

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 078 994 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.02.2001 Patentblatt 2001/09

(51) Int. Cl.⁷: **C21D 8/06**, C21D 9/52
// C21D9/26

(21) Anmeldenummer: **00116541.4**

(22) Anmeldetag: **31.07.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **27.08.1999 DE 19940845**

(71) Anmelder: **GRAF + CIE AG
8640 Rapperswil (CH)**

(72) Erfinder: **Graf, Ralph A.
8807 Freienbach (CH)**

(74) Vertreter:
**Patentanwälte
Leinweber & Zimmermann
Rosental 7,
II Aufgang
80331 München (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Feindraht**

(57) Bei einem Verfahren zum Herstellen von Feindraht, insbesondere Kratzendraht, bei dem ein ggf. bereits behandeltes, insbesondere gezogenes, Draht-Ausgangsmaterial durch einen Wärmebehandlungsvorgang in einen ziehfähigen Zustand versetzt, dann gezogen und anschließend zum Erhalt vorgegebener mechanischer Eigenschaften vergütet wird, wird eine Weiterbildung vorgeschlagen, bei der der gezogene Draht zum Vergüten mindestens eine zuvor bereits zur Durchführung des Wärmebehandlungsvorganges eingesetzte Ofen- und/oder Abkühleinrichtung durchläuft.

EP 1 078 994 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Feindraht, insbesondere Kratzendraht, bei dem ein ggf. bereits behandeltes, insbesondere gezogenes Draht-Ausgangsmaterial durch einen Wärmebehandlungsvorgang in einen ziehfähigen Zustand versetzt, dann gezogen und anschließend zum Erhalt vorgegebener mechanischer Eigenschaften vergütet wird, eine zur Ausführung derartiger Verfahren einsetzbare Vorrichtung, eine Ofeneinrichtung sowie eine Abkühlereinrichtung einer derartigen Vorrichtung.

[0002] Mit Verfahren der vorstehend angegebenen Art hergestellte Kratzendrähte aus unlegierten und legierten Stählen werden beispielsweise zur Bearbeitung von Textilfasern in Karden eingesetzt. Dazu werden die mit diesen Verfahren erhaltenen Feindrähte zu Sägezahndrähten weiterverarbeitet und beispielsweise auf die Deckel der Karde aufgezogen. Zur Bearbeitung der Textilfasern wird der Tambour der Karde mit einer darauf aufgezogenen Garnitur in eine Drehbewegung um seine Zylinderachse versetzt, so daß die Garnitur das zugeführte Fasermaterial durchfahren und reinigen kann, wobei die Deckelgarnituren der feststehenden oder gegerläufig angetriebenen Deckel mit der Tambourgarnitur zusammenwirken. Dabei muß zum Erhalt einer zufriedenstellenden Verarbeitungsqualität sichergestellt werden, daß der Kratzendraht für sämtliche Deckel der Karde gleichbleibende mechanische Eigenschaften aufweist. Im übrigen müssen die mechanischen Eigenschaften des Kratzendrahtes über die Gesamtlänge der auf die Deckel aufgezogenen Sägezahndrahtstreifen auch noch deswegen auf einem konstant hohen Niveau gehalten werden, weil lokale Mängel des Kratzeridrahtes zu Beschädigungen der daraus gebildeten Sägezahndraht-Ganzstahlgarnitur führen können, die einen vollständigen Austausch erforderlich machen. Das ist bei modernen Hochleistungskarden im Hinblick auf die damit verbundenen Maschinenstillstandzeiten und das dazu benötigte Material mit sehr hohen Kosten verbunden. Andererseits weisen die wendelförmig auf den zylinderförmigen Tambour aufgezogenen Drähte und die Gesamtlänge der auf die Deckel aufgezogenen Sägezahndrahtstreifen bei modernen Hochleistungskarden eine Länge von mehreren hundert Metern auf. Daher muß bei der Durchführung eines Verfahrens zum Herstellen von Kratzendraht sichergestellt werden, daß die damit erhaltenen mechanischen Eigenschaften über die gesamte Länge von mehreren hundert Metern konstant bleiben. Nachstehend wird ein bekanntes Verfahren erläutert, mit dem Feindrähte hergestellt werden können, die diesen Anforderungen genügt:

[0003] Dabei wird zunächst ein sogenannter Walzdraht erzeugt und bis zur Dehnungsgrenze gezogen. Der so erhaltene gezogene Draht weist jedoch im allgemeinen noch keine hinreichend geringe Querschnittsfläche in einer senkrecht zu seiner Längsrichtung

verlaufenden Schnitteben auf. Daher wird das mit dem ersten Ziehvorgang erhaltene Draht-Ausgangsmaterial üblicherweise einem Wärmebehandlungsvorgang unterzogen, mit dem es wieder eine Gefügestruktur erhält, die den Draht weiterverarbeitbar, d.h. ziehfähig macht.

[0004] Im Verlauf dieses Wärmebehandlungsvorganges wird das Draht-Ausgangsmaterial bei den bekannten Verfahren zunächst auf eine Temperatur im Bereich von 800 bis 1000°C erwärmt, in der eine Gefügeumwandlung des als Drahtmaterial verwendeten Stahls in die austenitische Struktur stattfindet. Anschließend wird der Draht dann auf eine Temperatur im Bereich von 400 bis 600°C abgeschreckt und für eine vorgegebene Zeit bei dieser Temperatur gehalten. Dabei erfolgt bei Verwendung von Stahl als Material für den Fein- bzw. Kratzendraht eine Gefügeumwandlung in die perlitische Struktur, die durch ihr sehr gutes Kaltumformungsvermögen charakterisiert ist. Nach Abschluß dieser Umwandlung wird der Draht wieder auf Raumtemperatur abgekühlt und einer zum Erhalt der vorgegebenen mechanischen Eigenschaften dienenden Vergütung unterzogen.

[0005] Zum Erwärmen des Drahtes auf die Temperatur von 800 bis 1000°C können konduktive und induktive Erwärmungsverfahren eingesetzt werden. Im Hinblick auf die sehr hohen Energie- und Investitionskosten für zum Ausführen einer konduktiven oder induktiven Erwärmung einsetzbare Öfen erfolgt die Erwärmung auf die Temperatur von 800 bis 1000°C jedoch im allgemeinen in elektrisch oder mit Gas beheizten Öfen, die von dem Draht-Ausgangsmaterial in entsprechenden, die Öfen durchsetzenden Rohren durchlaufen werden. Derartige Öfen bieten den zusätzlichen Vorteil, daß die Temperatur des den Ofen durchlaufenden Drahtabschnittes besser konstant gehalten werden kann als bei einer konduktiven oder induktiven Drahterwärmung, was sich positiv auf die Gleichmäßigkeit der in diesem Ofen zu erzielenden austenitischen Struktur auswirkt.

[0006] Zur Abschreckung des Draht-Ausgangsmaterials auf die zur Gefügeumwandlung in die perlitische Struktur benötigte Temperatur im Bereich von 400 bis 600°C und zum Halten des Draht-Ausgangsmaterials bei dieser Temperatur wird traditionell flüssiges Blei eingesetzt. Die Verwendung von flüssigem Blei ist jedoch problematisch, weil eine Oxidation des Draht-Ausgangsmaterials beim Übergang flüssiges Blei-Luft nicht zu vermeiden ist und darüber hinaus mit dem das Bleibad durchlaufenden Draht-Ausgangsmaterial auch noch Blei ausgeschleppt wird. Dieses ausgeschleppte Blei muß von dem Draht entfernt und entsorgt werden. Eine vollständige Entfernung des Bleis von dem Draht-Ausgangsmaterial ist jedoch nahezu unmöglich. Das demnach noch auf dem Draht-Ausgangsmaterial verbleibende Blei wirkt sich negativ auf den weiteren Ziehprozeß und später auch auf die Oberflächenqualität des Kratzendrahtes aus.

[0007] Im Hinblick auf diese Probleme beim Einsatz von flüssigem Blei zum Abschrecken und anschließenden Halten des Draht-Ausgangsmaterials bei einer Temperatur von 400 bis 600°C wurde bereits vorgeschlagen, diesen Vorgang in einem Wirbelbett auszuführen. In einem derartigen Wirbelbett wird rieselfähiges Material, wie etwa Sand, mit durch einen Boden einer entsprechenden Wirbelkammer eingeleiteter Preßluft verwirbelt. Wenn das Draht-Ausgangsmaterial die so entstehende Schicht aus verwirbeltem, rieselfähigem Material durchläuft, erfolgt eine rasche Abkühlung des Draht-Ausgangsmaterials auf die Temperatur des rieselfähigen Materials, weil sich dieses in verwirbeltem Zustand etwa wie eine Flüssigkeit verhält und demnach sehr schnell die Wärmeenergie von dem Draht-Ausgangsmaterial ableiten kann.

[0008] Allerdings bildet sich beim Durchlaufen der Schicht aus dem verwirbelten rieselfähigen Material üblicherweise eine unerwünschte Oxidschicht auf dem Draht-Ausgangsmaterial, die zwar teilweise durch die abrasive Wirkung des üblicherweise als rieselfähiges Material eingesetzten Sandes wieder abgetragen wird, jedoch dann in der Wirbelkammer verbleibt. Diese sogenannten Zunderpartikel wirken sich negativ auf das Abschreckverhalten aus, so daß eine regelmäßige Reinigung bzw. ein regelmäßiger Austausch des rieselfähigen Materials notwendig ist. Darüber hinaus muß auch bei diesem Verfahren die noch auf dem Draht-Ausgangsmaterial verbleibenden Oxidpartikel, der sogenannte Restzunder, chemisch vom Draht entfernt bzw. abgebeizt werden.

[0009] Die vorstehend erläuterten Probleme beim Einsatz von Wirbelbetten treten in verstärkter Form auf, wenn das rieselfähige Material zur Sicherstellung der gewünschten Gefügeumwandlung in die perilitische Struktur auch noch auf eine Temperatur im Bereich von 400 bis 600°C erwärmt wird, weil bei diesen Temperaturen die Bildung der Oxidschicht begünstigt wird und sich zusätzlich auch noch Verbrennungsprodukte der üblicherweise zum Erwärmen des rieselfähigen Materials eingesetzten Gasbrenner auf dem Draht-Ausgangsmaterial absetzen.

[0010] Zum Entfernen des sowohl bei Einsatz des Bleibades als auch bei Verwendung eines Wirbelbettes auf dem Draht-Ausgangsmaterial verbleibenden Fremdmaterials, also der auch als Zunderschicht bezeichneten Oxidschicht, und der je nach eingesetztem Verfahren zusätzlichen Bleirückstände wird üblicherweise eine sogenannte Beizanlage eingesetzt. Diese besteht üblicherweise im wesentlichen aus der in der Regel mit Salzsäure oder Schwefelsäure gefüllten Beizwanne und mehreren danach von dem Draht-Ausgangsmaterial durchlaufenen, kaskadenartig hintereinander geschalteten Spülbecken sowie einer dahinter angeordneten Trocknungseinrichtung.

[0011] Der so wieder in einen verarbeitbaren, d.h. ziehfähigen Zustand versetzte Draht wird darin mit einem herkömmlichen Ziehverfahren gezogen, um die

gewünschte Drahtform zu erhalten. Danach müssen die Kratzendrähte auch noch zum Erhalt vorgegebener mechanischer Eigenschaften vergütet werden.

[0012] Das Vergüten wird insbesondere dazu angewandt, um bei den bereits gezogenen Drähten eine möglichst hohe Festigkeit bei gleichzeitig guten Zähigkeits- und Dehnungswerten zu erzielen. Für diesen Zweck wird üblicherweise eine Durchlaufvergütungsanlage eingesetzt, in der der gezogene Draht zunächst zum Erhalt einer austenitischen Struktur auf eine Temperatur zwischen 800 und 1000°C erwärmt, dann zum Erhalt einer martensitischen Umwandlung abgeschreckt, danach zur Bildung von Ausscheidungen aus dem martensitischen Gefüge auf eine Temperatur im Bereich von 400 bis 600°C erwärmt und schließlich auf eine Temperatur von weniger als 60°C abgekühlt. Dabei wird zur Erwärmung des gezogenen Drahtes auf 800 bis 1000°C üblicherweise ein indirektes Erwärmungsverfahren unter Verwendung von elektrisch oder mit Gas betriebenen Öfen eingesetzt, bei denen die Drähte in Rohren geführt und zur Vermeidung einer Oxidation in der Regel mit Schutzgas, wie etwa Stickstoff, gespült werden. In dieser ersten Stufe des Vergütungs Vorganges muß besonders darauf geachtet werden, daß die vorgegebene Drahttemperatur über die gesamte Ofenlänge möglichst exakt eingehalten wird, weil nur so die benötigten gleichmäßigen mechanischen Eigenschaften über die gesamte Drahtlänge sichergestellt werden.

[0013] Ziel der Abschreckung ist eine möglichst vollständige martensitische Umwandlung des Gefüges. Dazu wird in der Regel Öl als Abschreckmedium eingesetzt. Zur Sicherstellung der gewünschten mechanischen Eigenschaften des Kratzendrahtes muß die Bildung einer Oxidschicht bzw. eine Verzunderung des Drahtes unbedingt vermieden werden. Aus diesem Grund schließt sich die Abschreckzone der bekannten Vergütungsanlagen luftdicht an den Austenitisierofen an. Es wurde bereit versucht, andere Abschreckmedien als Öl einzusetzen oder auch indirekte Abschreckverfahren mit Gas oder Wasser einzusetzen. Dabei konnten jedoch keine zufriedenstellenden Ergebnisse bezüglich der Gleichmäßigkeit und Feinheit der Martensitstruktur erzielt werden.

[0014] Wie vorstehend bereits erläutert, dient das Erwärmen des Drahtes auf eine Temperatur im Bereich von 400 bis 600°C in der nächsten Stufe des Vergütungs Vorganges zur Bildung von Ausscheidungen aus dem in der Abschreckstufe erhaltenen martensitischen Gefüge. Dieser Vorgang wird auch als Anlassen und die dazu benötigte Ofeneinrichtung als Anlaßofen bezeichnet. Nach erfolgter Umwandlung besteht das Gefüge aus einer ferritischen Grundmatrix mit darin eingelagerten Ausscheidungen. Diese Erwärmung kann ebenfalls indirekt in elektrisch oder mit Gas betriebenen Öfen erfolgen. Dabei werden die Drähte ebenso wie bei der vorhergehenden Erwärmung auf einer Temperatur von 800 bis 1000°C in Rohren geführt, die zur Vermeidung einer Oxidation ebenfalls mit Schutzgas, in der Regel

Stickstoff gespült werden. Auch bei dieser Vergütungsstufe muß zum Erhalt gleichbleibender mechanischer Eigenschaften über die gesamte Drahtlänge eine sehr gute Temperaturkonstanz sichergestellt werden.

[0015] Die abschließende Kühlung des Drahtes auf eine Temperatur von 60°C oder weniger erfolgt üblicherweise indirekt in Rohren, die von Wasser umspült sind.

[0016] Wie der vorstehenden Erläuterung bekannter Verfahren der eingangs beschriebenen Art zu entnehmen ist, erfordern diese Verfahren einen sehr hohen maschinellen Aufwand und sind darüber hinaus mit der Erzeugung einer Vielzahl von umweltbelastenden Substanzen, wie etwa dem flüssigen Blei, dem mit Zunderpartikeln versetzten Sand, der in der Beizanlage eingesetzten Säure und dem zum Abschrecken während des Vergütungsvorganges eingesetzten Öl, verbunden.

[0017] Angesichts dieser Probleme im Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Weiterbildung des vorstehend erläuterten Verfahrens nach dem Stand der Technik anzugeben, mit der unter Sicherstellung gleichbleibender mechanischer Eigenschaften eines damit erhaltenen Kratzendrahtes die Investitionskosten für die zur Ausführung dieses Verfahrens betreibbare Anlage gesenkt und gleichzeitig die Menge der bei der Ausführung des Verfahrens anfallenden umweltbelastenden Stoffe vermindert werden kann, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens, eine Ofeneinrichtung und eine -Abkühleinrichtung für diese Vorrichtung bereitzustellen.

[0018] In verfahrensmäßiger Hinsicht wird diese Aufgabe durch eine Weiterbildung des bekannten Verfahrens zur Herstellung von Feindraht, insbesondere Kratzendraht gelöst, die im wesentlichen dadurch gekennzeichnet ist, daß der gezogene Draht zum Vergüten mindestens eine zuvor bereits zur Durchführung des Wärmebehandlungsvorganges eingesetzte Ofen- und/oder Abkühleinrichtung durchläuft.

[0019] Diese Weiterbildung geht auf die verblüffend einfache Erkenntnis zurück, daß der Draht bei dem zum Erhalt der ziehfähigen Gefügestruktur durchgeführten Wärmebehandlungsvorgang ein ähnliches Temperaturprofil durchläuft wie bei dem anschließend durchgeführten Vergütungsvorgang und daß eine Anpassung an die voneinander abweichenden Temperaturprofile und an andere verfahrensspezifische Bedingungen durch eine entsprechende Einstellung der für beide Vorgänge, also sowohl für den Wärmebehandlungsvorgang als auch für den Vergütungsvorgang benutzten Ofeneinrichtung und/oder Abkühleinrichtung erfolgen kann. Insbesondere wurde dabei im Rahmen dieser Erfindung erkannt, daß die durch die entsprechenden Einstellungen der doppelt benutzten Anlagenteile auftretenden Anlagenstillstandzeiten mit so geringen Kosten verbunden sind, daß durch die Einsparung mindestens eines Anlagenteiles insgesamt ein kostengünstigeres Herstellungsverfahren erreicht wird. Zudem wird durch die Einsparung mindestens eines Anlagenteiles der Platz-

bedarf der Anlage deutlich geringer als bei herkömmlichen Anlagen, was weiter zur Kosteneinsparung beiträgt. Schließlich kann durch die Doppelnutzung mindestens eines der Anlagenteile die Menge der bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens erzeugten umweltbelastenden Substanzen deutlich reduziert werden. Dieser Effekt tritt besonders deutlich hervor, wenn mindestens eine Abkühleinrichtung sowohl für den Wärmebehandlungsvorgang als auch für den Vergütungsvorgang eingesetzt wird.

[0020] Wie vorstehend bereits im Zusammenhang mit den bekannten Verfahren erläutert, hat es sich zum Erhalt einer ziehfähigen Gefügestruktur des Draht-Ausgangsmaterials als besonders günstig erwiesen, wenn dieses im Verlauf des Wärmebehandlungsvorganges zunächst mit einer ersten Ofeneinrichtung auf eine erste Temperatur von vorzugsweise etwa 800 bis 1000°C erwärmt, dann mit einer ersten Abkühleinrichtung auf eine zweite, vorzugsweise zwischen der ersten Temperatur und Raumtemperatur liegende Temperatur von besonders bevorzugt etwa 400 bis 600°C abgekühlt, ggf. für eine vorgegebene Zeit bei dieser zweiten Temperatur gehalten und anschließend mit einer zweiten Abkühleinrichtung etwa auf Raumtemperatur oder eine etwas darüberliegende Temperatur abgekühlt wird. Dabei kann der auf die zweite Temperatur von vorzugsweise etwa 400 bis 600°C abgekühlt Draht auch mit der entsprechenden Abkühleinrichtung für eine vorgegebene Zeit bei dieser Temperatur gehalten werden. Im Sinne der gewünschten Doppelnutzung einzelner Anlagenteile sowohl für den Wärmebehandlungsvorgang als auch für den Vergütungsvorgang hat es sich jedoch als besonders günstig erwiesen, wenn der Draht nach Verlassen der ersten Abkühleinrichtung mit einer zweiten Ofeneinrichtung bei der zweiten Temperatur gehalten wird. Dann kann die erste Abkühleinrichtung sowohl zum Abkühlen des Drahtes auf die zweite Temperatur als auch zum Abkühlen des Drahtes im Verlauf des Vergütungsvorganges eingesetzt werden, weil die im Verlauf des Vergütungsvorganges ebenfalls notwendig werdende weitere Erwärmung des Draht-Ausgangsmaterials auch noch mit der zweiten Ofeneinrichtung erreicht werden kann.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren kann bereits dann mit Vorteil eingesetzt werden, wenn nur eines der zur Ausführung des Wärmebehandlungsvorganges benötigten Anlagenteile, also die erste Ofeneinrichtung, die erste Abkühleinrichtung, die zweite Ofeneinrichtung oder die zweite Abkühleinrichtung auch zum Vergüten eingesetzt wird. Eine besonders große Einsparung der Investitionskosten für die zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einzusetzende Vorrichtung wird jedoch erreicht, wenn der Draht zum Vergüten sowohl die erste Ofeneinrichtung, als auch die erste Abkühleinrichtung, als auch die zweite Ofeneinrichtung, als auch die zweite Abkühleinrichtung durchläuft.

[0022] In diesem Zusammenhang wird ergänzend darauf hingewiesen, daß die Ausführung dieses besonders bevorzugten Verfahrens keine kontinuierliche Herstellung von Kratzendrähten ermöglicht, weil zwischen dem Wärmebehandlungsvorgang und dem Vergütungs-
 5 vorgang zunächst eine Umstellung der einzelnen Anlagenteile erfolgen muß. Dieser Nachteil ist jedoch insbesondere bei der Herstellung von Kratzendraht hinnehmbar, weil die Menge des benötigten Kratzendrahtes üblicherweise deutlich unter den maximalen Produktionskapazitäten entsprechender Anlagen liegt, so daß es bei einer bedarfsgerechten Produktion von Kratzendrähten ohnehin zu Maschinen-Stillstandzeiten kommt, die dann zur Umstellung der einzelnen Anlagenteile ausgenutzt werden können. Daher entstehen
 10 bei der Durchführung des erfindungsgemäß besonders bevorzugten Verfahrens keine Zusatzkosten durch zusätzliche Maschinen-Stillstandzeiten.

[0023] Wie vorstehend bereits im Zusammenhang mit dem Verfahren nach dem Stand der Technik erläutert, hat es sich als besonders günstig erwiesen, wenn der Draht zum Vergüten zunächst auf eine Temperatur von etwa 800 bis 1000°C erwärmt und danach etwa auf Raumtemperatur abgeschreckt wird. Dazu kann die
 20 auch während des Wärmebehandlungsvorganges zum Erwärmen des Draht-Ausgangsmaterials auf 800 bis 1000°C eingesetzte erste Ofeneinrichtung und die entsprechend umzustellende erste Abkühleinrichtung eingesetzt werden. In einer weiteren Vergütungsstufe wird der Draht üblicherweise auf eine vierte vorgegebene Temperatur von etwa 400 bis 600°C erwärmt und anschließend auf Raumtemperatur oder eine etwas
 25 darüberliegende Temperatur von weniger als 100°C, vorzugsweise etwa 60°C abgekühlt. Zu diesem Zweck können ohne besondere Umstellung die zweite Ofeneinrichtung und die zweite Abkühleinrichtung eingesetzt werden.

[0024] Wie vorstehend bereits im Zusammenhang mit dem Verfahren nach dem Stand der Technik erläutert, ist es insbesondere bei der Ausführung des Vergütungs-
 40 vorganges besonders wichtig, daß die Temperatur in den entsprechenden Ofeneinrichtungen über die gesamte Länge des in dem Ofen aufgenommenen Drahtabschnittes konstant gehalten wird. Zu diesem Zweck hat es sich als besonders günstig erwiesen, wenn der Draht in der ersten und/oder zweiten Ofeneinrichtung einen von entsprechenden Kanälen und ggf. darin angeordneten Durchlaufrohren durchsetzten, beispielsweise quaderförmigen Wärmeverteilungsblock durchläuft. Ein derartiger Wärmeverteilungsblock kann mit einer wesentlich höheren Masse ausgeführt werden, als die üblicherweise eingesetzten Rohre und hat daher sehr gute Wärmespeichereigenschaften, mit denen Temperaturschwankungen in der Ofeneinrichtung abgepuffert werden können, so daß sie die Draht-
 45 temperatur bzw. den Drahttemperaturverlauf innerhalb des Ofens nicht mehr beeinflussen. Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz eines von dem Draht durchlaufenden

Wärmeverteilungsblocks unter Sicherstellung einer konstanten Temperaturverteilung den Einsatz von gasbrennerbeheizten Öfen mit sehr kleinen Ofenkammern, weil die durch die Gasbrenner sonst verursachten lokalen Temperaturspitzen auch in einer kleinen Ofenkammer durch die verhältnismäßig hohe Masse des Wärmeverteilungsblocks gleichmäßig verteilt werden können und nicht mehr bis zu den den Wärmeverteilungsblock durchlaufenden Drähten gelangen.

[0025] Wie der vorstehenden Erläuterung einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zu entnehmen ist, zeichnet sich eine erfindungsgemäße Ofeneinrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens mit mindestens
 10 einer zur Aufnahme mindestens eines Drahtabschnittes ausgelegten, beheizbaren Ofenkammer im wesentlichen dadurch aus, daß in der Ofenkammer im Bereich des darin anzuordnenden Drahtes ein zur gleichmäßigen Erwärmung des in der Ofenkammer aufgenommenen Drahtabschnittes ausgelegter Wärmeverteilungsblock angeordnet ist. Dabei weist die Ofenkammer zweckmäßigerweise mindestens einen Drahteinlauf und mindestens einen davon getrennten Drahtauslauf auf und ist so im Durchlaufbetrieb betreibbar.

[0026] Zum Erhalt einer gleichmäßigen Erwärmung des in der Ofenkammer aufgenommenen Drahtabschnittes ist es weiter bevorzugt, wenn der Wärmeverteilungsblock von mindestens einem den Drahtabschnitt bzw. ein diesen paßgenau umgebendes Rohr aufnehmenden Kanal durchsetzt ist. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die erfindungsgemäße Ofeneinrichtung zur gleichzeitigen Erwärmung einer Vielzahl von Drahtabschnitten ausgelegt, wobei der Wärmeverteilungsblock von einer Vielzahl von parallel zueinander verlaufenden und jeweils einen Drahtabschnitt aufnehmenden Kanälen durchsetzt ist. Dabei kann die Erwärmung der den Wärmeverteilungsblock durchlaufenden Drahtabschnitte durch eine Erwärmung des Wärmeverteilungsblockes von außen, vorzugsweise mit mindestens einem die Ofenkammer begrenzende Wand durchdringenden Gasbrenner, erfolgen. Bei Einsatz einer derartigen Ofeneinrichtung kann eine Verzunderung des in der Ofenkammer zu erwärmenden Drahtabschnittes und die Ablagerung von Verbrennungsprodukten auf der Drahtoberfläche verhindert werden, wenn mindestens einer der zur Aufnahme der Drahtabschnitte dienenden Kanäle gegenüber der beheizten Umgebung des Wärmeverteilungsblockes in der Heizkammer gasdicht abgeschlossen ist und vorzugsweise mit einem inerten Gas, wie etwa Stickstoff, gespült wird.

[0027] Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn der Wärmeverteilungsblock zumindest teilweise aus einem Halbleitermaterial besteht, weil dieses in dem relevanten Temperaturbereich von 400 bis 1000°C eine gute Wärmekapazität und zufriedenstellende Wärmeleitungeigenschaften aufweist und gleichzeitig nur ein geringes Gewicht hat. Dabei hat es sich als beson-

ders zweckmäßig erwiesen, wenn Siliciumcarbid als Halbleitermaterial eingesetzt wird, weil dieses bei einem besonders geringen Gewicht besonders gute thermische Eigenschaften aufweist.

[0028] Wie vorstehend bereits im Zusammenhang mit dem bekannten Drahtherstellungsverfahren erläutert, kann die erste und/oder die zweite Abkühleinrichtung eine Wirbelkammer mit mindestens einer Schicht aus verwirbeltem, rieselfähigem Material, wie etwa Sand, aufweisen, die zum Abkühlen von dem Draht durchlaufen wird. Zur Vermeidung der Bildung einer Zunderschicht auf dem die Wirbelkammer durchlaufenden Draht hat es sich als besonders günstig erwiesen, wenn das rieselfähige Material mit einem in die Wirbelkammer eingeleiteten Inertgas, wie etwa Stickstoff, einem Edelgas o. dgl., verwirbelt wird. Bei dem zuletzt beschriebenen Verfahren können die im Zusammenhang mit der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens entstehenden Betriebskosten besonders gering gehalten werden, wenn das in die Wirbelkammer eingeleitete Inertgas nach Ableitung aus der Wirbelkammer zur erneuten Einleitung zurückgeführt wird.

[0029] Im übrigen erlaubt der Einsatz eines Inertgases zum Verwirbeln des rieselfähigen Materials in der Wirbelkammer auch noch eine deutliche Reduzierung der Mengen der bei der Drahtherstellung ansonsten entstehenden umweltbelastenden Stoffe, weil dadurch die Entstehung von Zunderpartikeln vermieden wird, die ansonsten einen häufigen Austausch des rieselfähigen Materials erforderlich machen. Darüber hinaus eröffnet der Einsatz eines Inertgases zum Verwirbeln des rieselfähigen Materials in der Wirbelkammer auch die Möglichkeit, auf die ansonsten zur Aufbereitung des mit dem Wärmebehandlungsvorgang in den ziehfähigen Zustand versetzten Drahtes benötigte Beizanlage, vollständig zu verzichten weil im Verlauf der Abkühlung des Drahtes auf die zweite Temperatur keine Oxidschicht auf den Drahtoberflächen gebildet wird. Dadurch wird eine weitere Verringerung der bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens entstehenden umweltbelastenden Stoffe erreicht, weil die bei den herkömmlichen Verfahren in der Beizanlage anfallenden Säuren nicht mehr benötigt werden. Ferner kann die Wirbelkammer bei Einsatz eines Inertgases zum Verwirbeln des rieselfähigen Materials auch zur Abschreckung im Verlauf des Vergütungsvorganges eingesetzt werden, weil so die aus Qualitätsgründen im Verlauf des Vergütungsvorganges unbedingt zu vermeidende Verzunderung des Drahtes sicher ausgeschlossen wird. Auf diese Weise wird eine weitere Verringerung der Menge der bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens anfallenden umweltbelastenden Substanzen erreicht, weil das ansonsten zum Abschrecken des Drahtes während des Vergütungsvorganges benötigte Öl nicht mehr gebraucht wird.

[0030] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird ein und dieselbe Wirbelkammer sowohl während des zum Erhalt der

ziehfähigen Gefügestruktur durchgeführten Wärmebehandlungsvorganges, als auch bei dem Vergütungsvorgang eingesetzt. Dazu ist es zweckmäßig, wenn das rieselfähige Material bei Einsatz der Wirbelkammer zum Abkühlen des rieselfähigen Materials im Verlauf des Wärmebehandlungsvorganges auf die zweite vorgegebene Temperatur erwärmt wird, die üblicherweise bei etwa 400 bis 600°C liegt. Wenngleich diese Erwärmung auch, wie im Stand der Technik mit Hilfe eines das rieselfähige Material und das zum Verwirbeln desselben benötigten Gas direkt erwärmenden Gasbrenners erfolgen kann, hat es sich als besonders günstig erwiesen, wenn zum Erwärmen des rieselfähigen Materials elektromagnetische Wellen in die Wirbelkammer eingestrahlt werden, weil so die Ablagerung von beim Einsatz der Gasbrenner entstehenden Verbrennungsprodukten auf den Drahtoberflächen verhindert wird, so daß vollständig auf den Einsatz einer Beizanlage zur Bearbeitung der mit dem Wärmebehandlungsvorgang in den ziehfähigen Zustand veretzte Drähte verzichtet werden kann.

[0031] Dabei können die elektromagnetischen Wellen beispielsweise in Form von Wärmestrahlung von einem in der Wirbelkammer angeordneten und diese vorzugsweise durchsetzenden Heizrohr abgestrahlt werden. Diese Ausführungsform der Erfindung bietet den Vorteil, daß zusätzlich zu der Erwärmung durch die von dem Heizrohr abgestrahlten elektromagnetischen Wellen auch noch eine Erwärmung des rieselfähigen Materials durch einen unmittelbaren Kontakt mit dem Heizrohr erfolgen kann, wenn das Heizrohr im Bereich der Schicht aus dem verwirbelten rieselfähigen Material angeordnet ist. Das Heizrohr kann beispielsweise elektrisch erwärmt werden. Zum Erhalt eines besonders hohen Wirkungsgrades hat es sich jedoch als besonders günstig erwiesen, wenn das Heizrohr als Hohlrohr ausgeführt ist und von innen mit einem Gasbrenner beheizt wird, wobei der Rohrrinnenraum gegenüber dem Rest der Wirbelkammer gasdicht getrennt ist.

[0032] Zusätzlich oder alternativ kann das rieselfähige Material auch noch mit elektromagnetischen Wellen in Form von in die Heizkammer abgestrahlten Mikrowellen erwärmt werden. Dabei kann ein zur Erzeugung der Mikrowellen eingesetztes Element einer entsprechenden Mikrowellenabstrahleinrichtung, wie etwa ein Klystron im Bereich einer die Wirbelkammer begrenzenden Wand angeordnet sein, so daß eine zusätzliche Erwärmung des rieselfähigen Materials durch die bei der Erzeugung der Mikrowellen entstehende Abwärme erreicht wird. Durch diesen Wärmeaustausch erfolgt gleichzeitig eine Kühlung des Mikrowellenerzeugungselementes.

[0033] Insgesamt kann durch Einsatz von zwei erfindungsgemäßen Ofeneinrichtungen mit einer dazwischen angeordneten, erfindungsgemäßen Abkühleinrichtung eine Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens bereitgestellt werden, bei deren Benutzung zur Ausführung des Wärmebe-

handlungsvorganges und des Vergütungsvorganges keine umweltbelastenden Substanzen verwendet werden oder entstehen. Dabei kann sowohl bei der Ausführung des Wärmebehandlungsvorganges als auch bei der Ausführung des Vergütungsvorganges eine übliche zweite Abkühleinrichtung zum Abkühlen des aus der zweiten Ofeneinrichtung auslaufenden Drahtes eingesetzt werden, in der der Draht in Rohren geführt wird, die zur indirekten Kühlung von Wasser umspült werden.

[0034] Nachstehend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung, auf die hinsichtlich aller erfindungswesentlichen in der Beschreibung nicht näher herausgestellten Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird, erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung einer der Ofeneinrichtungen der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung und

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung einer der Abkühleinrichtungen der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung.

[0035] In Fig. 1a ist eine im Durchlaufbetrieb betreibbare erfindungsgemäße Vorrichtung schematisch dargestellt. Diese Vorrichtung umfaßt im wesentlichen eine erste Ofeneinrichtung 10, eine erste Abkühleinrichtung 20, eine zweite Ofeneinrichtung 30 und eine zweite Abkühleinrichtung 40, die in dieser Reihenfolge in der durch die Pfeile P bezeichneten Durchlaufrichtung sowohl bei der Ausführung des zum Erhalt der ziehfähigen Gefügestruktur durchzuführenden Wärmebehandlungsvorgang als auch bei dem zum Erhalt der gewünschten mechanischen Eigenschaften, d.h. der hohen Festigkeit, bei gleichzeitig gutem Zähigkeits- und Dehnungswert durchgeführten Vergütungsvorgang durchlaufen werden. Das während des Wärmebehandlungsvorganges von den Drähten durchlaufene Temperaturprofil ist in Fig. 1b) dargestellt. Danach werden die Drähte zunächst mit der ersten Ofeneinrichtung 10 auf eine Temperatur von etwa 900°C erwärmt, dann mit der ersten Abkühleinrichtung 20 auf eine Temperatur von etwa 500°C abgekühlt und mit der zweiten Ofeneinrichtung 30 bei dieser Temperatur gehalten, um schließlich mit der zweiten Abkühleinrichtung 40 auf Raumtemperatur abgekühlt zu werden.

[0036] Das bei Einsatz derselben Vorrichtung zur Durchführung des Vergütungsvorganges von den Drähten durchlaufene Temperaturprofil ist in Fig. 1c dargestellt. Danach werden die Drähte beim Vergütungsvorgang zunächst mit der ersten Ofeneinrichtung 10 auf etwa 900°C erwärmt, dann mit der ersten Abkühleinrichtung 20 etwa auf Raumtemperatur abgekühlt, anschließend mit der zweiten Ofeneinrichtung 30 auf

eine Temperatur von etwa 500°C erwärmt, um schließlich mit der zweiten Abkühleinrichtung 40 wieder auf Raumtemperatur, bzw. auf eine knapp darüberliegende Temperatur von etwa 60°C abgekühlt zu werden.

[0037] Wie der zeichnerischen Darstellung in Fig. 1 zu entnehmen ist, muß die in Fig. 1a) dargestellte Vorrichtung zwischen dem Vergütungsvorgang durch entsprechende Einstellung der ersten Abkühleinrichtung 20 an die jeweiligen Temperaturprofile angepaßt werden.

[0038] In Fig. 2 ist ein sowohl zur Verwirklichung der ersten Ofeneinrichtung 10 als auch zur Verwirklichung der zweiten Ofeneinrichtung 30 einsetzbarer Ofen 100 dargestellt. Dieser Ofen 100 umfaßt eine von wärmedämmenden Ofenwänden 110, 120, 130 und 140 begrenzte Ofenkammer 150, in der ein aus Siliciumcarbid hergestellter Wärmeverteilungsblock 160 angeordnet ist. Dieser Wärmeverteilungsblock 160 ist im wesentlichen quaderförmig und ruht mit Abstand vom Boden 130 auf Trägerelementen 162, so daß er von einem äußeren, ringförmigen Bereich 170 der Ofenkammer 150 umgeben ist. Der quaderförmige Siliciumcarbiddblock 160 weist eine Vielzahl von in der in Fig. 1 mit dem Pfeil P bezeichneten Durchlaufrichtung durchsetzenden Kanäle 164 auf, von denen jeder zur Aufnahme eines Drahtabschnittes ausgelegt ist. Die so in dem Wärmeverteilungsblock 160 und damit in der Ofenkammer 150 aufgenommenen, bzw. den Wärmeverteilungsblock durchlaufenden Drahtabschnitte werden indirekt über den Wärmeverteilungsblock 160 erwärmt. Dazu werden Gasbrenner in die Seitenwände 120 und 140 durchsetzende Ausnehmungen 142 eingesetzt. Dabei wird ein direkter Kontakt der Verbrennungsprodukte mit den die Kanäle 164 des Wärmeverteilungsblocks 160 durchlaufenden Drähten vermieden, weil der ringförmige Außenraum 170 der Ofenkammer 150 von den den Verteilungsblock 160 durchsetzenden Kanälen 164 gasdicht getrennt ist.

[0039] In Fig. 3 ist eine zur Verwirklichung der ersten Abkühleinrichtung 20 der in Fig. 1a dargestellten erfindungsgemäßen Vorrichtung einsetzbare Abkühleinrichtung in Form eines Wirbelbettes 200 dargestellt. Dieses Wirbelbett 200 umfaßt eine von einer wärmedämmenden Wand 212 begrenzte und in der durch den Pfeil P in Fig. 1 bezeichneten Richtung von den Drähten durchlaufene Wirbelkammer 210. Im Bodenbereich der Wirbelkammer 210 ist eine Anordnung zum Einleiten eines Inertgases in die Wirbelkammer angebracht. Mit dem so eingeleiteten Inertgas kann ein in der Wirbelkammer enthaltenes rieselfähiges Material, wie etwa Sand verwirbelt werden, so daß es eine flüssigkeitsähnliche Wirbelschicht bildet, die von den abzukühlenden Drähten durchlaufen wird. Das so in die Wirbelkammer 210 eingeleitete Inertgas, wie etwa Stickstoff, ein Edelmetall o. dgl., wird aus der Wirbelkammer 210 abgeleitet und wieder zur Einleitungsanordnung 220 zurückgeführt.

[0040] Oberhalb der Einleitungsanordnung 220

wird die Wirbelkammer 210 von einem sich senkrecht zur Durchlaufrichtung der Drähte erstreckenden Heizrohr 240 durchsetzt. Dieses Heizrohr 240 ist als Hohlrohr ausgebildet und enthält in seinem Innenraum einen Gasbrenner 242, wobei der Innenraum des Heizrohrs 240 vom Rest der Wirbelkammer 210 gasdicht getrennt ist. Dadurch kann der in der Wirbelkammer 210 enthaltene und mit Hilfe des durch die Einleitungsanordnung 220 eingeleiteten Inertgases verwirbelte Sand während des Wärmebehandlungsvorganges auf eine vorgegebene Temperatur von etwa 500°C erwärmt werden, ohne daß die Inertgasatmosphäre innerhalb der Wirbelkammer 210 durch die Verbrennungsprodukte verunreinigt wird, während gleichzeitig sichergestellt wird, daß die die Wirbelkammer 210 durchlaufenden Drähte nicht oxidiert werden, weil die Verwirbelung mit dem Inertgas erfolgt. Die Abgase des Gasbrenners werden mit einer Absaugeinrichtung 242 abgesaugt und abgeleitet.

[0041] Die Erfindung ist nicht auf das anhand der Zeichnung erläuterte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr kann das rieselfähige Material in der Wirbelkammer 210 auch durch Einstrahlung von Mikrowellen erwärmt werden, wobei ein entsprechendes Mikrowellenerzeugungselement, wie etwa ein Klystron im Bereich einer Seitenwand der Wirbelkammer 210 angeordnet sein kann, um so ebenfalls zur Erwärmung des rieselfähigen Materials beizutragen und andererseits durch das rieselfähige Material gekühlt zu werden. Ferner ist daran gedacht, die erfindungsgemäße Vorrichtung so einzustellen, daß von den in Fig. 1 dargestellten Temperaturprofilen abweichende Temperaturprofile durchlaufen werden, falls beispielsweise hochlegierte Stähle als Material für die herzustellenden Drähte eingesetzt werden. Endlich können die Ofeneinrichtungen 10 und 30 der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung auch unterschiedlich dimensioniert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Feindraht, insbesondere Kratzendraht, bei dem ein ggf. bereits behandeltes, insbesondere gezogenes, Draht-Ausgangsmaterial durch einen Wärmebehandlungsvorgang in einen ziehfähigen Zustand versetzt, dann gezogen und anschließend zum Erhalt vorgegebener mechanischer Eigenschaften vergütet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der gezogene Draht zum Vergüten mindestens eine zuvor bereits zur Durchführung des Wärmebehandlungsvorganges eingesetzte Ofen- und/oder Abkühleinrichtung durchläuft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Draht-Ausgangsmaterial im Verlauf des Wärmebehandlungsvorganges zunächst mit einer ersten Ofeneinrichtung auf eine erste Temperatur von vorzugsweise etwa 800 bis 1000°C erwärmt, dann mit einer ersten Abkühleinrichtung auf eine zweite vorzugsweise zwischen der ersten Temperatur und Raumtemperatur liegende Temperatur von besonders bevorzugt etwa 400 bis 600°C abgekühlt, ggf. für eine vorgegebene Zeit bei dieser zweiten Temperatur gehalten und mit einer zweiten Abkühleinrichtung etwa auf Raumtemperatur abgekühlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht mit einer zweiten Ofeneinrichtung bei der zweiten Temperatur gehalten wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht zum Vergüten die erste Ofeneinrichtung, die erste Abkühleinrichtung, die zweite Ofeneinrichtung und/oder die zweite Abkühleinrichtung durchläuft.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht zum Vergüten mit der ersten Ofeneinrichtung auf eine dritte vorgegebene Temperatur von vorzugsweise etwa ebenfalls 800 bis 1000°C erwärmt und mit der ersten Abkühleinrichtung auf eine vierte vorgegebene Temperatur, vorzugsweise etwa Raumtemperatur abgekühlt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht zum Vergüten nach Abkühlen auf die vierte vorgegebene Temperatur mit der zweiten Ofeneinrichtung auf eine fünfte vorgegebene Temperatur von vorzugsweise etwa 400 bis 600°C erwärmt und anschließend vorzugsweise mit der zweiten Abkühleinrichtung etwa auf Raumtemperatur oder eine etwas darüberliegende Temperatur von weniger als 100°C, vorzugsweise etwa 60°C abgekühlt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht in der ersten und/oder zweiten Ofeneinrichtung einen Wärmeverteilungsblock durchläuft.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteilungsblock von außen vorzugsweise mit mindestens einem Gasbrenner erwärmt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht in der ersten und/oder zweiten Abkühleinrichtung eine Wirbelkammer mit mindestens einer Schicht aus verwirbeltem rieselfähigen Material, wie etwa Sand, durchläuft.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das rieselfähige Material mit einem in die Wirbelkammer eingeleiteten Inertgas, wie etwa

Stickstoff, einem Edelgas o. dgl., verwirbelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das in die Wirbelkammer eingeleitete Inertgas aus der Wirbelkammer abgeleitet und zur erneuten Einleitung in die Wirbelkammer zurückgeführt wird. 5
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das rieselfähige Material in der ersten Abkühleinrichtung zum Abkühlen des Drahtes auf die zweite vorgegebene Temperatur etwa auf die zweite vorgegebene Temperatur erwärmt wird. 10
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erwärmen des rieselfähigen Materials elektromagnetische Wellen in die Wirbelkammer eingestrahlt werden. 15
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetischen Wellen von einem in der Wirbelkammer angeordneten und diese vorzugsweise durchsetzenden Heizrohr abgestrahlt werden. 20 25
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Heizrohr als Hohlrohr ausgeführt ist und von innen mit einem Gasbrenner beheizt wird. 30
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetischen Wellen in Form von Mikrowellen in die Heizkammer abgestrahlt werden. 35
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein zur Erzeugung der Mikrowellen eingesetztes Element, wie etwa ein Klystron, im Bereich einer die Wirbelkammer begrenzenden Wand angeordnet ist und das rieselfähige Material zusätzlich durch die bei der Erzeugung der Mikrowellen entstehende Abwärme erwärmt wird. 40
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrowellenerzeugungselement durch das verwirbelte rieselfähige Material gekühlt wird. 45
19. Ofeneinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mindestens einer zur Aufnahme mindestens eines Drahtabschnittes ausgelegten, beheizbaren Ofenkammer (150), dadurch gekennzeichnet, daß in der Ofenkammer (150) im Bereich des darin anzuordnenden Drahtes ein zur gleichmäßigen Erwärmung des in der Ofenkammer (150) aufgenommenen Drahtabschnittes ausgelegter Wärme-

verteilungsblock (160) angeordnet ist.

20. Ofeneinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Ofenkammer (150) mindestens einen Drahteinlauf und mindestens einen davon getrennten Drahtauslauf aufweist und im Durchlaufbetrieb betreibbar ist.
21. Ofeneinrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteilungsblock (160) von mindestens einem den Drahtabschnitt aufnehmenden Kanal (164) durchsetzt ist.
22. Ofeneinrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteilungsblock (160) von einer Vielzahl von parallel zueinander verlaufenden und jeweils einen Drahtabschnitt aufnehmenden Kanälen (164) durchsetzt ist.
23. Ofeneinrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteilungsblock (160) von außen, vorzugsweise mit mindestens einem eine die Ofenkammer (150) begrenzende Wand (120, 140) durchdringenden Gasbrenner beheizbar ist. -
24. Ofeneinrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der zur Aufnahme der Drahtabschnitte dienenden Kanäle (164) gasdicht von der beheizten Umgebung (170) des Wärmeverteilungsblocks (160) in der Heizkammer getrennt ist.
25. Ofeneinrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverteilungsblock zumindest teilweise aus einem Halbleitermaterial, vorzugsweise Siliciumcarbid, besteht.
26. Abkühleinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 18 mit einer rieselfähiges Material, wie etwa Sand, enthaltenden Wirbelkammer (210) einer zum Einleiten eines Wirbelfluids in die Wirbelkammer ausgelegten Fluideinleitungsanordnung (220) und einer Anordnung (240) zum Erwärmen des rieselfähigen Materials, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmungsanordnung zum Abstrahlen von elektromagnetischen Wellen in die Wirbelkammer ausgelegt ist.
27. Abkühleinrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmungsanordnung mindestens ein in der Wirbelkammer (210) angeordnetes und diese vorzugsweise durchsetzendes Heizrohr (240) aufweist.
28. Abkühleinrichtung nach Anspruch 27, dadurch

gekennzeichnet, daß Heizrohr (240) als Hohlrohr ausgeführt ist, wobei der Innenraum gegenüber dem Rest der Wirbelkammer (210) gasdicht abgeschlossen ist.

5

29. Abkühleinrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß dem Heizrohr (240) ein zum Erzeugen einer Gasflamme im Rohrrinnenraum ausgelegter Gasbrenner (242) zugeordnet ist.

10

30. Abkühleinrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmungsanordnung mindestens eine zum Abstrahlen von Mikrowellen in die Wirbelkammer betreibbare Mikrowellenabstrahleinrichtung aufweist.

15

31. Abkühleinrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß ein zum Erzeugen der Mikrowellen betreibbares Element der Mikrowellenabstrahlvorrichtung im Bereich einer die Wirbelkammer begrenzenden Wand angeordnet und zum zusätzliche Erwärmen des rieselfähigen Materials einsetzbar ist.

20

32. Abkühleinrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirbelkammer eine Anordnung zum Ableiten, Zurückführen und erneuten Einleiten des Wirbelfluids in die Wirbelkammer betreibbare Rückführungsanordnung zugeordnet ist.

25

30

33. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 18 mit einer Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 25 und/oder einer Abkühleinrichtung nach einem Ansprüche 26 bis 32.

35

40

45

50

55

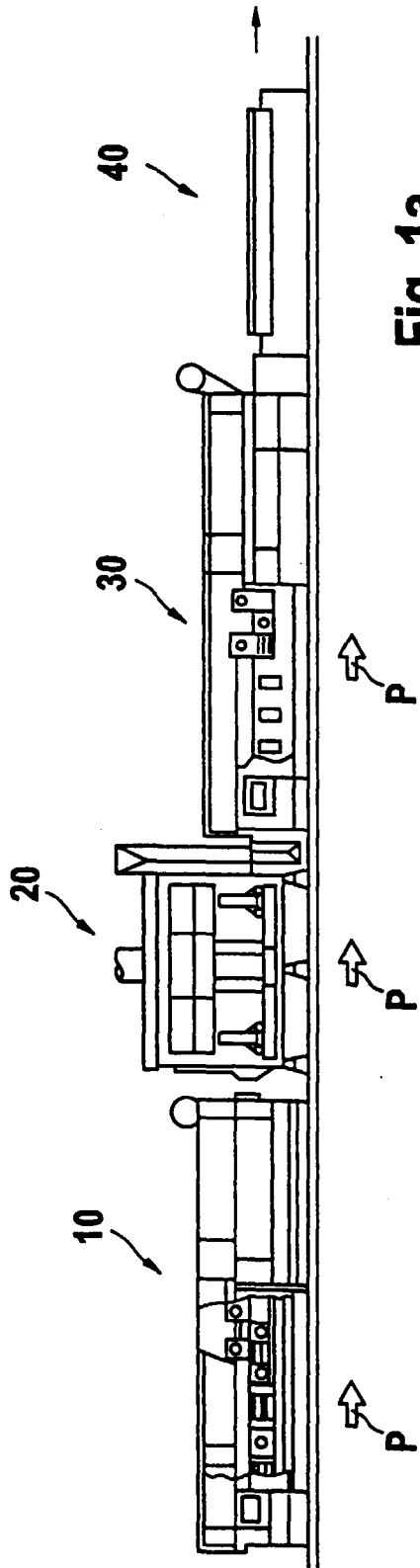


Fig. 1a

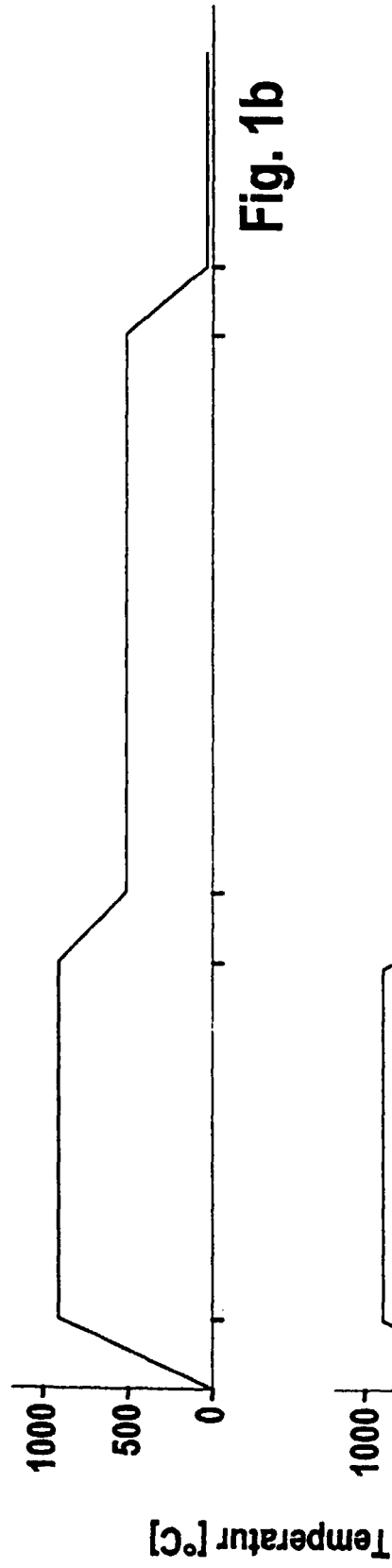


Fig. 1b

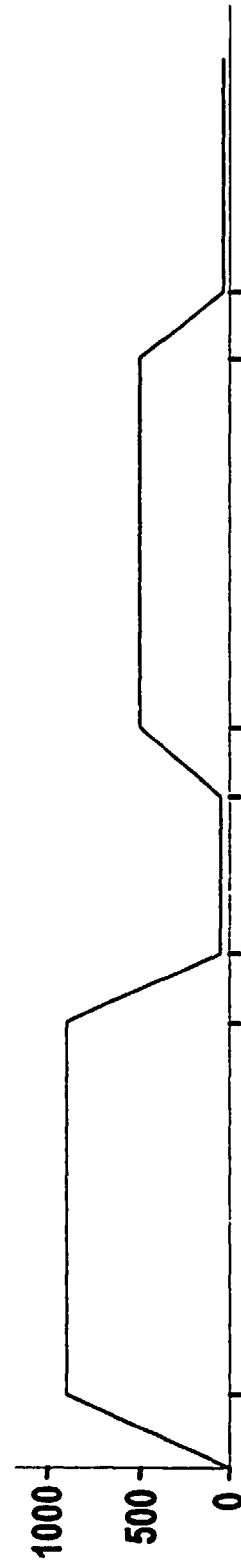


Fig. 1c

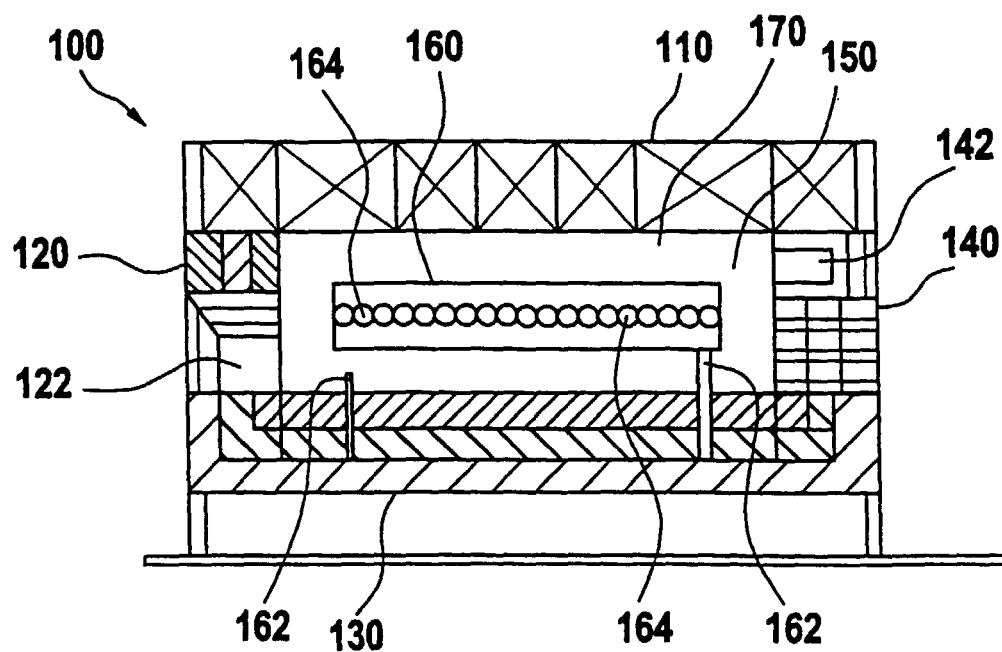


Fig. 2

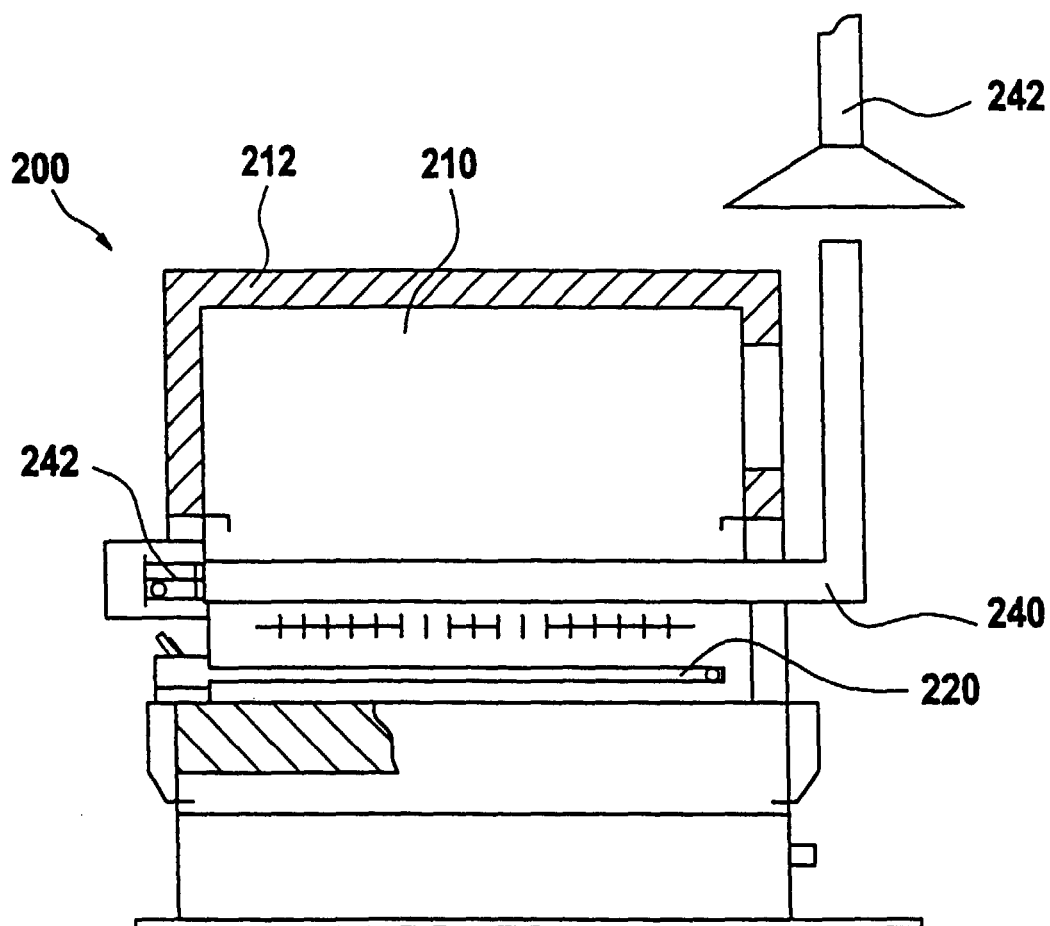


Fig. 3