

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 627 019 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.04.1998 Patentblatt 1998/14

(51) Int Cl.⁶: **C23C 8/32, C23C 8/56, C21D 1/78**

(21) Anmeldenummer: **93901704.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP92/02951

(22) Anmeldetag: **18.12.1992**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 93/17146 (02.09.1993 Gazette 1993/21)

(54) VERFAHREN ZUR THERMOCHEMISCH-THERMISCHEN BEHANDLUNG VON EINSATZSTÄHLEN

PROCESS FOR THE THERMOCHEMICAL-HEAT TREATMENT OF CASE-HARDENED STEELS

PROCEDE DE TRAITEMENT THERMOCHIMIQUE-THERMIQUE D'ACIERS DE CEMENTATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **25.02.1992 DE 4205647**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.1994 Patentblatt 1994/49

(73) Patentinhaber: **INA Wälzlager Schaeffler oHG**
91072 Herzogenaurach (DE)

(72) Erfinder:

- **BINA, Wenzel**
D-8522 Herzogenaurach (DE)
- **EKKERT, Dieter**
D-8510 Fürth (DE)
- **KREISS, Werner**
D-8520 Erlangen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 033 403 **FR-A- 2 283 244**
FR-A- 2 514 035

EP 0 627 019 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen, bei denen eine Randzone eines Werkstückes, insbesondere Tassenstößel, Wälzlager Teile, Getriebe- und Kuppelungselemente, mit Kohlenstoff und Stickstoff angereichert und anschließend einer martensitischen Härtung unterzogen wird.

Ein derartiges Verfahren stellt das Karbonitrieren zum Behandeln eines Werkstückes im austenitischen Zustand mit dem Zweck der Anreicherung der Randschicht mit Kohlenstoff und mit Stickstoff dar, wobei sich beide Elemente danach im Austenit in fester Lösung befinden. Im Anschluß an diese Behandlung erfolgt im allgemeinen unmittelbar ein Abschrecken zur Erzielung einer Härtung. Durch Karbonitrieren werden die Oberflächenhärte und Verschleißfestigkeit der Konstruktionsteile verbessert (Technologie der Wärmebehandlung von Stahl, S. 169 ff, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1986).

Die nach diesem Verfahren behandelten Werkstücke weisen zwar verbesserte Eigenschaften hinsichtlich der Verschleißfestigkeit auf, die jedoch für tribologisch hoch beanspruchte Bauteile wie beispielsweise die Kontaktflächen von Tassenstößeln im Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine nicht in jedem Anwendungsfall ausreichen. Darüberhinaus ist wegen der geforderten Formgenauigkeit bei karbonitrierten Teilen ein Schleifen dieser Bauteile nötig, so daß im Zuge dieser spanenden Formgebung die hoch angereicherte, verschleißfeste äußerste Oberflächenschicht zumindest teilweise weggeschliffen wird.

Ein anderes Verfahren zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit ist das Nitrokarburieren. Dies ist ein thermochemisches Verfahren zum Anreichern der Randschicht eines Werkstückes mit Stickstoff und Kohlenstoff unter Bildung einer Verbindungsschicht, wobei sich unterhalb der Verbindungsschicht eine vor allem mit Stickstoff angereicherte Diffusionsschicht bildet. Voraussetzung für die Funktionstüchtigkeit nitrokarburierter Teile ist neben dem Vorhandensein dieser mit Stickstoff und Kohlenstoff angereicherten, ausreichend dicken Verbindungsschicht eine entsprechende Stützwirkung der Diffusionsschicht unter der naturgemäß mehr oder weniger spröden Verbindungsschicht.

Der Nachteil dieses Verfahrens besteht nun darin, daß die unter der Verbindungsschicht liegende Diffusionsschicht bei tribologisch hohen Beanspruchungen, wie beispielsweise durch Fremdkörper im Ölkreislauf einer Brennkraftmaschine, zu plastischer Verformung neigt und als Folge davon zu Beschädigungen der Verbindungsschicht führen kann.

Ein anderes Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Eisenwerkstoffen, dessen Randzonen mit Kohlenstoff und Stickstoff angereichert und anschließend einer martensitischen Härtung unterzogen werden, ist aus der FR-A-22 83 244 bekannt.

Dies erfolgt derart, daß die zu behandelnden Teile karbonitriert, in Öl abgeschreckt, nitrokarburisiert, abgeschreckt angelassen und wieder abgekühlt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein thermochemisch-thermisches Behandlungsverfahren zu schaffen, das bei tribologisch hoch beanspruchten Bauteilen eine ausreichende Verschleißfestigkeit gewährleistet.

Diese Aufgabe wird nach dem Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst durch mehrere aufeinanderfolgende Verfahrensschritte.

- Ein erster Verfahrensschritt besteht aus einem Karbonitrieren bei einer Temperatur von 780 bis 1.050 °C, wobei in der Randzone eine Aufkohlung und Aufstickung von 0,4 bis 0,9 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 0,1 bis 0,8 vorzugsweise 0,3 bis 0,7 Gewichtsprozent Stickstoff eingestellt wird. Die hohen Temperaturen sorgen dafür, daß der Austenit in der Randzone ein entsprechend hohes Lösungsvermögen sowohl für Kohlenstoff als auch für Stickstoff aufweist. Die Anreicherung der Diffusionselemente Stickstoff und Kohlenstoff hat dabei so zu erfolgen, daß deren Löslichkeit im Austenit nicht überschritten wird, d. h. das Kohlenpotential in der Atmosphäre ist dabei entsprechend der S-E-Linie im Eisenkohlenstoff-Diagramm abzustimmen. Entsprechendes gilt für das Stickstoffangebot gemäß dem Zustandsdiagramm Eisen-Stickstoff. Die Haltezeit während des Karbonitrierens, die ein bis vier Stunden betragen kann, richtet sich nach der gewünschten Einhärtetiefe, deren Obergrenze bei einem Millimeter liegen kann. Erreicht wird die chemische Zusammensetzung der Randzone durch Diffusion von Kohlenstoff und Stickstoff bei den genannten Temperaturen in bekannter Weise unter Verwendung eines Arbeitsgases, das sowohl kohlenstoffabgebende Komponenten als auch stickstoffabgebende Komponenten enthält.

An das Karbonitrieren schließt sich als zweiter Verfahrensschritt eine schnelle Unterkühlung des Härtegutes durch Abschrecken in geeigneten Medien an. Die Abschreckung soll, beispielsweise in einem Ölbad, auf Temperaturen deutlich unter dem Martensitstartpunkt der Randzone erfolgen. Dadurch wird der Diffusionsvorgang der Eisenbegleiter Stickstoff und Kohlenstoff unterbrochen und die Zementitausscheidung an den Austenitkorngrenzen unterdrückt und es entsteht ein Gefüge, das sich aus Kohlenstoff und Stickstoff enthaltendem Martensit und einem Restaustenitanteil bis zu 50 % zusammensetzt. Die Oberflächenhärten liegen dabei zwischen 65 und 55 Härte Rockwell. Ziel der gleichzeitigen Anreicherung mit Kohlenstoff und Stickstoff ist im vorliegenden Fall eine Erhöhung der Anlaßbeständigkeit besagten Einsatzstahles gegenüber dem Einsatzhärten.

- An das Karbonitrieren schließt sich als dritter Verfahrensschritt eine Wärmebehandlung an, im Zuge derer der Werkstoff bei 520 bis 650°, d. h. 20 bis 40° C über der nachfolgenden Nitrocarburiertem-

peratur, angelassen wird. Die Aufheizgeschwindigkeit liegt dabei zwischen 10 bis 30° pro Minute und die Haltezeit beträgt etwa 1 bis 2 Stunden. Nach dem Anlassen schließt sich als vierter Verfahrensschritt eine Abkühlung auf Raumtemperatur an, wobei die Abkühlgeschwindigkeit so gewählt wird, daß durch die Abkühlung keine neuen Spannungen im Bauteil erzeugt werden. Durch das Anlassen bei einer Temperatur von 20 bis 40° C über der Nitrokarburiertemperatur wird erreicht, daß sich der durch das Karbonitrieren im Randbereich des Werkstückes eingestellte Gefügezustand beim nachfolgenden Nitrokarburieren durch Temperatureinflüsse nicht mehr verändert. Da jede Änderung des Gefügezustandes mit einer Volumenvergrößerung bzw. -verkleinerung verbunden ist, wird eine derartige Volumenänderung beim nachfolgenden Nitrokarburieren ausgeschlossen. Darüberhinaus wird der beim vorhergehenden Karbonitrieren mit nachfolgender Abkühlung mit inneren Spannungen eingefrorene Ungleichgewichtszustand in ein bei der Nitrokarburiertemperatur im Gleichgewicht befindliches Gefüge umgewandelt. Der Abbau von inneren Spannungen beim Anlassen ist ebenfalls mit Maß- und Formänderungen des Werkstückes verbunden.

- Nach der Anlaßbehandlung werden die durch die vorhergehenden Behandlungsstufen Karbonitrieren und Anlassen eingetretenen Form- und Maßänderungen der Teile durch einen spangebenden Formgebungsprozeß als fünften Verfahrensschritt korrigiert, um die zu nitrokarburierenden Teile auf das Fertigteilendmaß zu bringen. Gegebenenfalls ist dabei ein durch die Stickstoff- und Kohlenstoffaufnahme beim Nitrokarburieren eintretendes Volumenwachstum maßlich zu berücksichtigen.
- Nach der spanenden Formgebung schließt sich als sechster Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens das Nitrokarburieren an. Ziel ist der Aufbau einer bis zu 20µm dicken, geschlossenen Verbindungsschicht. Hierzu werden die geschliffenen Teile bei Temperaturen von 500 bis 620° C 60 bis 150 Minuten lang behandelt. Das Nitrokarburieren erfolgt im Gasgemisch aus Ammoniak, Kohlendioxid, Stickstoff und Endo- oder Exogas. Die Abkühlung des Nitrurgutes als letzter Schritt des Verfahrens kann unter Schutzgas im Ofen oder durch Abschreckung in Öl erfolgen.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung nach Anspruch 2 erfolgt das Nitrokarburieren bei einer Temperatur von 530 bis 570° C. Diese Temperaturen liegen einerseits unterhalb der eutektoiden Temperatur und andererseits hoch genug, um mit ausreichend hoher Wachstumsgeschwindigkeit die Verbindungsschicht aufzubauen. Darüberhinaus kommt es in diesem Temperaturbereich zu keiner zusätzlichen Gefügeumwandlung im aufgestickten Randbereich, so daß

auf ein Abschrecken und den damit verbundenen Maß- und Formänderungen verzichtet werden kann.

In Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 kann das Nitrokarburieren auch im Plasma oder im Salzbad durchgeführt werden.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 4 ist es auch möglich, daß anstelle der Karbonitrierung eine Einsatzhärtung bei einer Temperatur von 780 bis 1050° C mit einer Aufkohlung der Randzone von 0,4 bis 0,9 Gewichtsprozent Kohlenstoff bei einer Haltezeit von 1 bis 4 Stunden erfolgt. Die sich anschließenden Verfahrensschritte bleiben die gleichen, wie im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 beschrieben.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung werden dem Werkstoff eine hohe Verschleißfestigkeit und Tragfähigkeit verliehen, da die unter der Verbindungsschicht liegende und diese stützende Diffusionsschicht eine wesentlich verbesserte Stützwirkung erhält, so daß auch bei höchsten tribologischen Beanspruchungen die Verbindungsschicht nicht durch plastische Verformungen der darunter liegenden Diffusionsschicht beschädigt werden kann.

Die Erfindung wird an nachstehendem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 die einzelnen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur;

Figur 2 einen Querschnitt im Bereich der Funktionsfläche.

In der mit 1 bezeichneten Phase erfolgt die Karbonitrierung bei einer Temperatur von 780 bis 1050° C. Je nach gewünschter Einhärtetiefe erfolgt innerhalb von 1 bis 4 Stunden eine Aufkohlung und Aufstickung der Randzone. Dieser Phase schließt sich eine Phase 2 an, in der das Gefüge auf eine Temperatur deutlich unter dem Martensitstartpunkt der Randzone abgeschreckt wird. In einer dritten Phase wird der Werkstoff 20 bis 40° C über der Nitrokarburiertemperatur 1 bis 2 Stunden angelassen. In einer vierten Phase wird der Werkstoff unter Ofen- bzw. Schutzgasatmosphäre abgekühlt, bevor wie gestrichelt dargestellt, in einer fünften Phase die Teile einem spannenden Formgebungsprozeß unterworfen werden, um diese auf ihr Fertigteilendmaß zu bringen. In einer sechsten Phase erfolgt innerhalb von 60 bis 150 Minuten der Aufbau einer 2 bis 20µm, vorzugsweise 6 bis 12 µm dicken, geschlossenen Verbindungsschicht. Hierzu werden die geschliffenen Teile bei Temperaturen von 500 bis 620° C in einem Gasgemisch aus Ammoniak, Kohlendioxyd, Stickstoff und Endogas oder Exogas behandelt. Danach schließt sich als letzte Phase 7 die Abkühlung des Nitrokarburiergutes unter Schutzgas im Ofen oder durch Abschreckung in Öl oder wäßrigen Medien an. Nicht auf Verschleiß beanspruch-

te Stellen können spangebend nachgearbeitet werden.

Figur 2 zeigt schematisch den Schichtenaufbau der Randzone eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelnden Teiles. An die außenliegende Verbindungsschicht 8, die aus ϵ -Nitriden, γ' -Nitriden, Karbiden und Karbonitriden besteht, schließt sich die Diffusionsschicht 9 an, die aus Nitriden, Karbiden, Karbonitriden und Ferrit besteht. Die Größenverhältnisse zwischen Verbindungsschicht und Diffusionsschicht sind dabei so, daß die Stärke der Verbindungsschicht bis zu 20 μm beträgt, während die Diffusionsschicht eine Stärke von mehreren zehntel Millimetern aufweisen kann. An die Diffusionsschicht 9 schließt sich der Ausgangswerkstoff 10 an.

Erfindungsgemäß wird die Stützwirkung der unter der Verbindungsschicht befindlichen Diffusionsschicht durch Karbonitrieren und Anlassen gegenüber einem nur nitrokarburisiertem Teil entscheidend verbessert.

Bezugszahlenliste

- 1 Karbonitrieren oder Einsatzhärten
- 2 Abkühlen
- 3 Anlassen
- 4 Abkühlen
- 5 spanende Formgebung
- 6 Nitrokarburieren
- 7 Abkühlen
- 8 Verbindungsschicht
- 9 Diffusionsschicht
- 10 Ausgangswerkstoff

Patentansprüche

1. Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen, bei denen eine Randzone eines Werkstückes, insbesondere Tassenstößel, Wälzlagerteile, Getriebe- und Kupplungselemente, mit Kohlenstoff und Stickstoff angereichert und anschließend einer martensitischen Härtung unterzogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Verfahrensschritt eine Karbonitrierung (1) bei einer Temperatur von 780 bis 1.050 °C mit einer Aufkohlung und Aufstickung der Randzone von 0,4 bis 0,9 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 0,1 bis 0,8 Gewichtsprozent Stickstoff bei einer Haltezeit von 1 bis 4 Stunden erfolgt, daß sich in einem zweiten Verfahrensschritt der Karbonitrierung (1) eine Abschreckung (2) auf eine Temperatur deutlich unter dem Martensitstartpunkt der Randzone anschließt, daß ein dritter Verfahrensschritt ein Anlaßvorgang (3) ist, welcher bei einer Temperatur von 20 bis 40 °C über der nachfolgenden Nitrokarburiertemperatur, mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 10 bis 30 °C pro Minute und einer Haltezeit von 1 bis 2 Stunden vorgenommen wird, daß als vierter Verfahrensschritt eine Abkühlung (4) auf Raumtemperatur folgt und daß sich als fünfter Verfahrensschritt eine spanende Formgebung (5) der Werkstücke anschließt und daß als sechster Verfahrensschritt ein Nitrokarburieren (6) in einem Gasgemisch aus Ammoniak, Kohlendioxid, Stickstoff und Endo- oder Exogas bei einer Temperatur von 500 bis 620 °C mit einer Haltezeit von 60 bis 150 Minuten folgt, dem sich als letzter Verfahrensschritt ein Abkühlen auf Raumtemperatur anschließt.

peratur folgt und daß sich als fünfter Verfahrensschritt eine spanende Formgebung (5) der Werkstücke anschließt und daß als sechster Verfahrensschritt ein Nitrokarburieren (6) in einem Gasgemisch aus Ammoniak, Kohlendioxid, Stickstoff und Endo- oder Exogas bei einer Temperatur von 500 bis 620 °C mit einer Haltezeit von 60 bis 150 Minuten folgt, dem sich als letzter Verfahrensschritt ein Abkühlen auf Raumtemperatur anschließt.

2. Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Nitrokarburieren (6) bei einer Temperatur von 530 bis 570 °C stattfindet.
3. Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Nitrokarburieren (6) im Plasma oder Salzbad erfolgt.

4. Verfahren zur thermochemisch-thermischen Behandlung von Einsatzstählen, bei denen eine Randzone eines Werkstückes, insbesondere Tassenstößel, Wälzlagerteile, Getriebe- und Kupplungselemente, mit Kohlenstoff angereichert und anschließend einer martensitischen Härtung unterzogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Verfahrensschritt eine Einsatzhärtung (1) bei einer Temperatur von 780 bis 1.050 °C mit einer Aufkohlung der Randzone von 0,4 bis 0,9 Gewichtsprozent Kohlenstoff bei einer Haltezeit von 1 bis 4 Stunden erfolgt, daß sich in einem zweiten Verfahrensschritt der Einsatzhärtung (1) eine Abschreckung (2) auf eine Temperatur deutlich unter dem Martensitstartpunkt der Randzone anschließt, daß ein dritter Verfahrensschritt ein Anlaßvorgang (3) ist, welcher bei einer Temperatur von 20 bis 40 °C über der nachfolgenden Nitrokarburiertemperatur, mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 10 bis 30 °C pro Minute und einer Haltezeit von 1 bis 2 Stunden vorgenommen wird, daß als vierter Verfahrensschritt eine Abkühlung (4) auf Raumtemperatur folgt und daß sich als fünfter Verfahrensschritt eine spanende Formgebung (5) der Werkstücke anschließt und daß als sechster Verfahrensschritt ein Nitrokarburieren (6) in einem Gasgemisch aus Ammoniak, Kohlendioxid, Stickstoff und Endo- oder Exogas bei einer Temperatur von 500 bis 620 °C mit einer Haltezeit von 60 bis 150 Minuten folgt, dem sich als letzter Verfahrensschritt ein Abkühlen auf Raumtemperatur anschließt.

Claims

1. A method of thermochemical heat treatment of case hardening steels in which an edge region of a work-

piece, in particular cup tappets, rolling bearing parts, transmission and clutch elements, is enriched with carbon and nitrogen and then subjected to martensitic hardening, characterised by

- a first step of carbonitriding (1) at a temperature of 780 to 1050° C whereby the edge region is carburised to 0.4 to 0.9 percent by weight of carbon and nitrided to 0.1 to 0.8 percent by weight of nitrogen with a holding time of 1 to 4 hours,
- a second step of quenching (2) to a temperature well below the initial martensite point of the edge region,
- a third step of tempering (3) at a temperature higher than a nitrocarburising temperature by 20 to 40° C at a heating rate of 10 to 30° C per minute and a holding time of 1 to 2 hours,
- a fourth step of cooling (4) to ambient temperature,
- a fifth step of shaping the workpieces by machining (5),
- a sixth step of nitrocarburising (6) in a gas mixture of ammonia, carbon dioxide, nitrogen and endothermic or exothermic gas at a temperature of 500 to 620° C with a holding time of 60 to 150 minutes, and
- a last step of cooling to ambient temperature.

2. A method of thermochemical heat treatment of case hardening steels according to Claim 1, wherein nitrocarburising (6) is performed at a temperature of 530 to 570° C.

3. A method of thermochemical heat treatment of case hardening steels according to Claim 1, wherein nitrocarburising is performed in plasma or in a salt bath.

4. A method of thermochemical heat treatment of case hardening steels in which an edge region of a workpiece, in particular cup tappets, rolling bearing parts, transmission and clutch elements, is enriched with carbon and nitrogen and then subjected to martensitic hardening, characterised by

- a first step of carburising (1) at a temperature of 780 to 1050° C whereby the edge region is carburised to 0.4 to 0.9 percent by weight of carbon with a holding time of 1 to 4 hours,
- a second step of quenching (2) to a temperature well below the initial martensite point of the edge region,
- a third step of tempering (3) at a temperature higher than a nitrocarburising temperature by 20 to 40° C at a heating rate of 10 to 30° C per minute and a holding time of 1 to 2 hours,
- a fourth step of cooling (4) to ambient temper-

ature,

- a fifth step of shaping the workpieces by machining (5),
- a sixth step of nitrocarburising (6) in a gas mixture of ammonia, carbon dioxide, nitrogen and endothermic or exothermic gas at a temperature of 500 to 620° C with a holding time of 60 to 150 minutes, and
- a last step of cooling to ambient temperature.

Revendications

1. Procédé de traitement thermochimique et thermique d'aciers de cémentation, dans lesquels une zone superficielle d'une pièce à oeuvrer, en particulier d'un poussoir à cloche, de parties de paliers à rouleaux, d'éléments de transmission et d'embrayage, sont enrichis avec du carbone et de l'azote et sont ensuite exposés à un durcissement martensitique, caractérisé en ce que

- dans une première séquence du procédé a lieu une carbonituration (1) à une température comprise entre 780 et 1050°C avec une carbonisation et une nitruration de la zone superficielle d'un pourcentage en poids de carbone de 0,4 à 0,9 et d'un pourcentage en poids d'azote de 0,1 à 0,8 lors d'un temps de maintien de 1 à 4 heures,
- dans une seconde séquence du procédé à la carbonituration (1) fait suite une trempe (2) à une température nettement en dessous du point martensitique de la zone superficielle,
- une troisième séquence du procédé est un processus de revenu (3) que l'on effectue à une température de 20 à 40°C supérieure à la température de la nitrocarburisation suivante, avec une vitesse de chauffage comprise entre 10 et 30°C par minute et un temps de maintien de 1 à 2 heures,
- vient à la suite comme quatrième séquence du procédé un refroidissement (4) à la température ambiante, et
- à la suite on a comme cinquième séquence du procédé une mise en forme (5) des pièces à oeuvrer par enlèvement de copeaux, et
- suit comme sixième séquence du procédé une nitrocarburisation (6) dans un mélange gazeux, se composant d'ammoniac de dioxyde de carbone, d'azote et de gaz endo- ou exothermiques à une température de 500 à 620°C avec un temps de maintien de 60 à 150 minutes, séquence à laquelle se raccorde comme dernière séquence du procédé un refroidissement à la température ambiante.

2. Procédé de traitement thermochimique et thermi-

que d'aciers de cémentation selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la nitrocarburation (6) a lieu à une température de 530 à 570°C.

5

3. Procédé de traitement thermochimique et thermique d'aciers de cémentation selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la nitrocarburation (6) a lieu dans le plasma ou un bain de sel.

10

4. Procédé de traitement thermochimique et thermique d'aciers de cémentation, dans lesquels une zone superficielle d'une pièce à oeuvrer, en particulier d'un poussoir à cloche, de parties de paliers à rouleaux, d'éléments de transmission et d'embrayage, sont enrichis avec du carbone et sont ensuite exposés à un durcissement martensitique,
caractérisé en ce que

15

20

- dans une première séquence du procédé a lieu une cémentation (1) à une température comprise entre 780 et 1050°C avec une carbonisation de la zone superficielle d'un pourcentage en poids de carbone de 0,4 à 0,9 lors d'un temps de maintien de 1 à 4 heures, 25
- dans une seconde séquence du procédé à la cémentation (1) fait suite une trempe (2) à une température nettement en dessous du point martensitique de la zone superficielle, 30
- une troisième séquence du procédé est un processus de revenu (3) que l'on effectue à une température de 20 à 40°C supérieure à la température de la nitrocarburation suivante, avec une vitesse de chauffage comprise entre 10 et 30°C par minute et un temps de maintien de 1 à 2 heures, 35
- vient à la suite comme quatrième séquence du procédé un refroidissement (4) à la température ambiante, et 40
- à la suite on a comme cinquième séquence du procédé une mise en forme (5) des pièces à oeuvrer par enlèvement de copeaux, et 45
- suit comme sixième séquence du procédé une nitrocarburation (6) dans un mélange gazeux, se composant d'ammoniac de dioxyde de carbone, d'azote et de gaz endo- ou exothermiques à une température de 500 à 620°C avec un temps de maintien de 60 à 150 minutes, séquence à laquelle se raccorde comme dernière séquence du procédé un refroidissement à la température ambiante. 50

55

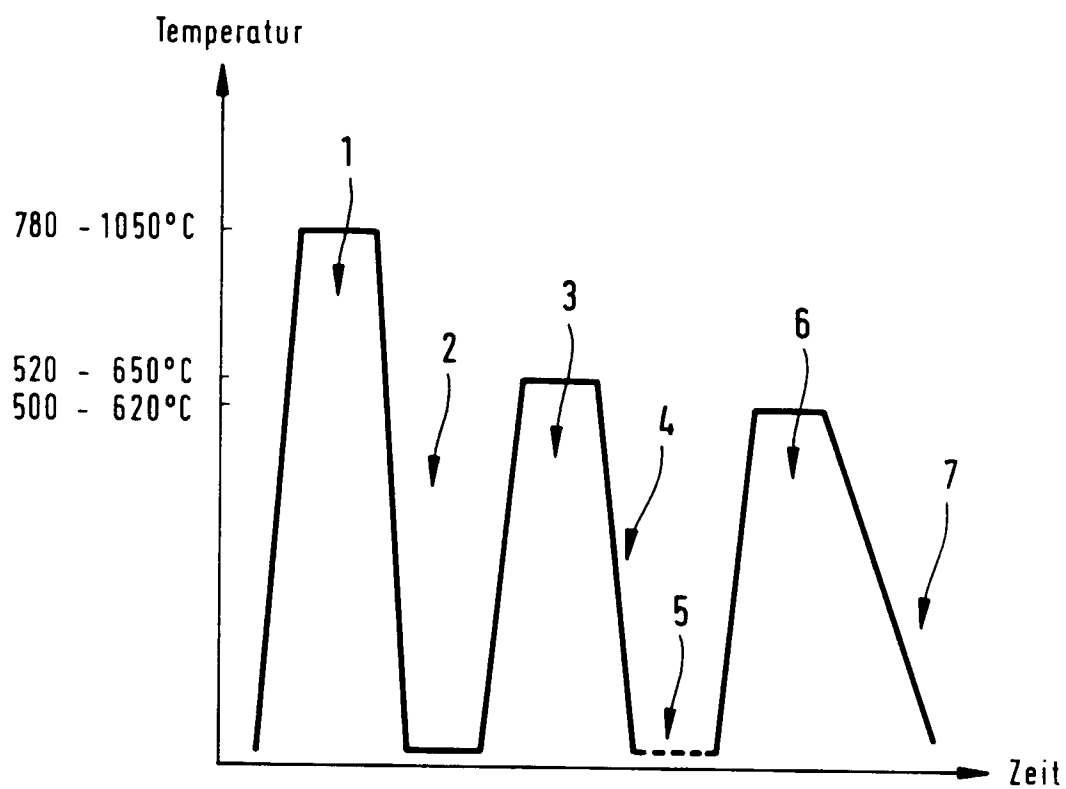


Fig.1

Fig.2

