



(10) **DE 10 2019 131 591 A1** 2021.05.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 131 591.3**

(22) Anmeldetag: **22.11.2019**

(43) Offenlegungstag: **27.05.2021**

(51) Int Cl.: **F16C 33/14 (2006.01)**

**F16C 33/12 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Renk Aktiengesellschaft, 86159 Augsburg, DE**

(74) Vertreter:

**Schlosser, Stefan, Dipl.-Phys., 86153 Augsburg,  
DE**

(72) Erfinder:

**Limmer, Martin, 31157 Sarstedt, DE; Hentschke,  
Christoph, 30173 Hannover, DE; Coninx,  
Christian, 31787 Hameln, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2009 023 797</b>	<b>B4</b>
<b>DE</b>	<b>10 2015 212 955</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005 / 0 221 110</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2015 / 0 047 201</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>4 243 867</b>	<b>A</b>

**Auftragschweißen.** In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 4. Juli 2019, 02:15. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Auftragschwei%C3%9Fen> [abgerufen am 03.08.2020]

**Beiss P. (2013) Pulverherstellung und -charakterisierung.** In: Pulvermetallurgische Fertigungstechnik. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-32032-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32032-3_2)

**Cladding (metalworking).** In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 30. Juni 2019, 20:44. URL: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cladding\\_\(metalworking\)&oldid=904721889](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cladding_(metalworking)&oldid=904721889) [abgerufen am 03.08.2020]

**Journal of Laser Applications 11, 64 (1999);** <https://doi.org/10.2351/1.521888>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers unter Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers unter Verwendung einer der folgenden Legierungen und/oder Materialien, nämlich SnSb8Cu4, SnSb12Cu6Zn, CuSn12Ni2, CuAl10Fe1, Zinn- und Aluminiumbronzen, Aluminiumwerkstoffe und daraus hergestellte Legierungen, zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers, mittels eines laserbasierten Auftragsverfahrens einer dieser Legierungen und/oder Materialien auf einen Grundkörper, wobei die Legierung und/oder das Material zur Auftragsapplikation in der Form eines Pulvers oder eines verdichteten Pulvers oder als Draht vorliegt.

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers und ein Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers unter Verwendung der Legierung und/oder des Materials, insbesondere von Zinnbasislegierungen sowie Bronze- und Aluminiumlegierungen.

**[0002]** Für die Herstellung von hochbelastbaren Metall-Beschichtungen, die als Verbund mit metallischen Trägermaterialien hergestellt werden, sind spezielle hochbelastbare metallische Werkstoffe zu verwenden, welche auf die metallischen Trägermaterialien (Grundkörper) aufgebracht werden. Häufig werden hochbelastbare Werkstoffe auf Zinnbasis eingesetzt, die gute Gleit-, Einlauf-, Einbett- und Notlaufeigenschaften haben. Außerdem müssen Zusatzelemente eingesetzt werden, wenn die Beschichtung thermisch stärker belastet oder die statische und dynamische Belastung der Beschichtung hoch ist, wie bei stoß- und schlagbeanspruchten Lagern. Typische Anwendungsbeispiele sind hochbelastete Lager in Verdichtern, Kolben und Expansionsmaschinen und Walzanlagen.

**[0003]** Bei hydrodynamischen Gleitlagern, die eine Gleitschicht aus einer Zinnbasislegierung („Weißmetall“) aufweisen, erfolgt die Aufbringung der Legierung im Allgemeinen durch das Schleuder- oder Standgussverfahren. Dabei wird der Grundkörper vorher verzinkt, um eine gute Anbindung der nachfolgend aufgetragenen Legierungsschicht zu erreichen.

**[0004]** Um einen guten Verbund zwischen den metallischen Schichten zu erzielen, ist bisher wegen des Haftproblems eine Vorbehandlung der Bindeoberfläche des metallischen Stützkörpers notwendig. Für einen Verbundguss zwischen metallischen Grundkörpern, wie Stahl, Stahlguss, Grauguss, Bronze und zinnhaltigen Beschichtungswerkstoffen werden beispielsweise Beizmittel und/oder eine Verzinnung der Bindeoberfläche benötigt. Dies führt zu aufwendigen, kostenintensiven und häufig auch umweltbelastenden Verfahrensschritten. Bei einigen Verfahren und Werkstoffpaarungen sind zusätzliche metallische Zwischenschichten notwendig, was erheblichen Aufwand mit sich bringt.

**[0005]** Aktuell werden derartige Beschichtungen mittels aufwändigen Gussverfahren hergestellt. Diese erfordern eine genaue Temperaturkontrolle und häufig eine Vorbehandlung des Grundmaterials mit meist toxischen Beizen, wie Zinkchlorid-Verbindungen. Außerdem wird eine gießfähige Legierung benötigt, die ohne Seigerungen oder andere Entmischungphänomene auf dem Trägermaterial aufbringbar ist. Ferner ist bei Gussverfahren eine definierte Erwärmung des Grundkörpers und definier-

te Kühlung nach dem Ausguss notwendig, um eine gute Qualität des Kristallgefüges, hohe Homogenität und Bindung durch gleichmäßige Temperaturführung in beiden Schichten zu erzielen. Nach dem Aufbringen der zinnhaltigen Metallschicht ist außerdem eine spanabhebende Nachbehandlung notwendig, um der Beschichtung ihre endgültige Form zu verleihen. Dies erfordert das Vorsehen einer Gussanlage und entsprechender Überwachungs- und Nachbearbeitungseinrichtungen. In der Praxis ist es bei komplexen Grundkörpern mit stark schwankenden Materialdicken meist schwierig eine kristallin homogene hochbelastbare Metallschicht aufzugießen.

**[0006]** Die Gruppe der „IWK“-Legierungen sind spezielle Zinnbasislegierungen für Gleitlager mit 11-14 % Antimon, 5-7 % Kupfer, 0,1-3 % Bismut, 0,1-2 % Zink und 0,01-0,5 % Tellur. Diese Gruppe kann mit dem herkömmlichen Schleuder- oder Standgussverfahren nur sehr eingeschränkt verarbeitet werden, da die Verzinnung des Grundkörpers zum Erreichen einer guten Anbindung nicht ausreicht. Es ist eine besondere und aufwendige Verzinn-Verzinkungs-Vorbehandlung notwendig. Aus diesem Grund haben sich die „IWK“-Legierungen, trotz herausragender Eigenschaften, am Markt bisher nicht durchgesetzt.

**[0007]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers und ein Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers unter Verwendung der Legierung und/oder des Materials, insbesondere von Zinnbasis-, Bronze- und Aluminiumlegierungen bereitzustellen, das den Herstellungsprozess vereinfacht und die Gleitlagereigenschaften verbessert.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird die Verwendung einer der folgenden Legierungen und/oder Materialien, nämlich SnSb8Cu4, SnSb12Cu6Zn, CuSn12Ni2, CuAl10Fe1, Zinn- und Aluminiumbronzen, Aluminiumwerkstoffe und daraus hergestellte Legierungen, zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers mittels eines laserbasierten Auftragsverfahrens einer dieser Legierungen und/oder Materialien auf einen Grundkörper vorgeschlagen. Die Legierung und/oder das Material zur Auftragsapplikation liegen dabei in der Form eines Pulvers oder eines verdichteten Pulvers bzw. in Drahtform vor.

**[0010]** Bei Verwendung der Legierungen SnSb8Cu4 und SnSb12Cu6Zn ist eine erhöhte Prozesssicherheit, eine gesteigerte Wirtschaftlichkeit und eine verbesserte Bindefestigkeit gegeben. Die Verarbeitung von Zinn- und Aluminiumbronzen, wie z.B. von CuSn12Ni2- und CuAl10Fe1-Pulver in laserbasierten Auftragsverfahren ermöglicht neue Gleitschichtzusam-

mensetzungen. Diese Werkstoffe besitzen gute tribologische Eigenschaften in kritischen Betriebsbedingungen. Erhöhte Belastbarkeit, „Downsizing“ und erhöhte mechanische Kennwerte bei zugleich erhöhten Temperaturbedingungen sind nur einige Potentiale, die effektiv genutzt werden können.

**[0011]** In einer vorteilhaften Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die Legierung eine Zinnbasislegierung mit einem Anteil von 11 - 14 % Antimon, 5 - 7 % Kupfer, 0,1 - 3 % Bismut, 0,1 - 2 % Zink und 0,01 - 0,5 % Tellur ist.

**[0012]** Die verwendeten „IWK“-Legierungen können verwendet werden, ohne dass eine aufwendige Vorbehandlung notwendig ist. Die technologischen Eigenschaften der „IWK“-Legierungen, wie z.B. Festigkeit, Zähigkeit, Kriechfestigkeit und Temperaturfestigkeit übertreffen die bisher etablierten Weißmetalllegierungen. Daher ist der Einsatz besonders unter kritischen Betriebsbedingungen denkbar. Durch die höhere Belastbarkeit können außerdem Potentiale durch „Downsizing“ genutzt werden.

**[0013]** In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die Korngröße des Pulvers 1 - 250 µm beträgt. Auf diese Weise ist die Korngröße der eingesetzten Pulver auf das Verarbeitungsverfahren abgestimmt und dies führt zu optimalen Verarbeitungsergebnissen.

**[0014]** Ferner ist eine Verwendung günstig, bei der die Legierung SnSb12Cu6Zn ohne Kornfeiner aufgetragen wird und in einer weiteren vorteilhaften Variante ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Legierungen und/oder das Material einen reduzierten Anteil von oder keinen Kornfeiner aufweisen.

**[0015]** Bei diesen Legierungen besteht das Potenzial, durch optionales, selektives Weglassen von Kornfeinern wie z. B. Silber, die für den Gießprozess wegen seiner relativ langsamen Abkühlraten prozesssichernd wirken und somit erforderlich sind, die Pulver so abzuwandeln, dass sich gute Ergebnisse und Gefügelagenaufbauten bei laserbasierten Auftragsverfahren mit ihren hierfür charakteristischen schnellen Abkühlraten generieren lassen. Eine Substitution bzw. ein Weglassen von Kornfeinern würde erhebliche wirtschaftliche Vorteile mit sich führen.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Pulver bzw. das verdichtete Pulver mittels eines der Verdünnungsverfahren Gasverdünnung, Wasserverdünnung, Gas-/Wasser-Gemisch-Verdünnung bzw. mittels Pulverherstellungsverfahren, wie beispielsweise dem Plasma Rotating Electrode Process (PREP), oder reibleistungsbasierten Pulverproduktionsprozessen hergestellt.

**[0017]** Außerdem wird erfindungsgemäß ein Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers unter Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials gemäß den vorstehenden Merkmalen, mittels eines laserbasierten Auftragsverfahrens auf einen Grundkörper vorgeschlagen. Die Legierung und/oder das Material zur Auftragsapplikation liegen dabei in der Form eines Pulvers oder eines verdichteten Pulvers bzw. auch in Drahtform vor.

**[0018]** Durch eine inverse Beschichtungsstrategie können wesentliche Vorteile bei der Herstellung des Produktes genutzt werden. Es können mikroporenfreie, gegossene Grundkörper, die zu einem späteren Zeitpunkt als Funktionsschicht (Gleit-/Verschleißschutzschicht) dienen, mit beliebigen Werkstoffkombinationen beschichtet werden. Auf dieser Art lassen sich Bauteile generieren, welche im Herstellprozess weniger Energiedichte erfordern, ggf. schneller herzustellen und somit kosteneffizienter sind.

**[0019]** Vorzugsweise wird das Herstellungsverfahren derart ausgeführt, dass das laserbasierte Auftragsverfahren Laserpulverauftragsschweißen oder Laserdrahtschweißen ist.

**[0020]** In einer weiteren vorteilhaften Variante ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Beschichtung eine Gleitschicht bzw. Verschleißschutzschicht ist und mit einer Dicke von 0,1 - 10 mm auf den Grundkörper aufgetragen wird. Dabei ist günstig, dass die Dicke der Gleitschicht variiert und an den entsprechenden Anwendungsfall angepasst ist.

**[0021]** Weiter vorteilhaft ist es, wenn die Beschichtung als ein Mehrlagenschichtsystem hergestellt wird und ein- oder mehrlagige Pufferlagen aus weiteren Materialien einbezogen werden. Vorteilhaft daran ist, dass die Materialeigenschaften der Beschichtung weiter an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst und für diesen optimiert werden.

**[0022]** In einer alternativen Ausführung des vorliegenden Herstellungsverfahrens ist ferner vorgesehen, dass CuSn12Ni2 pulverisiert wird und in Pulverform, gegebenenfalls auch in Drahtform, in dem laserbasierten Verfahren aufgetragen wird, wobei Vor- und/oder Nachwärmungsprozesse angewendet werden. Da dieses Material momentan nur konventionell gegossen wird und somit nicht erhältlich ist, entsteht ein neu verfügbares Pulver für die Beschichtung, das entsprechend vorstehender Merkmale sehr gute Materialeigenschaften für eine Gleitschicht eines Gleitlagers aufweist.

**[0023]** In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass Grundkörper aus der Legierung unter Hinzunahme der Materialgruppen Zinn- und Aluminiumbronzen sowie weiteren Aluminiumlegierungen hergestellt werden. Dadurch wird die Anbin-

derung der Legierungen und/oder Materialien an den Grundkörper weiter verbessert.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der Grundkörper mittels eines Gießprozesses oder durch additive Fertigung hergestellt und in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass der Grundkörper eine ebene, zylindrische, konvexe oder konkave Struktur aufweist, unter Einschluss der Möglichkeit, eine Innen- bzw. eine Außenbeschichtung durchzuführen. Diese Grundkörper können im Anschluss ihres Herstellungsprozesses ein- oder mehrseitig sowie innen und außenliegend mit gleichen, oder artfremden, metallischen (Eisen- und Nichteisenmetallen) und/oder nichtmetallischen Pulvern mit einer Korngrößenvarianz von 1 - 250 Mikrometern ggf. unter Einsatz einer oder mehrerer Pufferlagen, die ebenfalls aus beliebigen Materialsystemen aufgebaut sind, mit dem Laserpulverauftragsschweißen bzw. dem Laserdrahtschweißen beschichtet werden. Hierbei wird eine Mehrschichtigkeit ermöglicht.

### Patentansprüche

1. Verwendung einer der folgenden Legierungen und/oder Materialien, nämlich SnSb8Cu4, SnSb12Cu6Zn, CuSn12Ni2, CuAl10Fe1, Zinn- und Aluminiumbronzen, Aluminiumwerkstoffe und daraus hergestellte Legierungen, zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers, mittels eines laserbasierten Auftragsverfahrens einer dieser Legierungen und/oder Materialien auf einen Grundkörper, wobei die Legierung und/oder das Material zur Auftragsapplikation in der Form eines Pulvers oder eines verdichteten Pulvers oder in Drahtform vorliegt.

2. Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß Anspruch 1, wobei die Legierung eine Zinnbasislegierung mit einem Anteil von 11 - 14 % Antimon, 5 - 7 % Kupfer, 0,1 - 3 % Bismut, 0,1 - 2 % Zink und 0,01 - 0,5 % Tellur ist.

3. Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Pulverkorngröße/Korngröße des Pulvers 1 - 250 µm beträgt.

4. Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Legierung SnSb12Cu6Zn ohne Kornfeiner aufgetragen wird.

5. Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Legierungen und/oder Materialien einen re-

duzierten Anteil von oder keinen Kornfeiner aufweisen.

6. Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials zur Herstellung einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Pulver bzw. das verdichtete Pulver mittels eines der Verdünnungsverfahren Gasverdünnung, Wasserverdünnung oder Gas-/Wasser-Gemisch-Verdünnung oder einem Pulverherstellungsverfahren Plasma Rotating Electrode Process (PREP) oder reibleistungsbasierten Pulverproduktionsprozessen hergestellt wird.

7. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers unter Verwendung einer Legierung und/oder eines Materials gemäß einem der vorherigen Ansprüche, mittels eines laserbasierten Auftragsverfahrens auf einen Grundkörper, wobei die Legierung und/oder das Material zur Auftragsapplikation in der Form eines Pulvers, eines verdichteten Pulvers oder in Drahtform vorliegt.

8. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß Anspruch 7, wobei das laserbasierte Auftragsverfahren Laserpulverauftragsschweißen oder Laserdrahtschweißen ist.

9. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei die Beschichtung eine Gleitschicht bzw. Verschleißschicht ist und mit einer Dicke von 0,1 - 10 mm auf den Grundkörper aufgetragen wird.

10. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Beschichtung als ein Mehrlagenschichtsystem hergestellt wird und ein- oder mehrlagige Pufferlagen aus weiteren Materialien einbezogen werden.

11. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei CuSn12Ni2 pulverisiert wird und in Pulverform oder in Drahtform in dem laserbasierten Verfahren aufgetragen wird, wobei Vor- und/oder Nachwärmungsprozesse angewendet werden.

12. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei Grundkörper aus der Legierung unter Hinzunahme der Materialgruppen Zinn- und Aluminiumbronzen sowie weiteren Aluminiumlegierungen hergestellt werden.

13. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei der Grundkörper mittels eines Gießprozesses oder durch additive Fertigung hergestellt wird.

14. Herstellungsverfahren einer Gleitschicht eines Gleitlagers gemäß einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei der Grundkörper eine ebene, zylindrische, konvexe oder konkave Struktur aufweist.

Es folgen keine Zeichnungen