



(11) **EP 3 243 585 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(51) Int Cl.:
B22F 3/15 (2006.01) F27B 5/16 (2006.01)
F27B 9/04 (2006.01) F27D 7/02 (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01) C21D 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16001091.4**

(22) Anmeldetag: **13.05.2016**

(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:
MA MD

- **Miklos, Ernst**
85551 Kirchheim (DE)
- **Fieret, Jim**
Bell Hill, Hook Norton OX15 5PS (GB)
- **Foret, Pierre**
80796 München (DE)

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**
Linde AG
Technology & Innovation
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(72) Erfinder:
• **Scholz, Jürgen**
81379 München (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM KODIEREN BEI DER WÄRMEBEHANDLUNG EINES BAUTEILS SOWIE EIN KODIERUNGSGAS ZUM KODIEREN VON BAUTEILEN BEI DER WÄRMEBEHANDLUNG EINES BAUTEILS**

(57) Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Kodieren bei der Wärmebehandlung eines Bauteils vorgesehen. Dieses Verfahren umfasst die folgenden Schritte:
Bereitstellen eines Bauteils,
Erwärmen des Bauteils mit einer Wärmequelle, um das Bauteil einer Wärmebehandlung zu unterziehen.
Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zu zumindest einem vorbestimmten Zeitintervall während des Erwärmens dem Bauteil eine Kodierungskomponente oder ein eine Kodierungskomponente enthaltendes Ko-

dierungsgas derart zugesetzt ist, dass die Verwendung der Kodierungskomponente im fertigen Objekt detektierbar ist, wobei die gasförmige Kodierungskomponente ein oder mehrere Isotope zumindest eines Gases umfasst und der Anteil des zumindest einen Isotops gegenüber dem natürlich vorkommenden Anteil dieses Isotops im Gas verändert ist und Protokollieren von Kodierungsinformationen, welche die Kodierungsinformationen und deren Ort im Bauteil beschreiben.

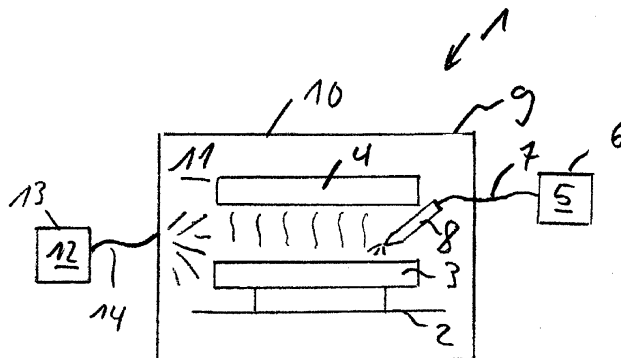


Fig. 2

EP 3 243 585 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kodieren bei der Wärmebehandlung eines Bauteils sowie ein Kodierungsgas zum Kodieren von Bauteilen bei der Wärmebehandlung eines Bauteils.

[0002] Die Wärmebehandlung ist ein Verfahren oder eine Verbindung mehrerer Verfahren zur Behandlung eines Bauteiles, wobei das Bauteil Änderungen der Temperatur oder des Temperaturablaufes unterworfen wird, um bestimmte Werkstoffeigenschaften zu erzielen. Dabei können umgebende Mittel Änderungen, z.B. des Kohlenstoff- oder Stickstoffgehaltes, herbeiführen.

[0003] Unter Wärmebehandlung werden Verfahren zur Behandlung von Werkstoffen durch thermische, chemisch-thermische oder mechanisch-thermische Einwirkung verstanden um, optimale Gebrauchseigenschaften zu erreichen.

[0004] In der Wärmebehandlung unterscheidet man grundsätzlich zwischen Verfahren, die eine durchgreifende Gefügeumwandlung bewirken und Verfahren, die lediglich eine Umwandlung an der Oberfläche eines Bauteiles verursachen. Zu den erstgenannten Verfahren gehören beispielsweise das Glühen und das Härten, d. h. die thermischen Verfahren. Die zweitgenannten Verfahren zählen zu den Diffusions- und Beschichtungsverfahren bzw. zu den thermochemischen Verfahren (z. B. Aufkohlen, Einsatzhärten, Nitrieren, Borieren).

[0005] Eine weitere Möglichkeit der Einteilung kann in fertigungsorientierte oder beanspruchungsorientierte Verfahren erfolgen.

[0006] Fertigungsorientierte Verfahren sind das Spannungsarmglühen, das Weichglühen, das Normalglühen, das Grobkornglühen, das Diffusionsglühen, das Rekristallisationsglühen und das Vergüten.

[0007] Unter Glühen versteht man das Anwärmen, Durchwärmen und Abkühlen von Halbzeugen und Werkstücken zur Erzielung definierter Werkstoffeigenschaften. Glühen ist ein Teilgebiet der Wärmebehandlung und zählt zu den Fertigungsverfahren durch Änderung der Stoffeigenschaft.

[0008] Man unterteilt den Glühvorgang zumeist in mindestens drei Phasen:

- Anwärmen (auch Aufwärmen oder Hochwärmen)

[0009] In der Anwärmphase wird das Werkstück auf die Haltetemperatur gebracht.

- Halten

[0010] In der Haltephase wird das Werkstück bei einer konstanten Haltetemperatur gehalten. Sie dient dem Temperaturengleich im Werkstück und der Gleichgewichtseinstellung chemischer und physikalischer Vorgänge im Werkstoff. Die dazu notwendige Dauer wird Haltezeit genannt und ist außer von dem zu erzielenden Ergebnis auch von der Werkstückgeometrie und der Anordnung der Werkstücke im Glühofen bzw. der Wärmebehandlungsanlage abhängig.

- Abkühlen

[0011] In der Abkühlphase wird das Werkstück wieder auf Umgebungstemperatur gebracht.

[0012] Beanspruchungsorientierte Verfahren sind die thermische Wärmebehandlung und die thermochemische Wärmebehandlung.

[0013] Verfahren zur thermischen Wärmebehandlung sind z.B. das Härten, das Vergüten, das Bainitisieren und das Randschichthärten.

[0014] Das Härten von Stahl bewirkt eine Erhöhung seiner mechanischen Widerstandsfähigkeit durch gezielte Änderung und Umwandlung seines Gefüges. Es kann durch Wärmebehandlung mit anschließendem schnellem Abkühlen erfolgen. Beispiele für das Härten sind z.B. die Umwandlungshärtung, die Ausscheidungshärtung und die Kaltverfestigung.

[0015] Das Vergüten beschreibt die kombinierte Wärmebehandlung von Metallen, bestehend aus Härten und anschließendem Anlassen. Im Allgemeinen ist hierbei der Werkstoff Stahl gemeint, jedoch auch bei Nichteisenmetallen wie Titanlegierungen ist diese Art von thermischer Gefügebildung und -änderung üblich.

[0016] Verfahren zur thermochemischen Wärmebehandlung sind z. B. das Aufkohlen, das Carbonitrieren, das Nitrieren, das Alumieren, das Silicieren, das Vanadieren, das Borieren und das Nitrocarburieren.

[0017] Vor allem Werkstoffe wie Metalle und deren Legierungen sowie Kunststoffe werden zur gezielten Einstellung ihrer Eigenschaften wärmebehandelt. Wärmebehandlungen an Keramiken werden üblicherweise nur im Rahmen des Herstellungsprozesses (beim Sintern) durchgeführt.

[0018] Sintern ist ein Verfahren zur Herstellung oder Veränderung von Werkstoffen. Dabei werden feinkörnige keramische oder metallische Stoffe - oft unter erhöhtem Druck - erhitzt, wobei die Temperaturen jedoch unterhalb der Schmelztemperatur der Hauptkomponenten bleiben, so dass die Gestalt (Form) des Werkstückes erhalten bleibt. Dabei kommt es in der Regel zu einer Schwindung, weil sich die Partikel des Ausgangsmaterials verdichten und Porenräume

aufgefüllt werden. Man unterscheidet grundsätzlich das Festphasensintern und das Flüssigphasensintern, bei dem es auch zu einer Schmelze kommt.

[0019] Beim Sintern werden zumeist körnige oder pulverige Stoffe vermischt und dann durch Erwärmung miteinander verbunden oder verdichtet. Im Gegensatz zur reinen Schmelze werden hierbei jedoch keine oder zumindest nicht alle Ausgangsstoffe aufgeschmolzen. Die Ausgangsstoffe werden also, umgangssprachlich formuliert, "zusammengebacken". Es handelt sich deshalb um ein Urformverfahren.

[0020] Beim Sintern vergrößern sich die einzelnen Körner, so dass die Oberflächenenergie sinkt. Zugleich steigt der Anteil abgesättigter chemischer Bindungen, so dass sich der Körper insgesamt verfestigt.

[0021] Heißisostatisches Pressen (HIP) ist eine Entwicklung in der Fertigungstechnik, bei der Pulver und Feststoffe, besonders Keramiken und Metalle, gleichzeitig heiß gepresst und gesintert werden. Das Bauteil wird dabei in einen deformierbaren, dichten Behälter eingesetzt. Dieser Behälter kommt in einen beheizbaren Druck-Kessel und das Bauteil wird bei Temperaturen bis zu 2000 °C und Drücken von 100 bis 200 MPa unter Schutzgas verdichtet. Der Gasdruck wirkt so von allen Seiten auf das Werkstück, so dass das Bauteil isotrope Eigenschaften erhält. Offene Poren können dabei nicht nachverdichtet werden, da das Gas in diese Poren eindringen wird. Das Nachverdichten kann nur bei geschlossener Porosität erfolgen.

[0022] Ein übergreifendes Problem bei der Wärmebehandlung von Bauteilen besteht darin, dass es momentan nicht möglich ist, Bauteile auf einfache und sichere Weise von Fälschungen bzw. billigen Kopien zu unterscheiden. Es ist meist schwierig festzustellen, ob ein Bauteil vom Originalhersteller (Original Equipment Manufacture (OEM)) hergestellt ist oder ob ein Bauteil eine von einem Dritten hergestellte Kopie ist, da diese sich auf Grund ihres Erscheinungsbildes kaum voneinander unterscheiden lassen. Jedoch können erhebliche qualitative Unterschiede (Festigkeit, Elastizität, Härte, Porosität, Duktilität, etc.) bestehen.

[0023] Insbesondere ist problematisch, dass es das generative Fertigen ermöglicht Bauteile ohne aufwändige Entwicklungs- oder Produktionskosten bzw. Herstellungsverfahren in geringer Stückzahl einfach nachzubauen bzw. zu fälschen

[0024] In der Industrie besteht der Bedarf an eindeutigen Kennzeichnungen der Bauteile, um besonders bei Schadensfällen die Haftungsfrage klären zu können.

[0025] Bestehende Möglichkeiten zum Kodieren eines Bauteils mittels Prägen oder Gravieren sind hinsichtlich der Geometrie oder der Funktionalität des Bauteils beschränkt. Beispielsweise ist das Oberflächengravieren mittels Laser wirtschaftlich nur sinnvoll, wenn dieses in den Herstellungsprozess integriert ist. Zudem erfordert es eine spezielle Positionierung des Laserstrahls hinsichtlich seines Winkels bezüglich des Bauteils. Sogenannte DNA-paintings sind leicht entfernbar. Zudem ist es bekannt, Bauteile mittels Radiofrequenzverfahren zu identifizieren. Diese Technologie ist jedoch sehr teuer und insbesondere ist es schwierig uns kostspielig, diese auf einzelne Bauteile aufzubringen. Daher markieren Hersteller zumeist eine komplette Vorrichtung bzw. eine Maschine an einer einzelnen Stelle und nicht jedes einzelne Bauteil dieser Maschine. Daher schützt eine derartige Markierung einer kompletten Maschine nicht vor Fälschungen, wenn beispielsweise Ersatzteile in diese Maschine eingebaut werden.

[0026] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein einfaches, sicheres und zuverlässiges Verfahren zum Kodieren bei der Wärmebehandlung von Bauteilen bereitzustellen, möglichst ohne zusätzliche Arbeitsschritte.

[0027] Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0028] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Kodieren bei der Wärmebehandlung eines Bauteils vorgesehen. Dieses Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

Bereitstellen eines Bauteils,
Erwärmen des Bauteils mit einer Wärmequelle, um das Bauteil einer Wärmebehandlung zu unterziehen.

[0029] Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zu zumindest einem vorbestimmten Zeitintervall während des Erwärmens dem Bauteil eine Kodierungskomponente oder ein eine Kodierungskomponente enthaltendes Kodierungsgas derart zugesetzt ist, dass die Verwendung der Kodierungskomponente im fertigen Objekt detektierbar ist, und Protokollieren von Kodierungsinformationen, welche die Kodierungsinformationen und deren Ort im Bauteil beschreiben.

[0030] Die gasförmige Kodierungskomponente kann ein oder mehrere Isotope zumindest eines Gases umfassen, wobei der Anteil des zumindest einen Isotops gegenüber dem natürlich vorkommenden Anteil dieses Isotops im Gas verändert ist.

[0031] Die Kodierungskomponente kann auch gasförmige Legierungselemente umfassen, wobei der Anteil des gasförmigen Legierungselements vorzugsweise derart gewählt ist, dass das gasförmige Legierungselement die Materialeigenschaften des Bauteils nur unwesentlich verändert.

[0032] Die Einlagerung der gasförmigen Legierungselemente ist derart groß, dass die Legierungselemente im fertigen Bauteil z.B. mittels metallurgischer und/oder chemischer und/oder Magnet Resonanz Analyseverfahren detektierbar sind. Unter Protokollieren kann das bauteilbezogene Speichern der Daten in elektronischer Form oder das Ausdrucken der

Informationen auf einem Zertifikat, z.B. auch in maschinenlesbarer Form verstanden werden.

[0033] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, ein Bauteil auf einfache und kostengünstige Weise sicher und zuverlässig zu kodieren.

[0034] Insbesondere ist es vorteilhaft, dass zum Kodieren des Bauteils kein zusätzlicher Fertigungsschritt notwendig ist. Das Kodieren erfolgt dadurch, dass zumindest zu einem vorbestimmten Zeitintervall während des Erwärmens des Bauteils das Bauteil zumindest bereichsweise mit einer Kodierungskomponente beaufschlagt wird. Ist diese gasförmige Kodierungskomponente chemisch aktiv, geht sie mit dem Metall eine Reaktion ein und das Reaktionsprodukt (z.B. ein Oxid, Nitrid, Carbid) wird in die metallische Struktur eingebettet. Aber auch Kodierungsmoleküle die nicht reagieren (weil z.B. die lokale Temperatur zu niedrig ist) können in die kleinen Zwischenräume der körnigen Struktur eingefangen werden. Dieser Mechanismus funktioniert auch bei inerten Gasen, die können in ihrem Ursprungszustand im Bauteil gefangen bleiben.

[0035] Die Kodierungskomponente kann im fertigen Bauteil beispielsweise mittels chemischer Analyseverfahren oder mittels eines Massenspektrometers detektiert werden. Das kann in einem Labor oder mit mobilen Geräten erfolgen.

[0036] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Produktionsparameter aufgrund des Kodierens nicht verändert oder angepasst werden müssen.

[0037] Zudem ist vorteilhaft, dass die Kodierung keinen zusätzlichen Produktionsschritt erfordert.

[0038] Das Protokollieren von Kodierungsinformationen kann bspw. das Abspeichern von Kodierungsinformationen in einer Datenbank, auf einem Chip, etc. umfassen.

[0039] Die Kodierung kann über ein komplettes Bauteil oder nur gezielt an vorbestimmten Stellen oder Bereichen des Bauteiles eingebracht werden.

[0040] Dadurch, dass die Kodierungsinformationen protokolliert und/oder in einer Datenbank abgespeichert werden, wird genau festgehalten bzw. protokolliert, zu welchem Zeitpunkt welche Kodierungskomponente, an welcher Stelle des Bauteiles angebracht wurde..

[0041] Die Kodierungsinformationen können Angaben über die Art und/oder den Anteil der Kodierungskomponente und/oder über die Lage der Kodierungskomponente im Objekt und/oder über die Seriennummer des Objekts enthalten.

[0042] Aufgrund der Kodierungsinformationen lässt sich zu einem späteren Zeitpunkt auf einfach Art und Weise feststellen, nämlich indem der Bereich des Bauteils, in dem die Kodierungskomponente eingebracht wurde, untersucht wird, ob es sich um ein Originalbauteil handelt oder nicht.

[0043] Eine solche Kodierung ist nahezu fälschungssicher, da einem potenziellen Fälscher die Kodierungsinformationen nicht zur Verfügung stehen und diese von außen nicht sichtbar sind.

[0044] Somit kann anhand der Kodierungsinformationen das fertige Objekt hinsichtlich seiner Kodierungskomponente beispielsweise mittels eines chemischen Analyseverfahrens oder mittels eines Massenspektrometers detektiert werden.

[0045] Unter einer Wärmebehandlung wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein fertigungsorientiertes Verfahren wie z.B. das Spannungsarmglühen, das Weichglühen, das Normalglühen, das Grobkornglühen, das Diffusionsglühen, das Rekristallisationsglühen und das Vergüten oder ein beanspruchungsorientiertes Verfahren zur thermischen Wärmebehandlung wie z.B. das Härten, das Vergüten, das Bainitisieren und das Randschichthärten oder ein beanspruchungsorientiertes zur thermochemischen Wärmebehandlung, wie z.B. das Aufkohlen, das Carbonitrieren, das Nitrieren, das Alumieren, das Silicieren, das Vanadieren, das Borieren und das Nitrocarburieren oder das Sintern oder das Heißisostatische Pressen (HIP) verstanden.

[0046] Diesbezüglich wird auf die in der Beschreibungseinleitung genannten Verfahren zur Wärmebehandlung Bezug genommen.

[0047] Die der Wärmebehandlung unterworfenen Bauteile können im Rahmen der vorliegenden Erfindung aus Materialien wie z.B. Polymer, Keramik, Kunstharz, Kunststoff und vorzugsweise Metall ausgebildet sein.

[0048] Ein generatives Fertigen, bei dem ein Bauteil schichtweise aufgebaut wird, wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht als Wärmebehandlung angesehen.

[0049] Weiterhin kann dem Bauteil zumindest während der Wärmebehandlung ein Prozessgas zugeführt werden.

[0050] Das Prozessgas kann ein inertes Gas, wie z.B. Argon, Helium, Neon, Krypton, Xenon oder Radon oder ein Aktivgas, wie z.B. O₂, CO₂, H₂, und N₂, oder auch Mischungen daraus umfassen.

[0051] Eine Mischung aus Prozessgas und Kodierungskomponente wird im Folgenden als Kodierungsgas bezeichnet.

[0052] Als Kodierungskomponente, die mit einem entsprechenden Prozessgas vermischt oder auch in reiner Form verwendet werden kann, ist vorzugsweise Sauerstoff 18 Kohlendioxid (C¹⁸O₂), Kohlenstoff 13 Kohlendioxid (¹³CO₂), Kohlenstoff 13 Kohlenmonoxid (¹³CO), Deuterium (D₂), Stickstoff 15 (¹⁵N₂) und Sauerstoff 18 (¹⁸O₂) vorgesehen.

[0053] Die Kodierungskomponente umfasst somit beispielsweise ein oder mehrere Isotope eines Gases, vorzugsweise des Prozessgases, wobei der Anteil eines Isotops gegenüber dem natürlichen Anteil der Isotope im Gas verändert ist. Das bedeutet das Verhältnis der Isotope ist gegenüber dem natürlich vorkommenden Verhältnis verändert. Beispielsweise bei Stickstoff das Verhältnis von ¹⁴N (Häufigkeit = 99,634) zu ¹⁵N (Häufigkeit = 0,366) derart verändert, dass der Anteil an ¹⁵N erhöht und der Anteil an ¹⁴N verringert ist oder umgekehrt. Beispielsweise bei Kohlenstoff das Verhältnis von ¹²C (Häufigkeit = 98,9) zu ¹³C (Häufigkeit = 1,1) derart verändert, dass der Anteil an ¹³C erhöht und der Anteil an

^{12}C verringert ist oder umgekehrt. Beispielsweise kann bei Wasserstoff das Verhältnis von ^1H (Häufigkeit = 98,9885) zu ^2H (Häufigkeit = 0,0115) derart verändert werden, dass der Anteil an ^2H erhöht und der Anteil an ^1H verringert ist oder umgekehrt.

[0054] Es kann bspw. vorgesehen sein, dass die Häufigkeit der Isotope gegenüber der natürlich vorkommenden Häufigkeit in etwa um oder mehr als 0,5% oder 1,0% oder 1,5% oder 2,5% oder 5,0% oder 10,0% oder 25% oder 50,0% oder 75% oder 100% oder 150% oder 200% oder 500% oder 1000% erhöht oder verringert ist.

[0055] Als Isotope sind vorzugsweise Stickstoff 15 und Stickstoff 14 und/oder Kohlenstoff 12, Kohlenstoff 13 und/oder Kohlenstoff 14 und/oder auch beispielsweise Sauerstoff-16 und/oder Sauerstoff 18 vorgesehen. Weiterhin kann auch Argon -36, -38, -39, -40 vorgesehen sein. Argon ist zwar inert und reagiert nicht mit dem Werkstoff, da aber insbesondere bei den Pulverbettverfahren keine 100% Bauteildichte erreicht wird, ist es möglich gasförmige Einschlüsse zur Kodierung vorzusehen.

[0056] Grundsätzlich denkbar ist auch die Verwendung von Wasserstoff 2 oder Wasserstoff 3 sowie Helium 3 und Helium 4 Isotopen.

[0057] Um komplexere Kodierungen vorzusehen, können auch zwei oder mehr verschiedene Isotope in der Kodierungskomponente enthalten sein. Demgemäß kann die Kodierungskomponente ein oder mehrere andere als die natürlich vorkommenden Isotope des Prozessgases umfassen. Bspw. können Sauerstoff-Isotope mit Stickstoff-Isotopen oder auch C-Isotope im CO_2 mit H-Isotopen in H_2 kombiniert werden

Als Wärmequelle kann eine Heizeinrichtung, die z.B. Strahlungsheizeinrichtung, eine Konvektionsheizeinrichtung oder eine Kontakttheizeinrichtung vorgesehen sein.

[0058] Weiterhin ist erfindungsgemäß eine Vorrichtung zum Kodieren von Bauteilen bei der Wärmebehandlung vorgesehen. Diese umfasst eine Aufnahmeeinrichtung auf der ein Bauteil anordbar ist, und eine Wärmequelle zum Erwärmen des Bauteils, um das Bauteil einer Wärmebehandlung zu unterziehen.

[0059] Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Kodierungskomponentenzuführeinrichtung vorgesehen ist, die mit einer Steuereinrichtung derart verbunden ist, dass zu zumindest einem vorbestimmten Zeitintervall während des Schmelzens dem Bauteil eine Kodierungskomponente oder ein eine Kodierungskomponente enthaltendes Kodierungsgas derart zugeführt wird, dass die Verwendung der Kodierungskomponente im fertigen Objekt detektierbar ist, wobei die gasförmige Kodierungskomponente vorzugsweise ein oder mehrere Isotope zumindest eines Gases umfasst und der Anteil des zumindest einen Isotops gegenüber dem natürlich vorkommenden Anteil dieses Isotops im Gas verändert ist und/oder wobei die gasförmige Kodierungskomponente gasförmige Legierungselemente enthält.

[0060] Zudem kann eine Datenbank zum Abspeichern von Kodierungsinformationen vorgesehen sein.

[0061] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechen im Wesentlichen den Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0062] Weiterhin kann die Kodierungskomponentenzuführeinrichtung eine Mischkammer zum Beimischen der Kodierungskomponente zum Prozessgas umfassen, wobei aus der Mischkammer dem Bauteil zumindest bereichsweise eine Kodierungskomponente oder ein Prozessgas oder eine Mischung aus Prozessgas und Kodierungskomponente zuführbar ist. Demgemäß weist die Mischkammer einen ersten Einlass zum Zuführen eines Prozessgases und einen zweiten Einlass zum Zuführen einer Kodierungskomponente oder einen zweiten Einlass zum Zuführen eines eine Kodierungskomponente enthaltenden Prozessgases und einen Auslass der mit einer Düse verbunden ist auf. Eine solche externe Mischkammer ist vorteilhaft, da sich bestehend Anlagen bzw. Vorrichtungen damit derart erweitern lassen, dass eine Kodierung eines Bauteils möglich ist.

[0063] Die Kodierungskomponentenzuführeinrichtung kann auch eine Düse umfassen, um ein Bauteil lokal während der Wärmebehandlung mit einer Kodierungskomponente zu beaufschlagen. Diese Düse kann bspw. mittels einer Robotereinrichtung automatisch verfahrbar sein.

[0064] Weiterhin kann eine Prozesskammer vorgesehen sein.

[0065] Die Prozesskammer kann auch selbst zwei Einlässe aufweisen, wobei ein Einlass zum Zuführen von Prozessgas und der andere Einlass zum Zuführen einer Kodierungskomponente oder eines eine Kodierungskomponente enthaltenden Prozessgases (Premix) aus entsprechenden Vorratsbehältern vorgesehen ist

[0066] Das Prozessgas ist derart ausgebildet bzw. zusammengesetzt, dass es die chemisch metallurgisch erwünschten Eigenschaften des Bauteiles gewährleisten kann und zusätzlich eine eindeutige Bauteilkennzeichnung bzw. Kodierung ermöglicht. Somit müssen bauteilbezogene Prozessgase mit entsprechender Kodierungskomponente bereitgestellt werden. Die Kodierungskomponente kann somit auch als Premix aus einem Gasvorratsbehälter bereitgestellt werden, der sowohl Prozessgas als auch einen entsprechenden Anteil an Kodierungskomponente enthält. Dieser den Premix enthaltende Gasvorratsbehälter bildet dann die Kodierungskomponentenzuführeinrichtung aus.

[0067] Die Kodierungskomponentenzuführeinrichtung kann somit die Mischkammer, der Premix-Vorratsbehälter oder der Vorratsbehälter enthaltend die Kodierungskomponente sein.

[0068] Die Zugabe der Kodierungskomponente kann von einer Steuereinrichtung gesteuert werden. Diese Steuereinrichtung kann eine Kodierungskomponentenregelereinrichtung mit einem geschlossenen Regelkreis umfassen, die die

EP 3 243 585 A1

Zugabe regelt. Die Kodierungskomponentenreglereinrichtung erfasst mittels eines Sensors ein Ist-Wert eines oder mehrerer Volumenströme in der Prozesskammer und/oder der Mischkammer, vergleicht diesen mit einem vorgegebenen Sollwert eines oder mehrerer Volumenströme und über ein Stellglied wird dann der vorgegebenen Sollwert eingestellt.

[0069] Unter Volumenstrom bzw. Ströme werden die Werte der entsprechenden Gasströme verstanden, die von der Kodierungskomponentezuführeinrichtung der Prozesskammer zugeführt werden.

[0070] Weiterhin ist erfindungsgemäß ein Kodierungsgas zum Kodieren bei der Wärmebehandlung eines Bauteils vorgesehen. Dieses Kodierungsgas umfasst ein Prozessgas und zeichnet sich dadurch aus, dass das Prozessgas eine Kodierungskomponente enthält, wobei die gasförmige Kodierungskomponente ein oder mehrere Isotope zumindest eines Gases umfasst und der Anteil des zumindest einen Isotops gegenüber dem natürlich vorkommenden Anteil dieses Isotops im Gas verändert ist.

[0071] Durch Verwendung eines derartigen Kodierungsgases ist eine nachträgliche eindeutige Kennzeichnung bzw. Identifikation eines Bauteiles möglich. Die Kodierungskomponente des Kodierungsgases wird und während des Fertigungsprozesses in das Bauteil eingebracht und Bestandteil des Bauteiles.

[0072] Das Prozessgas kann ein inertes Gas, wie z.B. Argon, Helium, Neon, Krypton, Xenon oder Radon und/oder ein Aktivgas, wie z.B. O₂, CO₂, H₂, und N₂ oder auch Mischungen daraus umfassen.

[0073] Die Kodierungskomponente kann vorzugsweise Sauerstoff 18 Kohlendioxid (C18O₂), Kohlenstoff 13 Kohlendioxid (13CO₂), Kohlenstoff 13 Kohlenmonoxid (13CO₂), Deuterium (D₂), Stickstoff 15 (15N₂) und Sauerstoff 18 (18O₂) oder auch Mischungen daraus umfassen.

[0074] Die Häufigkeit des Isotops kann gegenüber der natürlich vorkommenden Häufigkeit in etwa um 0,5% oder um 1,0% oder um 1,5% oder um 2,5% oder um 5,0% oder um 10,0% oder um 25% oder um 50,0% oder um 75% oder um 100% oder um 150% oder um 200% oder um 500% oder um 1000% erhöht oder verringert sein.

[0075] Beispiele für konkrete Vorgaben zur Erhöhung oder Verringerung der Isotopenverhältnisse sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Art der Kodierung	Element	Art des Isotops das zum Anreichern eines Basisgases verwendet wird um eine Codierung vorzusehen	Natürlich vorkommende Konzentration der Isotope	Mögliche Moleküle	Bereich der Isotopen Zudosierung zu einem Basisgas
Inerte Isotope, zum Einlagern in Mikroporositäten eines Bauteiles	Ar	³⁶ Ar	³⁶ Ar: 0.337% ³⁸ Ar: 0.063% ⁴⁰ Ar: 99.6%	N/A	Zwischen dem 1.1-fachen und dem 10-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.9-fachen des natürlichen Anteils
	He	³ He	³ He: 0.000137% Rest: ⁴ He	N/A	Zwischen dem 1.1-fachen und dem 10-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.9-fachen des natürlichen Anteils
	H	² H	² H: 0.012% Rest ¹ H	² H ₂ ² H ¹ H N ² H ₃	² H ₂ : Zwischen 1 ppm und 10 ppm ² H ¹ H: Zwischen dem 1.1-fachen und dem 10-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.9-fachen des natürlichen Anteils N ² H ₃ : Zwischen 1 ppm und 10 ppm

EP 3 243 585 A1

(fortgesetzt)

Art der Kodierung	Element	Art des Isotops das zum Anreichern eines Basisgases verwendet wird um eine Codierung vorzusehen	Natürlich vorkommende Konzentration der Isotope	Mögliche Moleküle	Bereich der Isotopen Zudosierung zu einem Basisgas
	Kr	^{78}Kr ^{82}Kr ^{84}Kr ^{86}Kr	^{78}Kr : 0.35% ^{80}Kr : 2.25% ^{82}Kr : 11.6% ^{83}Kr : 11.5% ^{84}Kr : 17.3% ^{86}Kr : 17.3%	N/A	^{78}Kr und ^{82}Kr : Zwischen dem 1,1-fachen und dem 10-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.9-fachen des natürlichen Anteils. Andere: Zwischen dem 1,001-fachen und dem 1,1-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.99-fachen des natürlichen Anteils
	Ne	$^{20}\text{Ne}^{21}\text{Ne}^{22}\text{Ne}$	^{20}Ne : 90.48% ^{21}Ne : 0.27% ^{22}Ne : 9.25%	N/A	^{21}Ne und ^{22}Ne : Zwischen dem 1,001-fachen und dem 1,1-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.99-fachen des natürlichen Anteils
	Xe	^{124}Xe ^{129}Xe ^{131}Xe ^{132}Xe ^{134}Xe ^{136}Xe	^{124}Xe : 0.095% ^{126}Xe : 0.089% ^{128}Xe : 1.91% ^{129}Xe : 26.4% ^{130}Xe : 4.07% ^{131}Xe : 21.2% ^{132}Xe : 26.9% ^{134}Xe : 10.4% ^{136}Xe : 8.86%	N/A	^{124}Xe , ^{129}Xe : Zwischen dem 1,1-fachen und dem 10-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.9-fachen des natürlichen Anteils. Andere: Zwischen dem 1,001-fachen und dem 1,1-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.99-fachen des natürlichen Anteils
Reaktive Isotope, die zum Kodieren geeignete Verbindungen mit dem Material des Bauteils eingehen	C	^{12}C ^{13}C	^{12}C : 98.8% ^{13}C : 1.1%	^{12}CO ^{13}CO $^{13}\text{CO}_2$	^{13}CO , $^{13}\text{CO}_2$: Zwischen dem 1,1-fachen und dem 10-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.9-fachen des natürlichen Anteils

(fortgesetzt)

Art der Kodierung	Element	Art des Isotops das zum Anreichern eines Basisgases verwendet wird um eine Codierung vorzusehen	Natürlich vorkommende Konzentration der Isotope	Mögliche Moleküle	Bereich der Isotopen Zudosierung zu einem Basisgas
	O	¹⁷ O ¹⁸ O	¹⁶ O: 99.76% ¹⁷ O: 0.039% ¹⁸ O: 0.201%	¹⁸ O ₂ ¹⁷ O ₂ C ¹⁸ O ₂	¹⁷ O ₂ , ¹⁸ O ₂ , C ¹⁸ O ₂ : Zwischen dem 1,1-fachen und dem 10-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.9-fachen des natürlichen Anteils der beiden Sauerstoff Isotope
	N	¹⁵ N	¹⁴ N: 99.634% ¹⁵ N: 0.366%	¹⁵ N ₂ ¹⁵ NH ₃	¹⁵ N ₂ , ¹⁵ NH ₃ : Zwischen dem 1,01-fachen und dem 1,1-fachen des natürlich vorkommenden Anteil des Isotops oder kleiner gleich dem 0.99-fachen des natürlichen Anteils des ¹⁵ N Isotops

[0076] Die Kodierungskomponente kann mindestens ein Isotop eines Aktivgases enthalten das mit dem Werkstoff des herzustellenden Bauteils derart reagiert, dass es im Bauteil verbleibt.

[0077] Die Kodierungskomponente kann zumindest ein Isotop eines inerten Gases umfassen, wobei sich das Isotop in das Bauteil einlagert.

[0078] Die Kodierungskomponente kann mehrere unterschiedliche Isotope (Isotope verschiedener Gase) in vorbestimmten Verhältnissen enthalten, wobei die verschiedenen Isotope im Bauteil die Kodierung ausbilden.

[0079] Die Isotope können Isotope des Gases sein, das die Hauptkomponente des Prozessgases ausbildet.

[0080] Die Isotope können auch Isotope sein, die im Prozessgas nicht vorkommen.

[0081] Stickstoff ¹⁵N-Isotope können sich abhängig vom Legierungselement, der Temperatur, der Konzentration und/oder der Reaktionszeit manchmal inert und manchmal reaktiv verhalten.

[0082] Wasserstoff-Isotope können auch im gasförmigen Zustand in Mikroporositäten eingelagert sein, mit atomaren Sauerstoff O₂ reagieren und sich auflösen oder sie können metallische Hydride mittels Adsorption auf metallischen Oberflächen ausbilden und im Bauteil verbleiben.

[0083] Kohlenstoff-Isotope ¹²C und ¹³C werden in Form von Kohlendioxid bereitgestellt, welches dann im Verfahren abgetrennt wird.

[0084] Einige Isotope von H, N, CO können dem Verfahren als Teil einer chemischen Verbindung wie z. B: C¹⁸, O₂, ¹³CO₂, N²H₃ und ¹⁵NH₃

[0085] Das Kodierungsgas kann zum Kodieren von Bauteilen gemäß dem vorstehend beschriebenen Verfahren vorgesehen sein.

[0086] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der Figuren näher erläutert. Diese zeigen in

Figur 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Figur 2 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0087] Im Folgenden wird eine Vorrichtung 1 zum Kodieren von Bauteilen bei der Wärmebehandlung beschrieben. Grundsätzlich ist, wie bereits vorstehend erwähnt, nahezu jede Vorrichtung 1 zur Wärmebehandlung von Bauteilen zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet.

[0088] Die Erfindung wird in allgemeiner Form beispielhaft an Hand einer Vorrichtung 1 zur Wärmebehandlung erläutert (Figur 1).

[0089] Die Vorrichtung 1 umfasst eine Aufnahmeeinrichtung 2 auf der ein 3 Bauteil zur Wärmebehandlung anordbar ist.

[0090] Im Bereich der Aufnahmeeinrichtung 2 ist eine Wärmequelle bzw. eine Heizeinrichtung 4 zum Erwärmen des Bauteils 3 angeordnet.

[0091] Weiterhin ist eine Gaszuführeinrichtung 5 vorgesehen. Die Gaszuführeinrichtung 5 umfasst einen Gasvorratsbehälter 6. Der Gasvorratsbehälter 6 ist über einen Leitungsabschnitt 7 mit einer Düse 8 verbunden. Die Düse 8 ist mittels eines Roboters (nicht dargestellt) verfahrbar.

[0092] Im Gasvorratsbehälter 6 ist ein Kodierungsgas oder eine gasförmige Kodierungskomponente bevorratet.

[0093] Weiterhin ist eine Steuereinrichtung (nicht dargestellt) zum Steuern der Zugabe der Kodierungskomponente vorgesehen. Die Steuereinrichtung umfasst eine Kodierungskomponentenereglereinrichtung mit einem geschlossenen Regelkreis, die die Zugabe regelt. Die Kodierungskomponentenereglereinrichtung kann einen P-Regler, einen I-Regler, einen D-Regler und Kombinationen daraus, wie z.B. einen PID-Regler umfassen. Die Kodierungskomponentenereglereinrichtung erfasst mittels eines Sensors ein Ist-Wert der einen oder mehrere Volumenströme in der Prozesskammer 2 und/oder der Mischkammer, vergleicht diesen mit einem vorgegebenen Sollwert eines oder mehrerer Volumenströme vergleicht und über ein Stellglied wird dann der vorgegebenen Sollwert eingestellt.

[0094] Im Folgenden wird die erfindungsgemäße Vorrichtung an Hand eines zweiten Ausführungsbeispiels näher beschrieben (Figur 2). Sofern nichts anderes Beschrieben ist weist dieses Ausführungsbeispiel dieselben technischen Merkmale wie das erste Ausführungsbeispiel auf.

[0095] Die Vorrichtung umfasst eine Prozesskammer 9, die durch eine Kammerwandung 10 nach außen hin abgeschlossen ist und einen Prozessraum 11 begrenzt. In der Prozesskammer 9 wird die Wärmebehandlung eines Bauteils durchgeführt.

[0096] Die Aufnahmeeinrichtung und die Heizeinrichtung sind in der Prozesskammer 9 angeordnet.

[0097] Zudem ist eine Prozessgaszuführeinrichtung 12 vorgesehen, mittels der die Prozesskammer 9 mit einem Prozessgas beaufschlagbar ist.

[0098] Die Prozessgaszuführeinrichtung 12 weist einen Prozessgasvorratsbehälter 13 für das Prozessgas auf, wobei der Prozessgasvorratsbehälter 13 über einen Leitungsabschnitt 14 mit der Prozesskammer 9 verbunden ist.

[0099] Alternativ kann eine Mischkammer (nicht dargestellt) vorgesehen sein. Die Mischkammer weist einen Einlass zum Zuführen von Prozessgas aus dem Prozessgasvorratsbehälter 13 für Prozessgas und einen Einlass zum Zuführen von Kodierungskomponente aus dem Gasvorratsbehälter 6 für die Kodierungskomponente auf.

[0100] Das Prozessgas und die Codierungskomponente können auch als Premix aus einem Gasvorratsbehälter (nicht dargestellt) bereitgestellt werden, der sowohl Prozessgas als auch einen entsprechenden Anteil an Kodierungskomponente enthält. Dieser den Premix enthaltende Gasvorratsbehälter bildet dann die Kodierungskomponentenzuführeinrichtung aus und ist mit der Prozesskammer 2 direkt zusätzlich zum dem Vorratsbehälter 7 für das Prozessgas verbunden oder mit der Mischkammer verbunden.

[0101] Im Folgenden wird ein erfindungsgemäßes Verfahren anhand des zweiten Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0102] Dabei wird im ersten Schritt ein Bauteil auf der Aufnahmeeinrichtung angeordnet.

[0103] Anschließend wird in einem zweiten Schritt der Prozesskammer 9 mittels der Prozessgaszuführeinrichtung 12 als Prozessgas ein inertes Schutzgas, wie z. B. Stickstoff, zugeführt.

[0104] In einem nächsten Schritt wird das Bauteil mittels der Heizeinrichtung erwärmt, um das Bauteil einer Wärmebehandlung zu unterziehen.

[0105] Entweder kontinuierlich oder zu einem vorbestimmten Zeitpunkt wird der Prozesskammer 9 dann die Kodierungskomponente mittels der Gaszuführeinrichtung zugeführt.

[0106] In der Regel befindet sich in der Prozesskammer 9 permanent Prozessgas. Ist das Prozessgas Stickstoff oder ein Stickstoffhaltiges Gemisch (gleiches für Argon), dann kann auch ein Kodierungsgas vorgesehen sein. Das kodierungsgas kann entweder als Premix bereitgestellt werden oder in einer Mischkammer nach Bedarf bereitgestellt werden. Das Kodierungsgas umfasst das Prozessgas und die Kodierungskomponente derart, dass der Anteil an Stickstoff-15 und Stickstoff-14 Isotopen gegenüber dem natürlichen Anteil an Stickstoff-15 und Stickstoff-14 Isotopen bzw. deren Verhältnis verändert ist. Beispielsweise bei Stickstoff ist das Verhältnis von ¹⁵N (Häufigkeit = 99,634) zu ¹⁴N (Häufigkeit = 0,366) derart verändert, dass der Anteil an ¹⁵N erhöht und der Anteil an ¹⁴N verringert ist (oder umgekehrt).

[0107] Durch die Kodierungskomponente erhält ein einzelner Bereich des Bauteils, sofern dieser direkt mit der Kodierungskomponente beaufschlagt wird oder auch das gesamte Bauteil eine einzigartige Isotopen-Signatur.

[0108] Die Kodierungsinformationen werden in einer Datenbank abgespeichert.

[0109] Alle zur Wärmebehandlung des Bauteils notwendigen Parameter sind ebenfalls elektronisch gespeichert.

[0110] Die Kodierungskomponentenzuführeinrichtung kann mit einer Schnittstelle der Vorrichtung derart verbunden sein, dass genau gespeichert wird, zu welchem Zeitpunkt bzw. zu welchem vorbestimmten Zeitintervall während des Schmelzens des Ausgangsmaterials dem Schutzgas eine Kodierungskomponente zugeordnet ist. Auf diese Weise lässt sich präzise feststellen bzw. detektieren, wo die Kodierung im Bauteil angeordnet ist.

[0111] Diese Kodierungsinformationen können in vorteilhafter Weise noch mit den Seriennummern des Bauteils verknüpft werden.

[0112] Ein Verfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom vorstehend beschriebenen Verfahren lediglich dadurch, dass es nicht in einer Prozesskammer ausgeführt wird und vorzugsweise nur eine Gaszuführeinrichtung zum Beaufschlagen des Bauteils mit einer gasförmigen Kodierungskomponente oder einem Kodierungsgas vorgesehen ist.

[0113] Erfindungsgemäß können die verwendeten Isotope Isotope des Prozessgases sein, d.h. das beispielsweise bei Verwendung von Stickstoff als Schutzgas das Verhältnis von Stickstoff-15 zu Stickstoff-14 Isotopen verändert ist. Beispielsweise kann auch Kohlendioxid, welches Kohlenstoff-12, Kohlenstoff-13 und Kohlenstoff-14 Isotope enthält, vorgesehen sein.

[0114] Bei der Wärmebehandlung von Aluminium beispielsweise können Argon, Sauerstoff-Isotope und Stickstoff-Isotope kombiniert werden.

[0115] Bei der Wärmebehandlung von Edelstahl oder Nickel-basierten Legierungen kann eine Kombination von Kohlenstoff Isotopen in CO₂ und Wasserstoff Isotopen in H₂ verwendet werden.

[0116] Inerte Isotope sind prinzipiell Werkstoff unabhängig einsetzbar, da die Einbettung in die Mikroprositäten ein rein mechanischer Vorgang ist.

[0117] Es ist aber auch möglich, dem Prozessgas als Kodierungskomponente andere Isotope eines anderen Gases zusammen mit einem Anteil dieses anderen Gases zuzusetzen.

[0118] In einem nächsten Schritt lässt sich das fertige Bauteil mit Hilfe einer Detektionseinrichtung, wie beispielsweise einem Massenspektrometer (Gaschromatograph), analysieren und somit die Kodierung bzw. die Originalität des Bauteils überprüfen. Eine Analyse mittels Magnetresonanz oder auch chemische Analyseverfahren sind möglich.

[0119] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist als Kodierungskomponente zusätzlich oder alternativ ein gasförmiges Legierungselement vorgesehen. Hierbei kann beispielsweise vorgesehen sein, ein Inertgas wie Argon als Prozessgas zu verwenden, welches einen geringen Anteil zwischen 1ppm und 10.000ppm Stickstoff-15 als Kodierungskomponente enthält. In dem metallischen Ausgangsmaterial ist Titanium enthalten. Demgemäß reagiert bei der Herstellung des dreidimensionalen Bauteils ein kleiner Anteil des Titanium mit dem Stickstoff-15 und bildet Titaniumnitrid-15. Dieses ist in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften nicht von Titaniumnitrid-14 zu unterscheiden und daher kann dies nicht mittels chemischer Analyseverfahren detektiert werden. Jedoch ist es möglich, das Bauteil mit einem Massenspektrometer zu analysieren. Dabei wird dann festgestellt, dass das Bauteil unter einer Stickstoff Atmosphäre mit erhöhtem Stickstoff-15-Anteil hergestellt wurde.

[0120] Somit es mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich ein Bauteil oder bestimmte Bereiche eines Bauteils zu kodieren und diese Kodierung anschließend zu detektieren.

Bezugszeichenliste:

[0121]

- 1 Vorrichtung
- 2 Aufnahmeeinrichtung
- 3 Bauteil
- 4 Heizeinrichtung
- 5 Gaszuführeinrichtung
- 6 Gasvorratsbehälter
- 7 Leitungsabschnitt
- 8 Düse
- 9 Prozesskammer
- 10 Kammerwandung
- 11 Prozessraum
- 12 Prozessgaszuführeinrichtung
- 13 Prozessgasvorratsbehälter
- 14 Leitungsabschnitt

Patentansprüche

1. Kodierungsgas zum Kodieren bei der Wärmebehandlung von Bauteilen umfassend ein Prozessgas **dadurch gekennzeichnet, dass** das Prozessgas eine Kodierungskomponente enthält, wobei die gasförmige Kodierungskomponente ein oder

EP 3 243 585 A1

mehrere Isotope zumindest eines Gases umfasst und der Anteil des zumindest einen Isotops gegenüber dem natürlich vorkommenden Anteil dieses Isotops im Gas verändert ist, und/oder wobei die gasförmige Kodierungskomponente gasförmige Legierungselemente enthält.

- 5 **2.** Kodierungsgas nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass das Prozessgas ein inertes Gas, wie z.B. Argon, Helium, Neon, Krypton, Xenon oder Radon oder ein Aktivgas, wie z.B. O₂, CO₂, H₂, und N₂ oder auch Mischungen daraus umfasst und die Kodierungskomponente Sauerstoff 18 Kohlendioxid (C¹⁸O₂), Kohlenstoff 13 Kohlendioxid (¹³CO₂), Kohlenstoff 13 Kohlenmonoxid (¹³CO), Deuterium (D₂), Stickstoff 15 (¹⁵N₂) und Sauerstoff 18 (¹⁸O₂) oder auch Mischungen daraus umfasst.
- 10
- 3.** Kodierungsgas nach Anspruch 1 oder 2,
 dadurch gekennzeichnet,
 die gasförmige Kodierungskomponente vorzugsweise ein oder mehrere Isotope zumindest eines Gases umfasst und der Anteil des zumindest einen Isotops gegenüber dem natürlich vorkommenden Anteil dieses Isotops im Gas verändert ist, wobei die Häufigkeit der Isotope gegenüber der natürlich vorkommenden Häufigkeit um mehr als 0,5% oder um mehr als 1,0% oder um mehr als 1,5% oder um mehr als 2,5% oder um mehr als 5,0% oder um mehr als 10,0% oder um mehr als 25% oder um mehr als 50,0% oder um mehr als 75% oder um mehr als 100% oder um mehr als 150% oder um mehr als 200% oder um mehr als 500% oder um mehr als 1000% erhöht oder verringert ist.
- 15
- 4.** Kodierungsgas nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Kodierungskomponente mindestens ein Isotop eines Aktivgases enthält das mit dem Werkstoff des herzustellenden Bauteils derart reagiert, dass es im Bauteile verbleibt und/oder dass die Kodierungskomponente zumindest ein Isotop eines inerten Gases umfasst, wobei sich das Isotop in das Bauteil einlagert.
- 20
- 5.** Kodierungsgas nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Kodierungskomponente ein oder mehrere Isotope des Prozessgases und/oder eines anderen Gases umfasst, wobei der Anteil eines Isotops gegenüber dem natürlichen Anteil der Isotope im Prozessgas, d.h. deren Verhältnis, verändert ist, so dass die Kodierungskomponente mehrere unterschiedliche Isotope in vorbestimmten Verhältnissen enthält, wobei die verschiedenen Isotope im Bauteil die Kodierung ausbilden.
- 25
- 6.** Kodierungsgas nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Isotope Isotope des Gases sind, das die Hauptkomponente des Prozessgases ausbildet und/oder dass die Isotope verschieden zu den Isotopen des Prozessgases sind.
- 30
- 7.** Kodierungsgas nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Kodierungskomponente ein gasförmiges Legierungselement umfasst, wobei der Anteil des gasförmigen Legierungselements derart gewählt ist, dass das gasförmige Legierungselement die Materialeigenschaften des Bauteils nur unwesentlich verändert.
- 35
- 8.** Verfahren zum Kodieren bei der Wärmebehandlung von Bauteilen umfassend die folgenden Schritte
 Bereitstellen eines Bauteils,
 Erwärmen des Bauteils mit einer Wärmequelle, um das Bauteil einer Wärmebehandlung zu unterziehen,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass zu zumindest einem vorbestimmten Zeitintervall während des Erwärmens dem Bauteil eine gasförmige Kodierungskomponente oder ein eine Kodierungskomponente enthaltendes Kodierungsgas derart zugesetzt ist, dass die Verwendung der Kodierungskomponente im fertigen Objekt detektierbar ist, und Protokollieren von Kodierungsinformationen, welche die Kodierungsinformationen und deren Ort im Bauteil beschreiben.
- 40
- 9.** Verfahren nach Anspruch 8,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die gasförmige Kodierungskomponente oder das Kodierungsgas gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet sind.
- 45
- 50
- 55

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Protokollieren von Kodierungsinformationen das Abspeichern von Kodierungsinformationen in einer Datenbank umfasst.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass an Hand der Kodierungsinformationen das fertige Objekt hinsichtlich seiner Kodierungskomponente, bspw. mittels chemischer Analyseverfahren oder mittels eines Massenspektrometers, detektiert wird und/oder
dass dem Bauteil zumindest während der Wärmebehandlung ein Prozessgas zugeführt wird und/oder
dass die Kodierungsinformationen Angaben über die Art und/oder den Anteil der Kodierungskomponente und/oder über die Lage (Ort, Bereich) der Kodierungskomponente im Objekt und oder über die Seriennummer des Objekts enthalten.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wärmebehandlung ein fertigungsorientiertes Verfahren wie z.B. das Spannungsarmglühen, das Weichglühen, das Normalglühen, das Grobkornglühen, das Diffusionsglühen, das Rekristallisationsglühen und das Vergüten oder ein beanspruchungsorientiertes Verfahren zur thermischen Wärmebehandlung wie z.B. das Härten, das Vergüten, das Bainitisieren und das Randschichthärten, oder ein beanspruchungsorientiertes zur thermochemischen Wärmebehandlung, wie z.B. das Aufkohlen, das Carbonitrieren, das Nitrieren, das Alumieren, das Silicieren, das Vanadieren, das Borieren und das Nitrocarburieren oder das Sintern oder das Heißisostatisches Pressen (HIP) umfasst.
13. Vorrichtung zum Kodieren von Bauteilen bei der Wärmebehandlung umfassend eine Aufnahmeeinrichtung auf der ein Bauteil anordbar ist,
eine Wärmequelle zum Erwärmen des Bauteils, um das Bauteil einer Wärmebehandlung zu unterziehen,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Kodierungskomponentezuführeinrichtung vorgesehen ist, die mit einer Steuereinrichtung derart verbunden ist, dass zu zumindest einem vorbestimmten Zeitintervall während des Schmelzens dem Bauteil eine Kodierungskomponente oder ein eine Kodierungskomponente enthaltendes Kodierungsgas derart zugesetzt ist, dass die Verwendung der Kodierungskomponente im fertigen Objekt detektierbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet
eine Datenbank zum Abspeichern von Kodierungsinformationen vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kodierungskomponentenzuführeinrichtung eine Mischkammer umfasst, die zum Beimischen der Kodierungskomponente zu einem Prozessgas vorgesehen ist, um ein Kodierungsgas auszubilden, wobei aus der Mischkammer dem Bauteil eine Kodierungskomponente oder Prozessgas oder eine Mischung aus Prozessgas und Kodierungskomponente zuführbar ist oder
dass die Kodierungskomponentezuführeinrichtung ein Gasvorratsbehälter ist der sowohl Prozessgas als auch einen entsprechenden Anteil an Kodierungskomponente enthält oder
dass die Kodierungskomponentezuführeinrichtung eine Düse zum bereichsweisen Beaufschlagen des Bauteils mit der Kodierungskomponente umfasst.

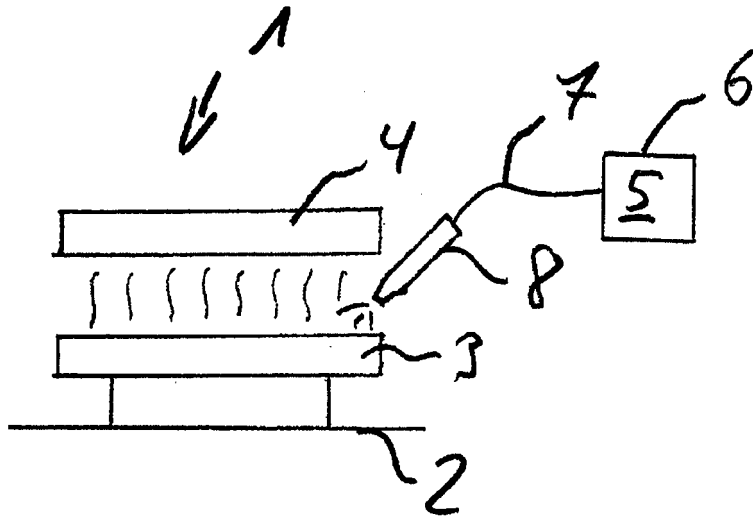


Fig. 1

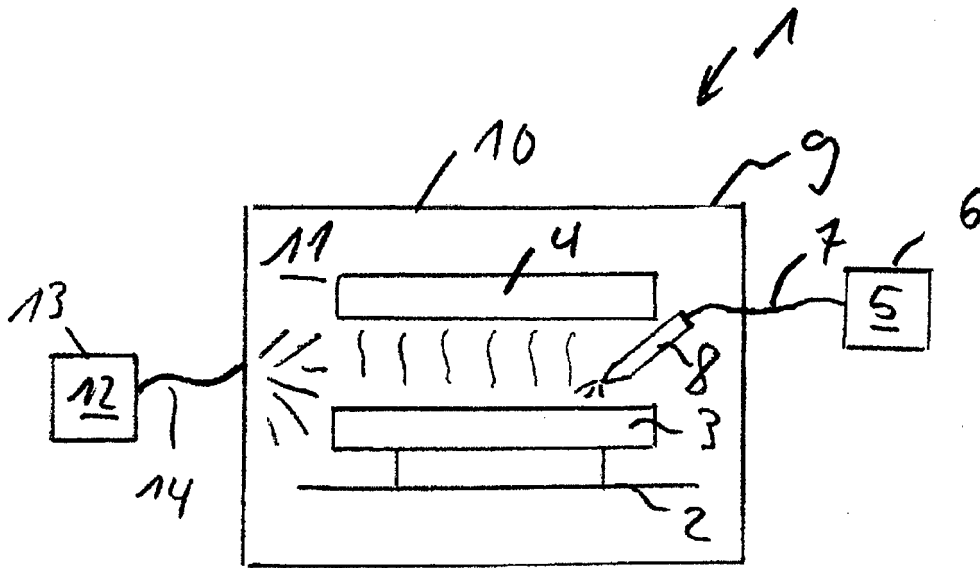


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 00 1091

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)	
X	US 5 586 157 A (GROSS KENNY C [US] ET AL) 17. Dezember 1996 (1996-12-17)	1-7	INV. B22F3/15 F27B5/16 F27B9/04 F27D7/02 G01N33/00 C21D1/00	
A	* Spalte 1, Zeile 24 - Zeile 37 * * Spalte 1, Zeile 57 - Zeile 68 * * Spalte 3, Zeile 11 - Zeile 19 *	8-15		
X	JP 2013 040074 A (TAIYO NIPPON SANSO CORP) 28. Februar 2013 (2013-02-28)	1-7		
A	* Ansprüche *	8-15		
X	US 2015/102538 A1 (TAKAHASHI SHINICHI [JP] ET AL) 16. April 2015 (2015-04-16)	13-15		
A	* Absatz [0001] - Absatz [0002] * * Absatz [0141] - Absatz [0142] * * Absatz [0168] * * Abbildung 3 *	1-12		
X	US 2016/039163 A1 (NAKAI TOMOMITSU [JP] ET AL) 11. Februar 2016 (2016-02-11)	13,15		
A	* Absatz [0001] - Absatz [0003] * * Absatz [0045] - Absatz [0049] * * Abbildungen *	1-12,14		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
				B22F F27B F27D G01N C21D C22F
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag		22. November 2016	Morra, Valentina	
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 Patentedokument, 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 16 00 1091

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.

22-11-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5586157 A	17-12-1996	KEINE	
JP 2013040074 A	28-02-2013	JP 5763473 B2 JP 2013040074 A	12-08-2015 28-02-2013
US 2015102538 A1	16-04-2015	EP 2871248 A1 JP 5517382 B1 JP WO2014007046 A1 KR 20150027099 A US 2015102538 A1 WO 2014007046 A1	13-05-2015 11-06-2014 02-06-2016 11-03-2015 16-04-2015 09-01-2014
US 2016039163 A1	11-02-2016	CN 105229402 A EP 3006877 A1 JP 5894967 B2 JP 2014231934 A KR 20160003773 A US 2016039163 A1 WO 2014192506 A1	06-01-2016 13-04-2016 30-03-2016 11-12-2014 11-01-2016 11-02-2016 04-12-2014

EPO FORM P0461

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