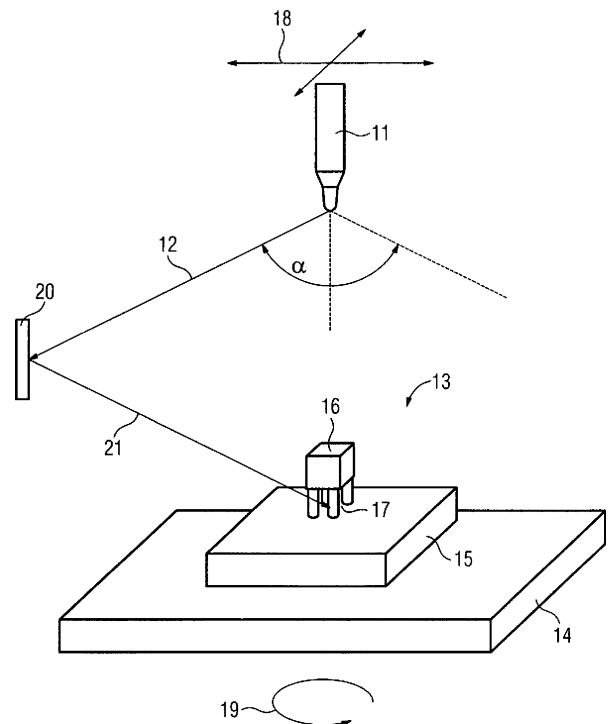
(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Hörgeräts mit indirekter Laserbestrahlung**

(57) Hauptanspruch: Rapid-Prototyping-Verfahren zum Herstellen eines Bauteils eines Hörgeräts durch

- Erzeugen eines Laserstrahls (12) mit dem Laser (11),
- Bereitstellen eines Werkstückträgers (14), der durch den Laser (11) direkt bestrahlbar ist, und
- Aushärten eines Werkstoffs auf dem Werkstückträger (14) mit dem Laserstrahl (12),

gekennzeichnet durch

- Umlenken des Laserstrahls (12), so dass der Werkstückträger mit dem Laser indirekt bestrahlt wird, wobei
- der Werkstückträger (14) einen Werkstückrohling (13) mit einer Hörgeräte-Komponente (16) trägt, unter der sich ein Hohlraum (17) befindet, in dem durch indirekte Bestrahlung (21) mit dem Laser (11) Material durch Aushärten des Werkstoffs aufgebaut wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Rapid-Prototyping-Verfahren zum Herstellen eines Bauelements eines Hörgeräts durch Erzeugen eines Laserstrahls, Bereitstellen eines Werkstückträgers, der durch den Laserstrahl aus einem vorgegebenen Raumwinkelbereich direkt bestrahlbar ist, und Aushärten eines Werkstoffs auf dem Werkstückträger mit dem Laserstrahl.

[0002] Hörgeräte sind tragbare Hörvorrichtungen, die zur Versorgung von Schwerhörenden dienen. Um den zahlreichen individuellen Bedürfnissen entgegenzukommen, werden unterschiedliche Bauformen von Hörgeräten wie Hinter-dem-Ohr-Hörgeräte (HdO), Hörgerät mit externem Hörer (RIC: receiver in the canal) und In-dem-Ohr-Hörgeräte (IdO), z. B. auch Concha-Hörgeräte oder Kanal-Hörgeräte (ITE, CIC), bereitgestellt. Die beispielhaft aufgeführten Hörgeräte werden am Außenohr oder im Gehörgang getragen. Darüber hinaus stehen auf dem Markt aber auch Knochenleitungshörhilfen, implantierbare oder vibrotaktile Hörhilfen zur Verfügung. Dabei erfolgt die Stimulation des geschädigten Gehörs entweder mechanisch oder elektrisch.

[0003] Hörgeräte besitzen prinzipiell als wesentliche Komponenten einen Eingangswandler, einen Verstärker und einen Ausgangswandler. Der Eingangswandler ist in der Regel ein Schallempfänger, z. B. ein Mikrofon, und/oder ein elektromagnetischer Empfänger, z. B. eine Induktionsspule. Der Ausgangswandler ist meist als elektroakustischer Wandler, z. B. Miniaturlautsprecher, oder als elektromechanischer Wandler, z. B. Knochenleitungshörer, realisiert. Der Verstärker ist üblicherweise in eine Signalverarbeitungseinheit integriert. Dieser prinzipielle Aufbau ist in **Fig. 1** am Beispiel eines Hinter-dem-Ohr-Hörgeräts dargestellt. In ein Hörgerätegehäuse **1** zum Tragen hinter dem Ohr sind ein oder mehrere Mikrofone **2** zur Aufnahme des Schalls aus der Umgebung eingebaut. Eine Signalverarbeitungseinheit **3**, die ebenfalls in das Hörgerätegehäuse **1** integriert ist, verarbeitet die Mikrofonsignale und verstärkt sie. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit **3** wird an einen Lautsprecher bzw. Hörer **4** übertragen, der ein akustisches Signal ausgibt. Der Schall wird gegebenenfalls über einen Schallschlauch, der mit einer Otoplastik im Gehörgang fixiert ist, zum Trommelfell des Geräteträgers übertragen. Die Energieversorgung des Hörgeräts und insbesondere die der Signalverarbeitungseinheit **3** erfolgt durch eine ebenfalls ins Hörgerätegehäuse **1** integrierte Batterie **5**.

[0004] Unter dem Begriff „Rapid-Prototyping“ (schneller Prototypaufbau) versteht man ein Verfahren zum schnellen Herstellen von Musterbauteilen ausgehend von Konstruktionsdaten. Insbesondere kann dabei auf den Einsatz aufwändig herzustel-

lender Formen wie etwa beim Spritzguss verzichtet werden. Typische Rapid-Prototyping-Verfahren sind die Stereolithografie (STL oder SLA) und das selektive Lasersintern (SLS).

[0005] Die Stereolithografie ist ein Verfahren, bei dem ein Werkstück durch materialisierende Punkte schichtweise aufgebaut wird. Die Fertigung eines Teils oder mehrerer Teile erfolgt typischerweise vollautomatisch aus am Computer erstellten CAD-Daten. Dabei wird ein lichtaushärtender Kunststoff, z. B. Epoxidharz, von einem Laser in dünnen Schichten ausgehärtet.

[0006] Das selektive Lasersintern hingegen ist ein Verfahren, bei dem räumliche Strukturen durch Sintern aus einem pulverförmigen Ausgangsstoff hergestellt werden. Es handelt sich ebenfalls um ein generatives Schichtbauverfahren. Durch die Wirkung der Laserstrahlen können so beliebige dreidimensionale Geometrien auch mit Hinterschneidungen erzeugt werden, die sich beispielsweise mit konventioneller Gusstechnik nicht herstellen lassen. Als Werkstoffe werden insbesondere Thermoplaste wie beispielsweise Polycarbonate, Polyamide, Polyvinylchlorid aber auch Metalle verwendet.

[0007] Rapid-Prototyping-Verfahren werden bei Hörgeräten insbesondere zur Fertigung von IdO-Hörgeräteschalen verwendet. Jede individuell angefertigte IdO-Hörgeräteschale ist ein Unikat und lässt sich nicht in einem Spritzgussverfahren wirtschaftlich herstellen. Das Rapid-Prototyping-Verfahren ist daher geeignet, aus den individuellen Gehörgangsdaten unmittelbar eine entsprechende Hörgeräteschale zu fertigen. Es können aber auch andere Bauteile eines Hörgeräts wie beispielsweise Rahmen, Tragehaken und sonstige Kunststoffkleinteile mit einem Rapid-Prototyping-Verfahren kostengünstig hergestellt werden, wenn keine Großserien bereitgestellt werden müssen.

[0008] In dem Artikel „Rapid Manufacturing in der Hörgeräteindustrie“ von M. Klare und R. Altmann, erschienen in RPejournal, Ausgabe 2, Seiten 1 bis 19, 2005 ist ein Rapid-Prototyping-Verfahren zur Herstellung von Otoplastiken für Hörgeräte beschrieben. Dabei wird ein Modell der Otoplastik mit Hilfe eines Softwareprogrammes erstellt. Im Anschluss daran wird die Otoplastik mittels Lasersintern oder Stereolithografie hergestellt.

[0009] Die DE 195 38 257 A1 beschreibt ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts, bei dem mittels Stereolithografie zusammen mit dem Objekt eine Stützkonstruktion zum Stützen des Objekts verfestigt wird. Dabei wird die Stützkonstruktion in dreidimensionaler Weise in einen inneren Kernbereich und einen äußeren Kernbereich zerlegt und die Strahlungseinwirkung zur Erzeugung unterschiedli-

cher Eigenschaften beider Bereiche verschieden gesteuert.

[0010] Falls ein Werkstückrohling bereits vor dem Materialaufbau mit einem Rapid-Prototyping-Verfahren eine Komponente trägt, unter der sich – bezogen auf die Bestrahlung mit dem Laser – ein hohler Raum befindet, in welchen der Laser nicht direkt eindringen kann, so kann in diesem Hohlraum durch das Rapid-Prototyping-Verfahren kein Material aufgebaut werden. In solchen Fällen ist es notwendig, dass der Werkstückrohling zunächst ohne diese Komponente bereitgestellt wird, anschließend das Material mit dem Rapid-Prototyping-Verfahren aufgebaut wird und schließlich die Komponente – in der Regel manuell – auf das endgültige Rapid-Prototyping-Werkstück aufgebracht wird. Dadurch muss unter Umständen auf einen automatischen Bestückungsprozess bzw. -schritt verzichtet werden, mit dem sonst die Komponente auf das Werkstück bzw. dem Werkstückrohling aufgebracht wird.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, die Herstellung von Hörgeräten, bei der ein Rapid-Prototyping-Verfahren Teil des Herstellungsprozesses ist, weiter automatisieren zu können.

[0012] Hierzu wird erfindungsgemäß bereitgestellt ein Rapid-Prototyping-Verfahren zum Herstellen eines Bauteils eines Hörgeräts durch

- Erzeugen eines Laserstrahls mit einem Laser,
- Bereitstellen eines Werkstückträgers, der durch den Laserstrahl direkt bestrahlbar ist, und
- Aushärten eines Werkstoffs auf dem Werkstückträger mit dem Laserstrahl,

sowie

- Umlenken eines Laserstrahls, so dass der Werkstückträger mit dem Laser indirekt bestrahlt wird, wobei
- der Werkstückträger einen Werkstückrohling mit einer Hörgeräte-Komponente trägt, unter der sich ein Hohlraum befindet, in dem durch indirekte Bestrahlung mit dem Laser Material durch Aushärten des Werkstoffes aufgebaut wird.

[0013] In vorteilhafter Weise ist es so möglich, beispielsweise einen automatisch hergestellten Werkstückrohling mit Hinterschneidungen auch nachträglich einem Rapid-Prototyping-Verfahren zu unterziehen, bei dem in der Hinterschneidung Material aufgebaut wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Laserstrahl auch indirekt über die Optikeinrichtung zu dem Werkstück gelenkt wird.

[0014] Vorzugsweise umfasst die Optikeinrichtung einen Spiegel. Mit einem Spiegel lässt sich ein Laserstrahl stark umlenken, so dass auch entlegene Hohlräume eines Werkstückrohlings durch den Laserstrahl erreicht werden können.

[0015] In einer speziellen Ausführungsform ist das Rapid-Prototyping-Verfahren ein Stereolithografieverfahren. Damit lässt sich ein Hörgerätebauteil durch Laserhärten aus einem flüssigen Duromer herstellen.

[0016] Alternativ kann das Rapid-Prototyping-Verfahren auch ein selektives Lasersintern sein. In diesem Fall lässt sich das Hörgerätebauteil beispielsweise aus Thermoplasten oder aus einem Metall herstellen.

[0017] Erfindungsgemäß kann der Werkstückträger einen Werkstückrohling mit einer Komponente tragen, unter der sich (bezogen auf den Laser) ein Hohlraum befindet, in dem durch indirekte Bestrahlung mit dem Laser Material durch Aushärten des Werkstoffs aufgebaut wird. Damit kann die Möglichkeit eingeräumt werden, den Werkstückrohling ohne das später durch das Rapid-Prototyping-Verfahren aufgebaute Material zunächst automatisch mit der Komponente zu bestücken. Die Komponente muss also nicht nach dem Rapid-Prototyping-Verfahren von Hand aufgebracht werden, wenn dies vorab automatisch geschehen kann. So können Standardbauteile weiter automatisch vervollständigt werden, bevor sie einer Individualisierung durch das Rapid-Prototyping unterzogen werden.

[0018] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

[0019] Fig. 1 eine Prinzipskizze eines Hörgeräts gemäß dem Stand der Technik und

[0020] Fig. 2 eine Prinzipskizze zum erfindungsgemäßen Rapid-Prototyping-Verfahren.

[0021] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0022] Das nachfolgende Ausführungsbeispiel bezieht sich wie die gesamte Erfindung auf ein Rapid-Prototyping-Verfahren, bei dem zur Fertigung eines Hörgerätebauteils ein Laser zum Aushärten bzw. Auftragen von Material verwendet wird. Insbesondere soll auch auf einen Werkstückrohling, der Hinterschneidungen besitzt, individuell in einem raschen Prozess Material aufgetragen werden können.

[0023] Eine hierzu geeignete Rapid-Prototyping-Vorrichtung ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Es sind lediglich die wesentlichen Komponenten wiedergegeben. Diese sind zunächst ein Laser **1**, der zum Erzeugen eines Laserstrahls **2** dient. Bestrahlt werden soll ein Werkstückrohling **3**, der sich auf einem Werkstückträger **4** befindet. Der Werkstückrohling **3**, der die Basis für das Hörgerätebauteil bildet, ist hier

durch eine Platte **5** und eine darauf montierte Komponente **6** symbolisiert. Bezogen auf die „Blickrichtung“ des Lasers **1** befindet sich unterhalb der Komponente **6** ein Hohlraum **7**, da die Komponente **6** hier auf Stützen auf die Platte **5** montiert ist.

[0024] Bei einigen Rapid-Prototyping-Geräten ist der Laser in einer Ebene oberhalb des Werkstückträgers **4** in gewissen Grenzen gemäß den Pfeilen **8** relativ zu dem zu fertigenden Hörgerätebauteil bzw. Werkstückträger **4** verschiebbar. Ferner ist der Laser oft in einem vorgegebenen räumlichen Winkelbereich (hier symbolisiert durch den Winkel α) schwenkbar. Außerdem lässt sich gegebenenfalls auch der Werkstückträger **4** um seine Achse gemäß Pfeil **9** drehen. Mit diesen Freiheitsgraden des Lasers **1** relativ zu dem Hörgerätebauteil bzw. Werkstückträger **4** können hier aber nicht die Hinterschneidungen des Werkstückrohlings **3** durch ein Rapid-Prototyping-Verfahren mit Material gefüllt werden. Es würden hier also Hinterschneidungen vorliegen, die stets im Schattenbereich des Lasers **1** liegen.

[0025] Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, den Laserstrahl **2** mit Hilfe eines Spiegels **10** umzulenken und das zu fertigende Hörgerätebauteil bzw. den Werkstückrohling **3** so indirekt mit dem Laserlicht zu bestrahlen. Es ist ohne Weiteres zu erkennen, dass der umgelenkte Laserstrahl **11** sehr viel weiter unter die Komponente **6** eindringen kann als der direkte Laserstrahl **2**, der unmittelbar von dem in seinen Bewegungen beschränkte Laser **1** stammt. Wenn der Laser den Werkstückträger demnach ohne den Spiegel **10** nur aus einem vorgegebenen Raumwinkelbereich direkt bestrahlen kann, kann er das zu fertigende Hörgerätebauteil bzw. den Werkstückträger **4** mit Hilfe des Spiegels **10** (sofern dieser geeignet platziert ist) auch aus einem Zusatzwinkelbereich bestrahlen, der außerhalb des vorgegebenen Raumwinkelbereichs liegt. Die indirekte Bestrahlung vergrößert somit den Einfallsbereich des Laserstrahls auf das Werkstück.

[0026] Der Spiegel **10** kann durch eine beliebige andere Optikeinrichtung ersetzt werden, die den Laserstrahl umlenkt. Beispielsweise kann es sich bei der Optikeinrichtung auch um eine Anordnung von mehreren Spiegeln handeln. Außerdem kann der oder die Spiegel auch dynamisch bewegt sein. Des Weiteren kann die Optikeinrichtung auch Elemente zur Lichtbrechung, wie z. B. ein Prisma, aufweisen.

[0027] Gemäß der vorliegenden Erfindung können somit Werkstückrohlinge mit Hinterschneidungen in die Rapid-Prototyping-Vorrichtung eingelegt und verarbeitet werden, die wegen ihrer Hinterschneidungen mit konventionellen Rapid-Prototyping-Vorrichtungen nicht bearbeitet werden könnten. In dem konkreten Beispiel kann nun auch nach dem automatischen Bestücken der Platte **5** mit der Komponente **6** Material auf der Platte **5** gegebenenfalls auch unter

der Komponente **6** durch ein Rapid-Prototyping-Verfahren, wie z. B. Stereolithografie oder selektives Lasersintern, aufgebracht werden. Somit braucht nicht auf das automatische Bestücken der Platte **5** mit der Komponente **6** verzichtet zu werden.

Patentansprüche

1. Rapid-Prototyping-Verfahren zum Herstellen eines Bauteils eines Hörgeräts durch
 - Erzeugen eines Laserstrahls (**12**) mit dem Laser (**11**),
 - Bereitstellen eines Werkstückträgers (**14**), der durch den Laser (**11**) direkt bestrahlbar ist, und
 - Aushärten eines Werkstoffs auf dem Werkstückträger (**14**) mit dem Laserstrahl (**12**), gekennzeichnet durch
 - Umlenken des Laserstrahls (**12**), so dass der Werkstückträger mit dem Laser indirekt bestrahlt wird, wobei
 - der Werkstückträger (**14**) einen Werkstückrohling (**13**) mit einer Hörgeräte-Komponente (**16**) trägt, unter der sich ein Hohlraum (**17**) befindet, in dem durch indirekte Bestrahlung (**21**) mit dem Laser (**11**) Material durch Aushärten des Werkstoffs aufgebaut wird.
2. Rapid-Prototyping-Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Laserstrahl (**12**) mittels eines Spiegels umgelenkt wird.
3. Rapid-Prototyping-Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das als Stereolithografieverfahren ausgeführt wird.
4. Rapid-Prototyping-Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das als selektives Lasersinterverfahren ausgeführt wird.
5. Rapid-Prototyping-Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bauelement eine Schale eines IdO-Hörgeräts ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1
(Stand der Technik)

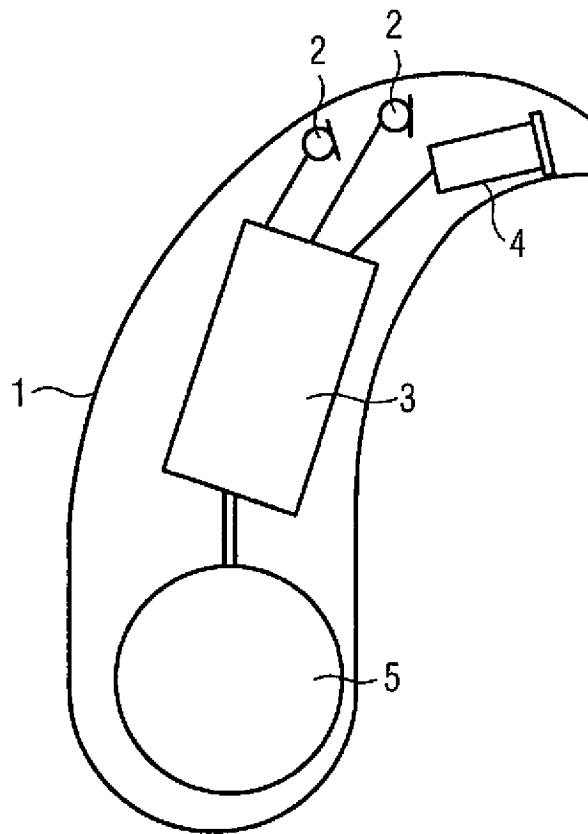


FIG 2

