

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 294 512 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.02.2004 Patentblatt 2004/07

(51) Int Cl.7: **B22F 3/00**, B22F 3/10,
C22C 1/04, F27B 9/02,
F27B 9/30, F27B 21/00

(21) Anmeldenummer: **01956435.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/005443

(22) Anmeldetag: **12.05.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/000377 (03.01.2002 Gazette 2002/01)

(54) **VERFAHREN ZUM SINTERN VON ALUMINIUM-BASIERTEN SINTERTEILEN SOWIE
VORRICHTUNG ZUM SINTERN VON ALUMINIUM-BASIERTEN SINTERTEILEN**

METHOD AND DEVICE FOR SINTERING ALUMINIUM BASED SINTERED PARTS

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LE FRITTAGE DE PIECES FRITTEES A BASE D'ALUMINIUM

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **28.06.2000 DE 10030514**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.03.2003 Patentblatt 2003/13

(73) Patentinhaber: **EISENMANN MASCHINENBAU
KG**
71032 Böblingen (DE)

(72) Erfinder: **WEBER, Hartmut**
D-71083 Herrenberg (DE)

(74) Vertreter: **Ostertag, Ulrich, Dr.**
Patentanwälte
Dr. Ulrich Ostertag
Dr. Reinhard Ostertag
Eibenweg 10
70597 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 1 115 465 **US-A- 3 232 754**
US-A- 5 147 083 **US-A- 5 289 968**
US-A- 5 292 358

EP 1 294 512 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Sintern von Aluminium-basierten Sinterteilen wobei die Sinterteile in kontinuierlichem Durchlauf durch einen Sinterofen geführt werden, bei welchem in jeweils voneinander getrennten Atmosphären in räumlich getrennten Bereichen die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- a) die Sinterteile werden entbindert;
- b) die Sinterteile werden auf Sintertemperatur gebracht und auf dieser eine bestimmte Zeit gehalten;
- c) die Sinterteile werden kontrolliert abgekühlt;

sowie

eine Vorrichtung zum Sintern von Aluminium-basierten Sinterteilen mit

- a) einem Entbinderbereich, in dem die Sinterteile durch Erwärmen von Bindehilfsmitteln befreit werden;
- b) einem Sinterbereich, in dem die Sinterteile durch Erwärmen auf Sintertemperatur einem Sinterungsprozeß unterzogen werden und der hierzu entsprechende Heizeinrichtungen aufweist;
- c) einem Kühlbereich, in dem die Sinterteile nach dem Sinterungsprozeß kontrolliert abkühlbar sind,
- d) einem Transportsystem, welches die Sinterteile kontinuierlich durch die verschiedenen Bereiche führt;
- e) Schleusen, welche die Atmosphären der verschiedenen Bereiche getrennt halten und die von den Sinterteilen beim Verlassen eines bestimmten Bereiches durchquert werden müssen.

[0002] Das Sintern von Aluminium gewinnt angesichts der positiven Eigenschaften, die diesem Metall anhaften, auf den verschiedensten technischen Gebieten, insbesondere jedoch im Automobilbau, zunehmend an Bedeutung. Im letztgenannten Einsatzgebiet spielt besonders die Gewichtseinsparung eine große Rolle, die mit der Verwendung von Aluminium verbunden ist.

[0003] Im allgemeinen wird nicht reines Aluminiumpulver verarbeitet; vielmehr kommen vorzugsweise Pulvermischungen oder legierte Pulver zum Einsatz, die insbesondere als Zusatz Silizium enthalten. Alle Pulver, die als wichtigen Bestandteil Aluminium enthalten, werden hier zusammenfassend "Aluminium-basiert" genannt und stehen in der Gefahr, beim Sintern Oxide zu bilden. Besonders gewünscht sind Aluminiumsinterteile mit verhältnismäßig hohem Siliziumgehalt. Mit wach-

sendem Siliziumanteil wird jedoch der der Sinterprozeß schwieriger. Eine weitere Schwierigkeit beim Sintern von Aluminium-basierten Pulvern besteht darin, daß sie beim Preßvorgang einen höheren Gehalt an Bindehilfsmitteln benötigen. Während beispielsweise beim Sintern von Eisen derartige Bindehilfsmittel, die gleichzeitig als Schmiermittel für das Preßwerkzeug dienen, einen Gehalt von etwa 0,7 bis 1,0 Gewichtsprozent ausmachen, müssen zum Sintern von Aluminium etwa 1,0 bis 1,5 Gewichtsprozent Bindehilfsmittel zugesetzt werden. Diese Bindehilfsmittel müssen vor dem Sintervorgang wieder vollständig entfernt werden. Insgesamt sind alle Anforderungen an die Genauigkeit, die Reproduzierbarkeit und die Homogenität der Temperaturverteilung beim Sintern von Aluminiumbasiertem Pulver sehr viel kritischer als beim Sintern anderer Pulver, insbesondere von Eisen. Aus diesem Grunde sind Aluminium-Sinterteile bisher noch nicht überall dort zum Einsatz gekommen, wo dies an und für sich wünschenswert wäre.

[0004] Ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art sind in der DE-PS 197 19 203 beschrieben. Diese betrifft zwar nach ihrem Titel ein Sinterverfahren für aus Metallpulver gepreßte Formteile, wozu sprachlich auch Aluminiumpulver zu zählen wäre. Tatsächlich aber sind dieses Verfahren und diese Vorrichtung nur zum Sintern von Pulvern auf Eisenbasis bestimmt, da nur für derartige Pulver die dort beanspruchte rasche Abkühlung der Sinterteile unter eine "Maitenstartlinie" denkbar ist.

[0005] Es ist auch aus GB-B-1 115 465 bekannt geworden ein Verfahren zum Sintern von Al-basierten Teilen in einen Muffelofen unter kontrollierten Bedingungen (Taupunkt und Temperatur).

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem hochwertige Aluminium-basierte Sinterteile herstellbar sind.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß im Verfahrensschritt b) als Atmosphäre ein inertes Gas eingesetzt wird, dessen Sauerstoffgehalt einem Taupunkt von höchstens -40° C entspricht, und daß die Sinterteile durch Zirkulieren des entsprechend erhitzten inertes Gases auf eine Sintertemperatur von 560 - 620° C erwärmt werden.

[0008] Die Erfindung fußt also auf einer doppelten Erkenntnis: Dadurch, daß dem Sauerstoffgehalt der Inertatmosphäre eine Höchstgrenze gesetzt wird, wird gewährleistet, daß sich im Sinterungsprozeß keine unerwünschten Oxide bilden können, welche das Sinterungsprodukt nachteilig beeinflussen. Dadurch, daß anders als beim Gegenstand der oben erwähnten DE-PS 197 19 203 die Sinterteile nicht durch Strahlungswärme sondern durch Konvektionswärme erhitzt werden, wozu das erwähnte hoch reine inerte Gas in eine Zirkulationsströmung versetzt wird, erfolgt die Erwärmung der Sinterteile mit einer Homogenität, die anders nicht zu erreichen wäre. Erst in der Summe dieser Merkmale ergibt sich die hohe angestrebte Qualität der Sinterprodukte.

[0009] Als inertes Gas wird vorzugsweise Stickstoff verwendet. Dieses läßt ist mit der erforderlichen Reinheit kommerziell erhältlich und gegenüber Edelgasen, die grundsätzlich ebenfalls in Frage kämen, sehr viel billiger.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ferner, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß sie sich zur Herstellung hochwertiger Aluminium-basierter Sinterteile eignet.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

f) die Atmosphäre im Sinterbereich von einem inerten Gas gebildet wird, dessen Sauerstoffgehalt einen Taupunkt von höchstens -40° C entspricht;

g) der Sinterbereich mindestens eine Heizeinrichtung für die Sinterteile aufweist, die indirekt beheizte Wärmetauschflächen, ein Gebläse und eine Luftleiteinrichtung derart umfaßt, daß sich eine die Sinterteile umfließende Zirkulationsströmung des inerten Gases einstellen läßt.

[0012] Der Sinn dieser Merkmale und die hiermit erzielbaren Vorteile stimmt mit dem überein, was oben für das erfindungsgemäße Verfahren gesagt wurde.

[0013] Auch die Vorteile der in den Ansprüchen 4 und 5 angegebenen Ausführungsbeispiele wurden oben anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens schon angedeutet.

[0014] Der Sinterbereich einer Sintervorrichtung muß eine Länge aufweisen, die bei der gewählten Transportgeschwindigkeit der zum Sintern benötigten Zeit entspricht. Im allgemeinen empfiehlt es sich, wenn ein längerer Sinterbereich mehrerer durch Trennwände abgegrenzter Zonen aufweist, die jeweils eine Heizeinrichtung mit Wärmetauschflächen, Gebläse und Luftleiteinrichtung aufweisen. Hierdurch lassen sich auch bei längeren Sinterbereichen überall definierte Strömungsverhältnisse einstellen.

[0015] Insbesondere in der Aufheizzone des Sinterbereichs ist die Temperatur des inerten Gases von in Bewegungsrichtung hintereinander liegenden Zonen des Sinterbereichs unterschiedlich.

[0016] Zu besonders guten Sinterresultaten wegen der hohen Homogenität des Temperaturprofils führt die Ausgestaltung der Erfindung, bei welcher die Umströmung der Sinterteile in in Bewegungsrichtung hintereinander liegenden Zonen des Sinterbereichs unterschiedlich ist. So können die Sinterteile beispielsweise einmal von unten nach oben, das andere Mal von oben nach unten, das eine Mal von einer in Bewegungsrichtung im Uhrzeigersinn drehenden Strömung, das andere Mal von einer in Bewegungsrichtung gesehen gegen den Uhrzeigersinn drehenden Strömung umspült werden.

[0017] Vorteilhaft ist ferner, wenn eine Düsenplatte vorgesehen ist, über welche das zirkulierende inerte Gas gegen die Sinterteile gerichtet wird. Hierdurch läßt

sich die Strömung im Bereich der Sinterteile und damit auch die Erwärmung, welche die Sinterteile erfahren, weiter vergleichmäßigen.

[0018] Wie bereits oben erwähnt, spielt die sorgfältige Reinhaltung der Atmosphäre im Sinterbereich eine ganz besondere Rolle. Demzufolge muß dem Einschleusen der Sinterteile in den Sinterbereich und dem Ausschleusen aus dem Sinterbereich besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Besonders bevorzugt wird dabei, wenn die Tore der Schleusen, die dem Einlaß und/oder dem Auslaß des Sinterbereichs benachbart sind, nicht vollständig dicht schließbar sind und wenn das inerte Gas im Sinterbereich unter Überdruck steht. Durch das gewollte "Leck" in demjenigen der beiden Schleusentore, welches dem Sinterbereich benachbart ist, wird laufend eine Spülströmung des inerten Gases aus dem Sinterbereich heraus in die jeweilige Schleuse hinein aufrechterhalten, mit welcher einerseits der Innenraum der Schleuse gespült wird und mit der andererseits das Eindringen von Fremdatmosphäre aus der Schleuse in den Sinterbereich hinein verhindert wird.

[0019] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Figur 1 schematisch einen Sinterofen zum Sintern von Aluminium-basierten Sinterteilen;

Figur 2 einen Schnitt in vergrößertem Maßstab durch den Sinterofen von Figur 1 im Bereich der Sinterzone.

[0020] Figur 1b zeigt im vertikalen Schnitt einen Sinterofen, der zum Sintern Aluminium-basierter Sinterteile bestimmt ist. Der gesamte Sinterofen ist in verschiedene Zonen bzw. Bereich unterteilt, die in Figur 1a in der Zuordnung zu Figur 1b schematisch dargestellt sind. Die zu sinternden Teile 23 (vgl. Figur 2) werden mit Hilfe eines Transportsystems T im kontinuierlichen Durchlauf in der Zeichnung von links nach rechts durch den Sinterofen geführt. Der Sinterofen enthält, in Förderrichtung gesehen, nacheinander einen Einlaufbereich 8, einen Entbinderbereich 3, einen Sinterbereich 2, einen Kühlbereich 4 sowie einen Auslaßbereich 9. Jedem dieser Bereiche 2, 3, 4, 8, 9 des Sinterofens ist ein separat antreib- und regelbarer Förderer T2 bis T9 zugeordnet, die zusammen das oben erwähnte Fördersystem T bilden.

[0021] Zur Abschottung der Atmosphären in den Bereichen 3, 2, 4 und 9 sind zwischen diesen Bereichen Schleusen 7 angeordnet, die jeweils zwei mechanische Tore 6 aufweisen. Diese Tore 6 sind in je einem stirnseitigen Schacht des entsprechenden Bereichs 3, 2, 4, 9 angeordnet und vorzugsweise vertikal bewegbar, wobei jeder Schleuse 7 ein ebenfalls separat ansteuer- und regelbarer Förderer (in der Zeichnung nicht dargestellt) zugeordnet ist.

[0022] Details der Schleusen 7 können der Figur 4 der oben erwähnten DE-PS 197 19 203 entnommen werden.

[0023] Der dem Sinterbereich 2 in Förderrichtung vorangehende Entbinderungsbereich 3 ist als Muffelofen aufgestaltet. D. h., oberhalb und unterhalb des Bewegungswegs der zu Sinterteile befindet sich eine Trennwand 20, die durch elektrische Heizstäbe 21 oder dergleichen auf Temperatur gebracht wird, im wesentlichen durch Strahlungswärme die vorbeibeförderten Sinterteile erwärmt und aus diesen die Bindehilfsmittel austreibt.

[0024] Während bei dem in der DE-PS 197 19 203.3 beschriebenen, zur Sinterung von Eisenpulverteilen bestimmten Sinterofen auch der Sinterbereich mit Strahlungswärme arbeitet, unterscheidet sich der Sinterbereich 2 des vorliegenden Sinterofens hiervon in einer Weise, die nunmehr anhand der Figur 2 beschrieben wird.

[0025] Figur 2 stellt einen Schnitt senkrecht zur Bewegungsrichtung der Sinterteile im Bereich der Sinterzone 2 dar. Das mit einer Isolation versehene Gehäuse 22 ist an allen Stellen, in denen ein Eindringen von Luft aus der Außenatmosphäre oder ein Entweichen von Gasen aus der Innenatmosphäre möglich wäre, gut abgedichtet. Im unteren Bereich des Gehäuses 22 ist das Transportsystem T2 dargestellt, dessen genaue Bauweise bewußt offen gelassen ist. Es zeichnet sich durch eine gute Gasdurchlässigkeit in vertikaler Richtung aus; besonders geeignet sind beispielsweise Rollen- oder Gliederbändersysteme. Mit Hilfe des Transportsystems T2 werden die Sinterteile 23 senkrecht zur Zeichenebene von Figur 2 befördert, im dargestellten Beispiel auf einer Trägerplatte 24, die idealerweise selbst in vertikaler Richtung gut durchlässig sein sollte.

[0026] Der über den Sinterteilen 23 liegende Bereich des Innenraums des Gehäuses 22 ist durch eine sich parallel zur Bewegungsrichtung der Sinterteile 23 und im wesentlichen vertikal verlaufende Trennwand 25 in zwei Kammern 26 und 27 unterteilt. In der in Figur 2 links liegenden Kammer 26 befinden sich die Wärmetauscherflächen 28 einer indirekten Heizung 29, die beispielsweise elektrisch betrieben sein kann. Am oberen Ende der Kammer 26 befinden sich Luftleitbleche mit einer mittleren Öffnung 30, welche die Ansaugöffnung eines Gebläses 31 darstellt.

[0027] Das Gebläse 31 wird durch einen auf der Oberseite des Gehäuses 22 angebrachten Motor 32 angetrieben.

[0028] Die Auslaßseite des Gebläses 31 steht über eine Öffnung 33 mit der in Figur 2 rechten Kammer 27 des Innenraums des Gehäuses 22 in Verbindung. Diese Kammer 27 ist an ihrem unteren Ende, kurz oberhalb der Sinterteile 23, durch eine Düsenplatte 34 abgeschlossen.

[0029] Der gesamte Sinterbereich 2 enthält, wie insbesondere Figur 1b zu entnehmen ist, eine Mehrzahl von identischen, in der oben beschriebenen Weise konstruierten Sinterzonen, die durch Trennwände 35 ge-

geneinander abgetrennt sind. Die Trennwände 35 enthalten im wesentlichen nur Öffnungen, welche gerade den Durchgang der Sinterteile 23 gestatten.

[0030] Der Kühlbereich 4 ist im wesentlichen in der selben Weise ausgestaltet, wie sie in der DE-PS 197 19 203.3 beschrieben ist. Die Art, auf welche die Sinterteile in diesem Bereich temperiert und kontrolliert abgekühlt werden, ist im vorliegenden Zusammenhang nicht von Interesse. Dargestellt in der Zeichnung ist hierfür ebenfalls eine Art "Muffelofen" mit einer ähnlichen Bauweise, wie sie in der Entbinderungszone 3 eingesetzt wird.

[0031] Der beschriebene Sinterofen arbeitet wie folgt:

[0032] Die gepreßten Sinterteile 23 werden im Einlaßbereich 8 auf das Fördersystem T8 aufgesetzt, von diesem über ein einfaches Tor 6 in die Entbinderungszone 3 eingebracht und vom dortigen Fördersystem T3 übernommen. Mit Hilfe der von den beheizten Trennwänden 20 abgegebenen Strahlungswärme werden die Bindehilfsmittel aus den Sinterteilen 23 ausgetrieben und im wesentlichen abgezogen. Da alle inneren Flächen in der Entbinderungszone 3 heiß sind, droht die Gefahr einer "Versottung" sich niederschlagender Bindehilfsmittel nicht. Die Sinterteile 23 treten einzeln oder in kleinen Gruppen neben- und/oder übereinanderliegender Sinterteile 23 durch das erste Tor der Schleuse 7, die zwischen dem Entbinderungsbereich 3 und dem Sinterbereich 2 liegt, in den Zwischenraum zwischen den beiden Toren dieser Schleuse 7 ein. Das zum Sinterbereich 2 führende zweite Tor dieser Schleuse 7 bleibt dabei geschlossen. Alternativ ist es möglich, dieses zweite Tor dauernd mit einem kleinen Spalt offenzuhalten und den Innenraum des Sinterbereichs 2 des Sinterofens 1 unter einem gewissen Überdruck zu betreiben. Dann kann ständig aus dem Sinterbereich 2 die dort herrschende Gasatmosphäre, auf die weiter unten eingegangen wird, in den Zwischenraum zwischen den beiden Toren der Schleuse 7 auslecken und diesen Zwischenraum spülen.

[0033] Nachdem die Gruppe von Sinterteilen 23 in die Schleuse 7 eingetreten ist, wird das erste, zur Entbinderungszone 3 führende Tor geschlossen und der Zwischenraum der Schleuse 7 gespült und/oder abgepumpt. Die Sinterteile 23 werden dabei, wie bereits oben erwähnt, von einem eigenen Transportsystem T7 befördert, dessen Geschwindigkeit sich von der Geschwindigkeit in den anderen Bereichen des Sinterofens unterscheiden kann, um die Gesamtanlage kurz zu halten.

[0034] Nach einer gewissen Verweilzeit innerhalb der Schleuse 7 öffnet sich das dem Sinterbereich 2 benachbarte Tor der Schleuse 7. Die Sinterteile 23 werden nunmehr auf das Fördersystem T2 übergeben und von diesem in eine Aufheizzone übergeben, welche sich beispielsweise durch die ersten drei Zonen des Sinterbereichs 2 hindurch erstreckt. In den weiteren Zonen des Sinterbereichs 2 findet die eigentliche Sinterung bei einer Temperatur zwischen 560 und 620°C statt.

[0035] Die Temperatur des in den einzelnen Zonen

vorhandenen Gases wird jeweils durch einen in der Nähe des Bewegungsweges der Sinterteile 23 angeordneten Temperatursensor 40 (vgl. Figur 2) überwacht, der über einen Regelkreis die Heizung 29 ansteuert.

[0036] Alle Zonen des Sinterbereichs 2 sind, wie bereits oben angemerkt, im wesentlichen in der in Figur 2 gezeigten Weise aufgebaut und mit hoch reinem Stickstoff als inerter Atmosphäre angefüllt. Der Sauerstoffgehalt in dieser inerten Atmosphäre darf höchstens einem Taupunkt von - 40° C entsprechen. In jeder Zone des Sinterbereichs 2 wird mit Hilfe eines Gebläses 31 ein Kreisstrom der Stickstoffatmosphäre aufrechterhalten, welcher, im Bereich der linken Kammer 26 von unten kommend, an den Wärmetauscherflächen 28 der jeweiligen Heizung 29 vorbei durch die Kammer 26 zum Gebläse 31, von dort in die Kammer 27 und durch die Düsenplatte 34 hindurch auf die Sinterteile 23 gerichtet ist. Diese heißen Stickstoffgase umfließen dabei die Sinterteile 23, durchdringen die Trägerplatte 24 und das Transportsystem T22 und werden von dort aus wieder der Heizung 29 zugeführt, womit der Kreislauf geschlossen ist.

[0037] Geringe Leckverluste der Inertatmosphäre innerhalb der Zonen des Sinterbereichs 2 werden durch entsprechende Frischgaszufuhr ausgeglichen. Die Temperatur am Einlaß der Heizung 29 sollte sich von der Temperatur am Auslaß der Heizung 29 so wenig wie möglich unterscheiden. Dies ist gleichbedeutend mit der Aussage, daß die zirkulierenden Stickstoffgase im Innenraum des Gehäuses 22 überall im wesentlichen die selbe Temperatur aufweisen.

[0038] Um die Gleichmäßigkeit der Erwärmung der Sinterteile 23 weiter zu verbessern, ist es möglich, die Strömungsrichtung der Stickstoffgase in den einzelnen Zonen des Sinterbereichs 2 abwechseln zu lassen. Insbesondere ist es denkbar, die Strömung im Bereich der Sinterteile 23 abwechselnd von oben nach unten und von unten nach oben fließen zu lassen.

[0039] Am Ende des Sinterbereichs 2 durchtreten die Sinterteile 23 die zwischen dem Sinterbereich 2 und dem Kühlbereich 4 liegende, zwei Tore umfassende Schleuse 7, wobei sinngemäß die selben Vorgänge stattfinden, wie dies oben für die zwischen dem Entbinderbereich 3 und dem Sinterbereich 2 liegende Schleuse 7 erläutert wurde. Im Kühlbereich 4 findet dann eine kontrollierte Abkühlung der fertig gesinterten Teile auf eine Temperatur statt, mit der die Sinterteile 23 über eine weitere Schleuse 7 aus dem Kühlbereich 4 austreten und schlußendlich im Auslaßbereich 9 von dem dortigen Fördersystem T9 abgenommen oder zu einer anderen Stelle abtransportiert werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Sintern von Aluminium-basierten Sinterteilen wobei die Sinterteile im kontinuierlichen Durchlauf durch einen Sinterofen geführt werden,

bei welchem in jeweils voneinander getrennten Atmosphären in räumlich getrennten Bereichen die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- a) die Sinterteile werden entbindert;
- b) die Sinterteile werden auf Sintertemperatur gebracht und auf dieser eine bestimmte Zeit gehalten;
- c) die Sinterteile werden kontrolliert abgekühlt,

dadurch gekennzeichnet, daß

im Verfahrensschritt b) als Atmosphäre ein inertes Gas eingesetzt wird, dessen Sauerstoffgehalt einem Taupunkt von höchstens -40° C entspricht, und daß die Sinterteile (23) durch Zirkulieren des entsprechend erhitzten inerten Gases auf eine Sintertemperatur von 560 bis 620° C erwärmt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** als inertes Gas Stickstoff verwendet wird.

3. Vorrichtung zum Sintern von Aluminium-basierten Sinterteilen mit

- a) einem Entbinderbereich (3), in dem die zu sinternden Teile durch Erwärmen von Bindehilfsmitteln befreit werden;
- b) einem Sinterbereich (2), in dem die Sinterteile durch Erwärmen auf Sintertemperatur einem Sinterungsprozeß unterzogen werden und der hierzu entsprechende Heizeinrichtungen aufweist;
- c) einem Kühlbereich (4), in dem die Sinterteile nach dem Sinterungsprozeß kontrolliert abkühlbar sind;
- d) einem Transportsystem (T2-T4, T7-T9), welches die Sinterteile kontinuierlich durch die verschiedenen Bereiche führt;

e) Schleusen (7), welche die Atmosphären der verschiedenen Bereiche getrennt halten und die von den Sinterteilen beim Verlassen eines bestimmten Bereiches durchquert werden müssen, wobei der Sinterbereich mit einer Inertgasquelle verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

f) die Atmosphäre im Sinterbereich (2) von einem inerten Gas gebildet wird, dessen Sauerstoffgehalt einem Taupunkt von höchstens -40° C entspricht;

g) der Sinterbereich (2) mindestens eine Heizeinrichtung für die Sinterteile (23) aufweist, die indirekt beheizte Wärmetauschflächen (28), ein Gebläse (31) und eine Luftleiteinrichtung (25) derart umfaßt, daß sich eine die Sinterteile (23) umfließende Zirkulationsströmung des inerten Gases einstellen läßt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das inerte Gas Stickstoff ist. 10
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das inerte Gas eine Temperatur von 560 bis 620° C aufweist. 15
6. Vorrichtung nach einen der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sinterbereich (2) mehrere durch Trennwände (35) abgegrenzte Zonen aufweist, die jeweils eine Heizeinrichtung mit Wärmetauschflächen (28), Gebläse (31) und Luftleiteinrichtung (25) aufweisen. 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperatur des inerten Gases in in Bewegungsrichtung hintereinander liegenden Zonen des Sinterbereiches (2) unterschiedlich ist. 25
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Umströmung der Sinterteile (23) in in Bewegungsrichtung hintereinander liegenden Zonen des Sinterbereichs (2) unterschiedlich ist. 30
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Düsenplatte (34) vorgesehen ist, über welche das zirkulierende inerte Gas gegen die Sinterteile (23) gerichtet wird. 35
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Tore der Schleusen (7), die dem Einlaß und/oder dem Auslaß des Sinterbereichs (2) benachbart sind, nicht vollständig dicht schließbar sind und das inerte Gase im Sinterbereich (2) unter Überdruck steht. 40

45

Claims

1. A process for sintering aluminium-based sintered parts, the parts to be sintered being moved through a sintering furnace in a continuous pass, in which process the following steps are carried out in separate atmospheres and in spatially separate areas in each case: 50
 - a) the parts to be sintered are de-bindered;
 - b) the parts to be sintered are heated to sinter-

55

ing temperature and maintained at this temperature for a given time;

c) the sintered parts are cooled in a controlled manner,

characterised in that

in process step b) an inert gas the oxygen content of which corresponds to a dew point not higher than -40°C is used as the atmosphere, and **in that** the parts (23) for sintering are heated to a sintering temperature of 560 to 620°C by circulation of the correspondingly heated inert gas.

2. Process according to claim 1, **characterised in that** nitrogen is used as the inert gas. 15
3. A device for sintering aluminium-based sintered parts, comprising

a) a de-binder area (3) in which the parts to be sintered are stripped of binding agents by heating;

b) a sintering area (2) in which the parts to be sintered are subjected to a sintering process by heating to sintering temperature, which area has suitable heating arrangements for this purpose;

c) a cooling area (4) in which the sintered parts can be cooled in a controlled manner after the sintering process;

d) a transport system (T2-T4, T7-T9) which continuously conveys the parts for sintering through the different areas;

e) airlocks (7) which keep the atmospheres of the different areas separate and through which the parts for sintering must pass on leaving a particular area, the sintering area being connected to an inert gas source,

characterised in that

f) the atmosphere in the sintering area (2) is formed by an inert gas the oxygen content of which corresponds to a dew point not higher than - 40°C;

g) the sintering area (2) has at least one heating arrangement for the parts (23) for sintering which includes indirectly heated heat exchanging surfaces (28), a fan (31) and an air guidance arrangement (25) such that a circulating flow of the inert gas around the parts (23) for sintering can be induced.

4. Device according to claim 3, **characterised in that** the inert gas is nitrogen.
5. Device according to claim 3 or 4, **characterised in that** the inert gas is at a temperature of 560 to 620°C.
6. Device according to one of claims 2 to 5, **characterised in that** the sintering area (2) has a plurality of zones separated by dividing walls (35), each of which zones includes a heating arrangement with heat exchanging surfaces (28), a fan (31) and an air guidance arrangement (25).
7. Device according to claim 6, **characterised in that** the temperature of the inert gas differs between zones of the sintering area (2) located successively in the direction of movement.
8. Device according to claim 6 or 7, **characterised in that** the gas flow around the parts (23) for sintering differs between zones of the sintering area (2) located successively in the direction of movement.
9. Device according to one of claims 3 to 8, **characterised in that** a nozzle plate (34) by means of which the circulating inert gas is directed against the parts (23) for sintering is provided.
10. Device according to one of claims 3 to 9, **characterised in that** the doors of the airlocks (7) adjacent the intake and/or the outlet of the sintering area (2) are closable in a not completely sealed manner and the inert gases are at a pressure above atmospheric in the sintering area (2).

Revendications

1. Procédé de frittage de pièces à base d'aluminium, les pièces à fritter étant acheminées en continu à travers un four de frittage, dans lequel procédé sont exécutées, dans des atmosphères respectivement séparées et dans des zones séparées dans l'espace, les étapes suivantes :
 - a) décomposition des liants dans les pièces à fritter ;
 - b) les pièces à fritter sont amenées à la température de frittage et maintenues à celle-ci pendant une durée déterminée ;
 - c) les pièces frittées sont refroidies de manière contrôlée ;

caractérisé en ce que l'atmosphère dans l'étape b) est un gaz inerte, dont la teneur en oxygène correspond à un point de rosée de -40°C maximum, et **en ce que** les pièces à fritter sont

chauffées par la circulation du gaz inerte chauffé de manière appropriée à une température de frittage de 560 à 620°C.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz inerte utilisé est l'azote.
3. Dispositif de frittage pour des pièces à base d'aluminium, comprenant
 - a) une zone de déliantage (3), dans laquelle les pièces à fritter sont chauffées pour obtenir la décomposition des liants ;
 - b) une zone de frittage (2), dans laquelle les pièces à fritter sont chauffées à la température de frittage et soumises à un processus de frittage et qui comporte les unités de chauffage appropriées à cet effet ;
 - c) une zone de refroidissement (4), dans laquelle les pièces frittées, à la sortie du processus de frittage, sont refroidies de manière contrôlée ;
 - d) un système de transport (T2-T4, T7-T9), par lequel les pièces sont acheminées en continu à travers les différentes zones ;
 - e) des sas (7), par lesquels les atmosphères des différentes zones restent séparées et à travers lesquels doivent passer les pièces en quittant une zone déterminée, la zone de frittage étant reliée à une source de gaz inerte,

caractérisé en ce que

- f) l'atmosphère dans la zone de frittage (2) est formée par un gaz inerte, dont la teneur en oxygène correspond à un point de rosée de -40°C maximum ;
- g) la zone de frittage (2) comporte au moins une unité de chauffage pour les pièces à fritter (23), qui est formée par des surfaces d'échange thermique (28) indirectement chauffées, une soufflante (31) et une unité de guidage d'air (25), de manière à pouvoir réguler un flux de gaz inerte mis en circulation autour des pièces à fritter (23).

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le gaz inerte est de l'azote.
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** le gaz inerte possède une température de 560 à 620°C.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** la zone de frittage (2) est formée par plusieurs parties, qui sont séparées par des cloisons (35) et qui comportent chacune une unité de chauffage avec des surfaces

d'échange thermique (28), une soufflante (31) et une unité de guidage d'air (25).

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la température du gaz inerte est différente dans les parties successives, dans le sens de transport, de la zone de frittage (2). 5
8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la circulation autour des pièces à fritter (23) est différente dans les parties successives, dans le sens de transport, de la zone de frittage (2). 10
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une plaque d'injecteurs (34), par l'intermédiaire de laquelle le gaz inerte mis en circulation est dirigé vers les pièces à fritter (23). 15
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 9, **caractérisé en ce que** les portes des sas (7), qui sont à proximité de l'entrée et/ou de la sortie de la zone de frittage (2), ne se ferment pas tout à fait hermétiquement et le gaz inerte dans la zone de frittage (2) est mis en surpression. 20 25

30

35

40

45

50

55

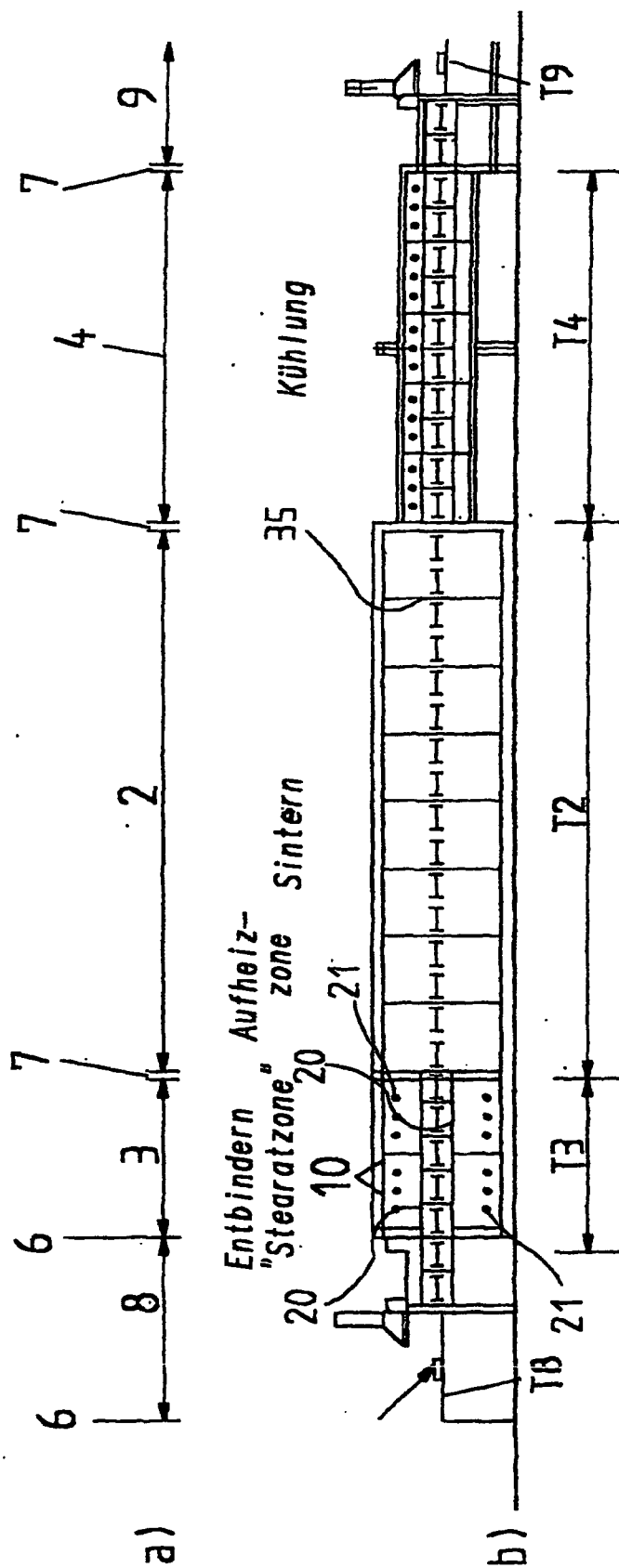


Fig.1

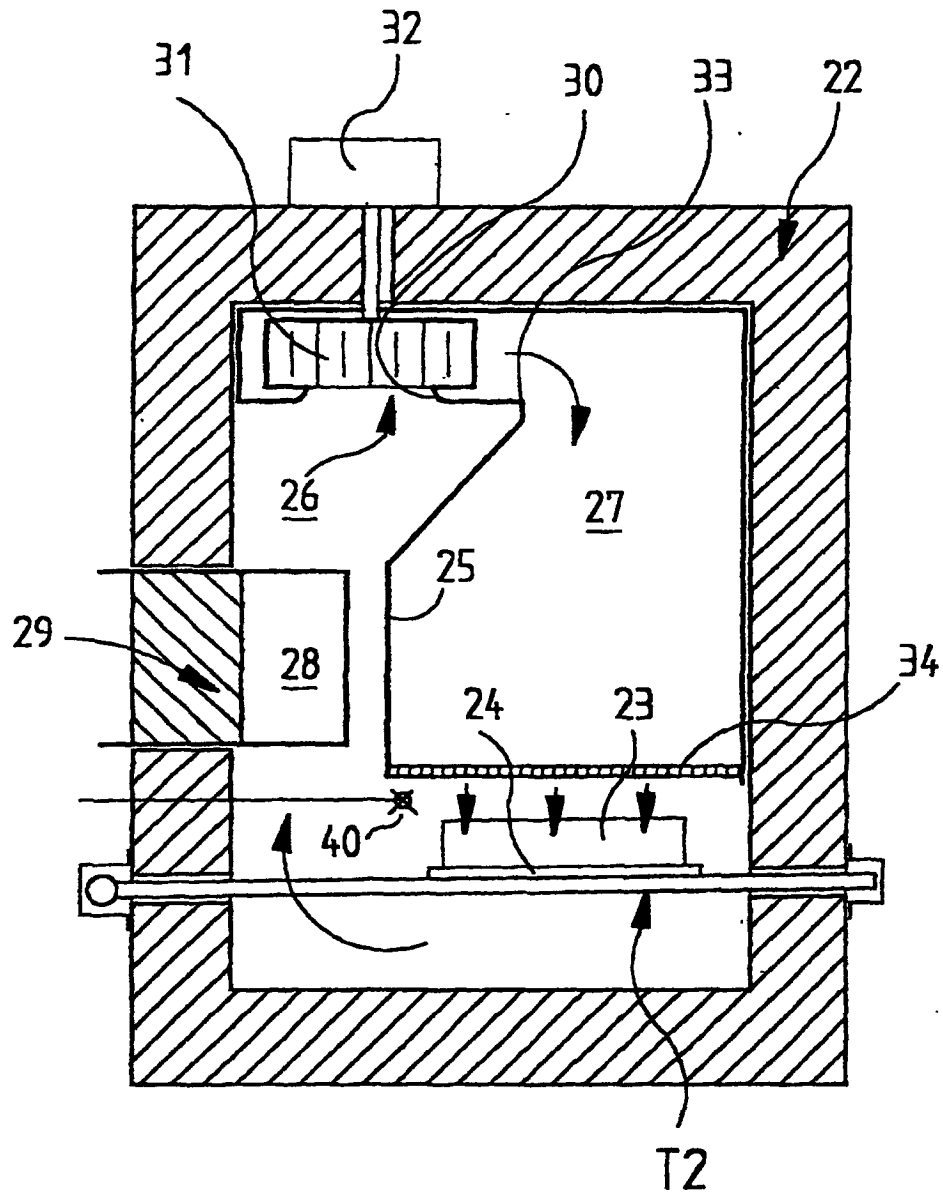


Fig.2