

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85104184.8

51 Int. Cl.⁴: **B 21 J 1/06**
C 21 D 1/34

22 Anmeldetag: 05.04.85

30 Priorität: 20.04.84 US 602542

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 23.10.85 Patentblatt 85/43

84 Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **PARK-OHIO INDUSTRIES, INC.**
 20600 Chagrin Boulevard
 Shaker Heights Ohio 44122(US)

72 Erfinder: **Balzer, Norbert Raymond**
 1108 Brown Street
 Boaz Alabama 35957(US)

74 Vertreter: **Hennicke, Albrecht, Dipl.-Ing. et al,**
 Patentanwälte Dipl.-Ing. Buschhoff Dipl.-Ing. Hennicke
 Dipl.-Ing. Vollbach Kaiser-Wilhelm-Ring 24 Postfach 190
 408
 D-5000 Köln 1(DE)

54 Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen von nichtmagnetischen Metallwerkstücken.

57 Verfahren und Vorrichtung zum Erhitzen eines Werkstückes aus nichtmagnetischem Metall auf die Schmiedetemperatur, wobei das Werkstück zunächst in einem elektrischen Hochleistungsstrahlungswärmeofen vom Spalttyp auf eine Vorwärmtemperatur erhitzt wird, die wesentlich unterhalb

der Schmiedetemperatur liegt, und dann das vorgewärmte Werkstück aus dem Ofen unmittelbar in eine Induktionsheizspule gebracht und einer induktiven Nacherhitzung bis auf die Schmiedetemperatur unterworfen wird.

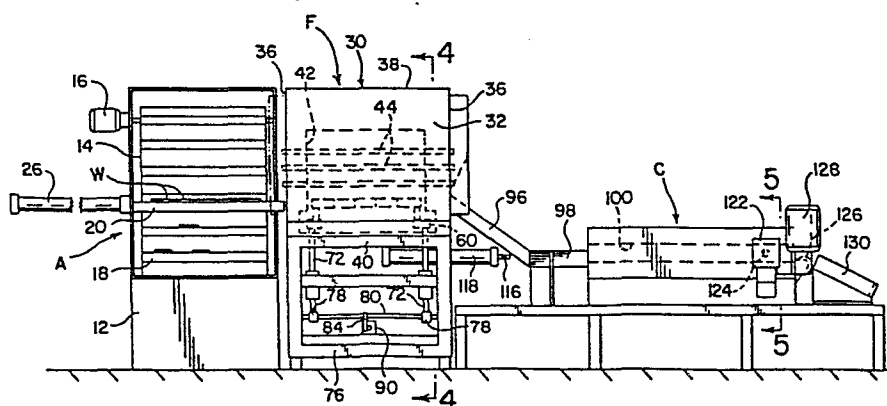


FIG. 2

Aktenz.:

Reg.-Nr.

Pr 422 EU
bitte angeben

KÖLN, den 1.4.1985
he/ka

Anm.: Park-Ohio Industries, Inc.
20600 Chagrin Boulevard, Shaker Heights OH 44122 (USA)

Titel: Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen
von nichtmagnetischen Metallwerkstücken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erhitzen von Metallteilen aus nichtmagnetischem Material auf eine erhöhte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur.

Beim Metallschmieden wurde bisher bei den gebräuchlichen Verfahren zum Anwärmen von Metallknüppeln oder Werkstücken aus nichtmagnetischem Material wie Messing oder Kupfer auf ihre Schmiedetemperatur von etwa 835° K entweder ein gas- oder elektrisch beheizter Ofen verwendet, in dem die Knüppel erhitzt wurden. Bei diesen früheren Anwärmverfahren wird jedoch das nichtmagnetische Material der Knüppel während der gesamten Anwärmzeit, während der sie sich im Ofenraum befinden, der hohen Ofentemperatur von etwa 835° K ausgesetzt. Die Folge hiervon ist, daß die nichtmagnetischen Werkstücke infolge der langen Zeitspanne, in der sie den hohen Ofentemperaturen ausgesetzt sind, eine Oberflächenverwitterung oder Kornvergrößerung erleiden, die nicht tragbar ist.

Obgleich eine solche Oberflächenabtragung oder Kornvergrößerung der nichtmagnetischen Knüppel oder Werkstücke durch Anwendung einer induktiven Erwärmung im wesentlichen vermieden oder doch weitgehend auf ein Minimum zurückgeführt werden könnte, bei der die Knüppel auf ihre Schmiedetemperatur von annähernd 835° K erwärmt werden, kann mit einer solchen induktiven Erwärmung der Werkstücke nur ein wesentlich geringe-

rer Wirkungsgrad erreicht werden als mit einem elektrischen Hochleistungswärmestrahlungs-Ofen, beispielsweise einem Spalt-Ofen, wie er in der US-PS 4 159 415 dargestellt und beschrieben ist. Der normale Wirkungsgrad einer induktiven Erwärmung von Teilen aus Messing oder einem anderen nichtmagnetischen Metall liegt in der Größenordnung von 30 % bis 35 %, während der normale Wirkungsgrad beim Erhitzen solcher Teile in einem hochwirksamen elektrischen Wärmestrahlofen 60 % überschreitet. Aus diesem Grund ist erwiesenermaßen das vollständige Erhitzen von nichtmagnetischen Metallknüppeln nur durch induktive Erwärmung auf ihre Schmiedetemperatur auf wirtschaftliche Weise nicht durchführbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein neues Verfahren und eine Vorrichtung zum Erhitzen von nichtmagnetischen Metallteilen auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur anzugeben, womit die oben erwähnten Schwierigkeiten beseitigt werden, und das mit einem hohen Gesamtwirkungsgrad durchgeführt werden kann und bei dem die Oberflächenbeschaffenheit der Werkstücke nicht beeinträchtigt wird.

Diese Aufgabe wird mit den in den Ansprüchen angegebenen Merkmalen gelöst.

Die Verwendung eines hochwirksamen, elektrischen Strahlungsheizofens vom Spalttyp erlaubt eine erste Vorwärmung der nichtmagnetischen Metallteile auf eine Vorwärmtemperatur, die wesentlich unter der Schmiedetemperatur liegt. Danach wird eine Induktionsheizspirale eingesetzt, um die vorgewärmten Teile einer induktiven Nacherwärmung bis auf ihre Endtemperatur zu unterziehen, die zum Schmieden erforderlich ist. Durch ein solches zweistufiges Anwärmverfahren wird der größere Teil der erforderlichen Gesamtenergie zum Erhitzen der Metallteile auf ihre Schmiedetemperatur dazu eingesetzt, um die größte Aufwärmung der Teile in einer hochwirksamen

Weise zu vollziehen, ohne die Oberflächenbeschaffenheit durch Abtragung oder Kornvergröberung ungünstig zu beeinflussen. Durch Vorwärmen der nichtmagnetischen Metallteile mit einem hochwirksamen elektrischen Strahlheizofen vom Spalttyp auf die vorerwähnte Vorwärmtemperatur und durch die Nacherhitzung der Werkstücke mit einer induktiven Erwärmung auf ihre Schmiedetemperatur wird der Gesamtwirkungsgrad des Anwärmesystems bemerkenswert gegenüber denjenigen Verfahren erhöht, wo die Werkstücke vollständig durch induktive Erwärmung auf ihre Schmiedetemperatur erhitzt werden.

Nach der Erfindung ist es besonders vorteilhaft, wenn nichtmagnetische Werkstücke, wie beispielsweise Messing- oder Kupferknüppel, zunächst auf eine Vorwärmtemperatur von etwa 670° K in einem elektrischen Hochleistungswärmestrahlofen vom Spalttyp erwärmt und dann von dem Vorwärmofen sofort in eine Induktionsheizspirale gebracht und dort induktiv auf ihre endgültige Schmiedetemperatur von etwa 835° K nacherhitzt werden.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß eine erhöhte Bearbeitungstemperatur mit hohem Wirkungsgrad erreicht und gleichzeitig eine Oberflächenabtragung oder Kornvergröberung bei den bearbeiteten Werkstücken vermieden werden kann, da der größere Teil der insgesamt erforderlichen Energie zum Vorwärmen in einem hochwirksamen Verfahren eingesetzt wird, die Vorwärmtemperatur dort aber so niedrig liegt, daß eine Oberflächenabtragung oder Kornvergröberung bei den Werkstücken nicht eintritt. Das zweistufige Verfahren erlaubt die Kombination der Vorwärmung der Werkstücke auf eine Vorwärmtemperatur, die unterhalb der Bearbeitungstemperatur der Gegenstände liegt, in einem hochwirksamen elektrischen Strahlungsheizofen mit einer induktiven Nacherhitzung der vorgewärmten Teile auf die ausgewählte Endbearbeitungstemperatur.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen einer bevorzugten Ausführungsform, die an einem Beispiel näher beschrieben wird. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Vorrichtung zum Erhitzen nichtmagnetischer Metallteile auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig. 2 eine Vorderansicht der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung,
- Fig. 3 die Vorrichtung nach Fig. 1 mit dem Elektroofen und einer Induktionsheizvorrichtung im Grundriß und teilweise im Schnitt, wobei einzelne Teile teilweise weggebrochen sind,
- Fig. 4 den Gegenstand der Fig. 2 in einem Vertikalschnitt nach Linie 4-4,
- Fig. 5 den Gegenstand der Fig. 2 in einem Vertikalschnitt nach Linie 5-5 und
- Fig. 6 eine schematische Darstellung der aufeinanderfolgenden Schritte zur Erwärmung der Gegenstände nach dem erfindungsgemäßen Anwärmverfahren.

In den Zeichnungen ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erhitzen von Metallteilen aus nichtmagnetischem Material, wie beispielsweise Knüppel oder Werkstücke W aus Messing, Kupfer oder Aluminium, dargestellt, die zur Vorbereitung auf die Herstellung von Schmiedestücken auf die Schmiedetemperatur erhitzt werden. Man erkennt jedoch, daß die Erfindung auch zum Erwärmen von Gegenständen aus anderen Metallen auf ihre

Schmiedetemperatur oder eine erhöhte Temperatur zu anderen Zwecken verwendet werden kann, wo sich eine solche erhöhte Temperatur als nützlich erweisen kann. Zum Erwärmen der Werkstücke W aus einem nichtmagnetischen Metall, wie beispielsweise aus Messing, Kupfer oder Aluminium, bis zur Schmiedefähigkeit müssen diese auf eine Temperatur von etwa 835°K im Fall von Messing oder Kupferwerkstücken oder auf eine etwas niedrigere Temperatur bei Aluminiumwerkstücken erwärmt werden.

Obgleich das Erwärmen von nichtmagnetischen Metallwerkstücken auf ihre Schmiedetemperatur mit den bisher bekannten Vorwärmverfahren im Elektroofen wesentlich wirksamer ist als die ebenso bekannten Induktionsheizverfahren, führt die Verwendung eines Elektroofens für solche Anwärmzwecke in unerwünschter Weise zu einer Oberflächenabtragung oder Kornvergrößerung des Werkstückmaterials, die zu beanstanden ist und in der langen Verweilzeit ihre Ursache hat, in der die Werkstücke notwendigerweise den hohen Temperaturen von 835° K im Ofen ausgesetzt sind.

Um diese Schwierigkeit zu vermeiden und gleichzeitig bis zu einem gewissen Grad die vorteilhaften, hochwirksamen Heizeigenschaften eines elektrischen Spaltofens auszunutzen, werden die Werkstücke W, wie dies schematisch in Fig. 6 allgemein dargestellt ist, nach der Erfindung dadurch auf ihre Schmiedetemperatur oder eine andere erhöhte Bearbeitungstemperatur gebracht, daß eine anfängliche Vorwärmung in einem elektrischen Hochleistungsofen F auf eine erhöhte Vorwärmtemperatur von etwa 111° bis 167° K unter der Bearbeitungstemperatur mit einer induktiven Nacherwärmung kombiniert wird, bei der die Werkstücke in einer Induktionsheizspule C auf ihre gewählte Bearbeitungsendtemperatur T_2 gebracht werden.

Wenn beispielsweise Messing- oder Kupferwerkstücke W geschmiedet werden sollen, werden diese zuerst in einem elektrischen Hochleistungs-Ofen F auf eine Vorwärmtemperatur von etwa 665° K vorgewärmt und dann auf ihre gewählte Schmiedetemperatur von etwa 835° K in der Induktionsheizspule C nacherhitzt.

Bei dem Anwärmsystem nach der Erfindung wird der größte Teil der zum vollständigen Erhitzen der Werkstücke W auf ihre Schmiedeendtemperatur benötigten Gesamtenergie dazu verwendet, um die Werkstücke durch die verhältnismäßig hochwirksame Strahlungswärme eines elektrischen Hochleistungsstrahlwärm-Ofens F zu erhitzen. Gleichzeitig führt die bemerkenswert niedrigere Temperatur, auf welche die Werkstücke in dem Vorwärm-Ofen F vorgewärmt werden (etwa 665° K) und die hieraus sich ergebende, erheblich kürzere Zeitdauer, während derer die Werkstücke dieser niedrigeren Vorwärmtemperatur im Ofen F ausgesetzt sind, um sie eher auf ihre Vorwärmtemperatur zu bringen als auf ihre viel höhere Bearbeitungs- oder Schmiedeendtemperatur, zu der praktischen Beseitigung einer unerwünschten Oberflächenabtragung oder Kornvergrößerung des Werkstückwerkstoffes. Für die Zwecke der Erfindung kann der Elektro-Ofen F irgendein geeigneter, sogenannter Elektrohochleistungs-Ofen, beispielsweise ein elektrischer Strahlungsheiz-Ofen vom Spalttyp, sein, wie er in der vorerwähnten US-PS 4 159 415 erläutert ist.

Beim ersten Vorwärmen der Werkstücke W auf eine Temperatur, die niedriger liegt als ihre Bearbeitungs- oder Schmiedeendtemperatur, in einem elektrischen Hochleistungsstrahlheiz-Ofen F und nachfolgendem induktiven Nacherhitzen der Werkstücke auf ihre gewünschte Bearbeitungs- oder Schmiedeendtemperatur in einer Induktionsheizspule C wird der Gesamtwirkungsgrad des ganzen Anwärmsystems bemerkenswert über diejenigen Anwärmsysteme angehoben, bei denen die Werkstücke vollständig durch induktive Erwärmung auf ihre Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur gebracht werden und die in der Vergan-

genheit verwendet wurden, um die zu beanstandende Oberflächenabtragung oder Kornvergrößerung der nichtmagnetischen Metallwerkstücke zu vermeiden, die für langandauernde Vorwärmprozesse in elektrischen Anwärmöfen charakteristisch ist.

Der normale Wirkungsgrad bei der induktiven Erwärmung von Messing- oder anderen nichtmagnetischen Metallwerkstücken W auf die Schmiedetemperatur liegt in der Größenordnung von 30 % bis 35 %. Im Gegensatz hierzu führt die Kombination einer Vorwärmung solcher Werkstücke in einem elektrischen Hochleistungsstrahlungswärmofen F auf eine beträchtlich unter der Schmiedetemperatur liegende Vorwärmtemperatur mit der Nacherhitzung der Werkstücke durch eine Hochfrequenz-Induktionserwärmung auf die Schmiedetemperatur zu einem bemerkenswert vergrößerten Wirkungsgrad für das Gesamtheizsystem von etwa 60 %, wobei annähernd 50 % an elektrischer Energie gespart werden.

Wendet man sich jetzt den Fig. 1 bis 5 zu, welche in allgemeiner Form eine Vorrichtung zum Durchführen des neuen Verfahrens nach der Erfindung zum Anwärmen nichtmagnetischer Metallwerkstücke auf eine erhöhte Bearbeitungstemperatur, wie beispielsweise auf ihre Schmiedetemperatur T_2 , zeigen, so erkennt man eine Fördereinrichtung A, die Werkstücke W aus einem Vorrat oder Haufen 10, der sich in einem Behälter 12 befindet, in einen elektrischen Strahlungs-Hochleistungs-ofen F, beispielsweise einen Ofen vom Spalttyp, fördern kann, wie er im US-Patent 4 159 415 dargestellt ist. Die nichtmagnetischen Metallwerkstücke W haben bei dem besonders dargestellten Fall die Form von vergleichsweise kurzen Messing- oder Kupferstangen.

Die Werkstückfördereinrichtung A kann einen in vertikaler Richtung beweglichen, endlosen Fördergurt aufweisen, der von einem elektromotorisch angetriebenen Untersetzungsgetriebe

16 angetrieben wird und mit mehreren, sich in horizontaler Richtung erstreckenden Hubtrögen 18 versehen ist, die während ihrer Aufwärtsbewegung den Werkstückvorrat 10 im Behälter 12 durchlaufen und ein oder mehrere Werkstücke aufnehmen und diese durch Kippen ihrer Tröge 18 in einen feststehenden, sich in horizontaler Richtung erstreckenden Einlauftrog 20 abwerfen und schließlich diesen Trog mit einer Vielzahl oder einer Reihe 22 von Werkstücken füllen, wie dies in den Fig. 2 und 3 dargestellt ist. Überschüssige Werkstücke, die von einem Hubtrog 18 auf schon im Vorschubtrog 20 vorhandene und diesen füllende Werkstücke entleert werden, fallen einfach in den Vorratsbehälter 12 zurück.

Die Reihe 22 der Werkstücke W, die den Speisetrog 20 füllen, wird von einer Stoßstange, die von der Kolbenstange 24 eines Hydraulikzylinders 26 gebildet sein kann, der intermittierend, von einer geeigneten, nicht näher dargestellten Steuervorrichtung betätigt wird, in den Ofen F gefördert oder gestoßen, wenn dieser bereit ist, sie aufzunehmen. Die Betätigung des Zylinders 26 durch die Steuervorrichtung veranlaßt die Kolbenstange 24, die Werkstückreihe 22 aus dem Zuführtrog 20 in den Ofen F zu stoßen, durch den sie dann weiterwandern, um fortschreitend auf die vorerwähnte Vorwärmtemperatur T_1 von beispielsweise etwa 665° K vorgewärmt zu werden. Die Betätigung des Hydraulikzylinders 26 durch die hierfür vorgesehene Steuervorrichtung erfolgt jedesmal dann, wenn der Ofen F sich in einer Verfassung befindet, in der er die Reihe 22 der Werkstücke aus dem Zuführtrog 20 aufnehmen kann, was beispielsweise durch ein geeignetes elektrisches Signal zu einem nicht näher dargestellten, magnetbetätigten Steuerventil der Steuervorrichtung erreicht wird, welche die Betätigung des Zylinders 26 regelt.

Der Ofen F hat ein feuerfestes Gehäuse 30, das von vertikal angeordneten Wänden, nämlich einer Vorderwand 32, einer Rückwand 34 und Seitenwänden 36 gebildet wird und das eine Decken-

wand 38 und eine Bodenwand 40 aufweist. Alle diese Wände umschließen eine Vorwärmekammer 42, durch welche die Werkstücke hindurchgefördert werden, um diese fortschreitend auf die Vorwärmtemperatur T_1 vorzuwärmen. In der Kammer 42 sind mehrere langgestreckte stab- oder stangenförmige elektrische Heizwiderstandselemente 44, beispielsweise aus Siliciumcarbid, montiert, um die Kammer zu erhitzen und sie auf der vorerwähnten Werkstückvorheiztemperatur T_1 von etwa 665° K zu halten. In vertikalem Abstand voneinander und auf der Innenseite im Abstand von der Vorderwand 32 und der Rückwand 34 des Ofengehäuses 30 erstrecken sich parallel zueinander mehrere Heizelemente 44, von denen in dem dargestellten Fall drei angeordnet sind. Die Heizelemente durchdringen die feuerfest ausgekleideten Wände 36 des Gehäuses und erstrecken sich bis zur Außenseite des Ofens, wo sie durch Leitungsdrähte 45 (Fig. 3) an eine geeignete, nicht näher dargestellte elektrische Kraftquelle angeschlossen sind, beispielsweise eines an jede Phase einer Dreiphasen-60Hz-Stromquelle mit einer geeigneten Spannung von beispielsweise von 480 V, wie dies in Fig. 6 durch die drei Leiterphasen $ph1$, $ph2$ und $ph3$ des Stromkreises angedeutet ist.

Beim Einspeisen der Werkstückreihe 22 aus der Förderrinne 20 in den Ofen F mit Hilfe der Kolbenstange 24 des Hydraulikzylinders 26 werden die Werkstücke durch eine Öffnung 46 in der Ofenseitenwand 36 auf eine absatzweise arbeitende Werkstücktransportvorrichtung 50 in der Ofenkammer 42 gestoßen, mit der jede Werkstückreihe 22 schrittweise durch den Ofen transportiert wird (Fig. 3 und 4). Wie insbesondere aus Fig. 4 hervorgeht, hat die Transportvorrichtung 50 mehrere, aufeinanderfolgende, zueinander parallele Lagerstühle 52, welche die aufeinanderfolgenden Reihen 22 der Werkstücke W tragen, wobei jede Reihe von einem Lagerstuhl zum nächsten weitertransportiert wird. Die Lagerstühle 52 bestehen aus miteinander abwechselnden, sich in horizontaler Richtung erstreckenden, vertikal beweglichen und nach rückwärts geneigten, zueinander

parallelen Stützstangen 54 und hiermit abwechselnden, sich horizontal erstreckenden, nach rückwärts geneigten und feststehenden, zueinander parallelen Anschlagstäben 56. Die Werkstücke W liegen auf den beweglichen Stützstangen 54 und stützen sich gegen die Längskanten der festen Anschlagstäbe 56 ab. Alle vertikal beweglichen Stützstangen 54 werden an jedem Ende von Stützen 58 unterstützt, die auf zwei zueinander parallelen Seitenhubbalken 60 stehen, die sich in horizontaler Richtung im untersten Teil der Ofenkammer 42 längs dessen Seitenwänden 36 erstrecken. Die feststehenden Anschlagstäbe 56 werden von Querträgern 62 getragen, die mit ihren einander gegenüberliegenden Enden in den Ofenseitenwänden 36 verankert sind.

Wenn die Stützstangen 54 von den Hubbalken 60 einen genügenden Betrag angehoben werden, um die Werkstückreihen 22 in den Lagerstühlen 52 über die Anschlagkanten der feststehenden Anschlagstäbe 56 zu heben, rollen oder gleiten die Werkstücke einer jeden Reihe auf der Oberseite des entsprechenden, feststehenden Anschlagstabes hinunter und gegen die Kante der nächstbenachbarten Stützstange 54. Wenn die Stützstangen dann anschließend in ihre abgesenkte Ausgangslage zurückkehren, in der sie ihre Lagerstuhlposition wieder einnehmen, rollen die Werkstücke auf die Oberseite der nächstfolgenden beweglichen Stützstange 54 in den von dieser gebildeten Lagerstuhl 52 hinein und bleiben dort liegen. Auf diese Weise werden die in jedem Lagerstuhl 52 befindlichen Reihen 22 der Werkstücke W schrittweise fortschreitend von einem Lagerstuhl zum nächsten durch die Ofenkammer geführt. Vom letzten Lagerstuhl 52 im Ofen rollen die Werkstücke dieser Reihe 22 von dem fest angeordneten Anschlagstab 56 dieses letzten Lagerstuhles herunter und in eine horizontale Austragrinne 64 mit V-Querschnitt in eine Stellung, in der sie aus dem Ofen F durch eine Austragöffnung 66 von geringer Größe ausgetragen werden (Fig. 1 und 3).

Die vertikale Auf- und Abbewegung der Hubbalken 60 zum Weitertransportieren der Werkstückreihen 22 von einem Lagerstuhl 52 zum nächsten wird von einem geeigneten Hubmechanismus 70 der Werkstückvorschubeinrichtung 50 erzeugt. Wie insbesondere aus Fig. 4 hervorgeht, besteht die Hubvorrichtung 70 aus paarweise angeordneten, sich in vertikaler Richtung erstreckenden Hubstangen 72, die an den einander gegenüberliegenden Enden von zugehörigen Hubbalken 60 befestigt sind und diese tragen. Die Hubstangen 72 durchdringen die Bodenwand 40 des Ofengehäuses 30 und sind vertikal hin- und herbeweglich in Gleitlagern 74 gelagert, die am Ofentragrahmen 76 befestigt sind. Die Hubstangen 72 stehen an ihren unteren Enden mit zugehörigen Nockenscheiben 78 in Eingriff und sitzen auf diesen auf, die alle die gleiche Kurvenform haben und in gleicher Lage zueinander an sich horizontal erstreckenden, parallelen Nockenwellen befestigt sind, die sich quer zu den Hubbalken 60 erstrecken und an ihren einander gegenüberliegenden Enden in Konsolen 82 drehbar gelagert sind, die am Ofenrahmen 76 auskragen. Antriebshebel 84 von gleicher Form, die in gleicher Lage an jeder Welle 80 befestigt sind, sind mit ihren äußeren oder freien Enden an je einem Ende von sich in horizontaler Richtung erstreckenden Antriebsstangen 86 angelenkt, die mit ihren anderen Enden an die einander gegenüberliegenden Enden einer sich in horizontaler Richtung erstreckenden, gemeinsamen Kolbenstange 88 gelenkig angeschlossen sind, die sich von einem am Ofenrahmen 76 befestigten hydraulischen Zylinder 90 in beiden Richtungen nach außen erstreckt. Durch die Betätigung des Zylinders 90 in einer Richtung werden die Nockenscheiben 78 so gedreht, daß ihre erhabenen Teile die Hubstangen 72 und damit die Hubbalken 60 gleichzeitig anheben, die dann die Stützstangen 54 der Werkstücklagerstühle 52 in ihre angehobene Stellung bringen und die in ihnen liegenden Werkstücke veranlassen, von den Werkstücklagerstühlen 52 herunter und auf die feststehenden Anschlagstäbe 56 in eine Stellung zu rollen, von der aus sie in den nächstvorderen der Lagerstühle 52 rollen, wenn die

Lagerstühle 54 anschließend durch Betätigung des Zylinders 90 in entgegengesetzte Richtung wieder in ihre untere Lage abgesenkt werden. Die Betätigung des Zylinders 90 der Vorschubeinrichtung 50 zum Erzeugen des schrittweisen Vorschubes der Reihen 22 der Werkstücke durch den Vorwärmofen F kann entweder von Hand oder automatisch gesteuert werden, beispielsweise in Abhängigkeit von einem elektrischen Signal, das angibt, daß die Austragrinne 64 des Ofens F keine Werkstücke mehr enthält. Die Dauer der schrittweisen Vorschubbewegung der Werkstücke durch den Ofen F wird so reguliert, daß sich die Werkstücke auf der gewünschten Vorwärmtemperatur T_1 , im Fall von nichtmagnetischen Messing- oder Kupferwerkstücken von beispielsweise 665° K , befinden, wenn sie in die Abförderrinne 64 des Ofens entlassen werden.

Wenn die jetzt auf eine Vorwärmtemperatur T_1 gebrachten Werkstücke den Auslaßtrog 64 erreichen, werden sie durch die Auslaßöffnung 56 des Ofens F einzeln ausgetragen und im wesentlichen sofort in die Induktionsheizspule C gebracht und schrittweise durch diese hindurchgeführt, um eine induktive Nacherhitzung der Werkstücke auf ihre gewählte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 zu erreichen.

Die vorgewärmten Werkstücke können aus der Abförderrinne 64 des Ofens F durch jedes geeignete Mittel, beispielsweise mit Hilfe einer Stoßstange 92, einzeln ausgetragen werden (Fig. 3), welche eine Öffnung in der Ofenseitenwand 36 durchdringt und in dieser hin- und herschiebbar ist und mit der Reihe 22 der Werkstücke in der Abförderrinne 64 fluchtet. Die Stoßstange 92 kann entweder von Hand oder, wie dargestellt, mit Hilfe eines Hydraulikzylinders automatisch betätigt werden, wobei die Kolbenstange des Hydraulikzylinders als Stoßstange 92 dient und langsam oder in aufeinanderfolgenden Schritten bei ihrem Werkstückausstoßhub vorlaufen kann, um die Werkstücke einzeln aus der Abförderrinne 64 und in zeitlich genau abgestimmter Folge mit dem Ausstoß eines

Werkstückes aus der Heizspirale C auszutragen, in der dieses Werkstück auf die gewählte Schmiedetemperatur T_2 nacherhitzt worden ist.

Nach dem Austragen aus der Ofenaustragöffnung 66 mit Hilfe der Stoßstange 92 fällt jedes vorgewärmte Werkstück in eine geneigte Rinne 96 und gleitet in dieser abwärts in eine axial fluchtende Lage mit einer sich in horizontaler Richtung erstreckenden Führungsrinne 98, die in das offene Einführende einer Werkstückaufnahmeöffnung führt, die mit der Werkstückaufnahmeöffnung in der Induktionsheizspule C fluchtet und zur Aufnahme des Werkstückes bereit ist.

Wie aus Fig. 3 hervorgeht, ist die Induktionsheizspule C eine bekannte Heizspule mit vielen Windungen, die einen hohlen elektrischen Leiter aufweist, der in mehreren Windungen 102 schraubenlinienförmig um eine lineare Schraubenachse gewunden ist und an einander gegenüberliegenden Enden an einen Kühlmiteleinlaß 104 und einen Kühlmittelauslaß 106 angeschlossen ist, die mit einer nicht näher dargestellten, geeigneten Kühlmittelquelle verbunden sind. Der Einlaß 104 und der Auslaß 106 bilden im Abstand voneinander angeordnete Anschlußleiter, um die gesamte Länge der Spule über einen elektrischen Stromkreis 108 an eine geeignete Hochfrequenzwechselstromquelle anzuschließen, die schematisch als ein Generator 110 dargestellt ist, um die Spule C während des Betriebes der Vorrichtung kontinuierlich mit Strom zu versorgen. Die Windungen 102 der Heizspule C sind in einem Körper aus feuerfestem Material 112 eingebettet, der den langgestreckten, zentralen Werkstückaufnahmekanal 100 bildet, der sich coaxial zu der Spulenmittelachse erstreckt. Der Spulenkanal 100 ist mit Werkstückstützgleitschienen 114 versehen (Fig. 1 und 5), die sich in Längsrichtung im Inneren des Kanals erstrecken und auf denen die Werkstücke während ihres Durchlaufes durch den Spulenkanal entlanggleiten können.

Während jedes vorgewärmte Werkstück W die Rinne 96 hinab in den Führungstrog 98 gleitet, wird es sofort in das offene Einführungsende des Kanales 100 der kontinuierlich unter Strom gesetzten Spule C geführt, um die induktive Nacherhitzung des Werkstückes zu beginnen. Während des Einführens in den Spulenkanal stößt das eingeführte Werkstück gegen das letzte der vorher in den Durchlaufkanal eingeführten Werkstücke und stößt die gesamte, im Kanal vorhandene Werkstückreihe um einen ausreichenden Betrag vorwärts, der der Länge eines Werkstückes entspricht, um das vorderste Werkstück in der Werkstückreihe aus dem Austragende des Spulenkanals auszustößen, wobei das ausgestoßene Werkstück zu diesem Zeitpunkt auf die gewählte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 nacherhitzt worden ist. Die Reihe der Werkstücke W in dem Spulenkanal 100 wird auf diese Weise schrittweise und fortschreitend vorgeschoben und im Kanal durch die stromführende Spule C nacherhitzt, bis sie die gewählte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 am Auslaßende des Kanals 100 erreicht, zu welchem Zeitpunkt die Werkstücke aus dem Kanal ausgeworfen werden. Die Gleitbewegung des Werkstückes W aus dem Führungskanal 98 in den Spulenkanal 100 kann mit Hilfe einer Schubstange 116 bewirkt werden, die die Kolbenstange eines Hydraulikzylinders 118 sein kann, der hinter der Rinne 96 auf dem Ofenrahmen 76 montiert ist und dessen Kolbenstange 116 mit dem Werkstück W in der Führungsrinne 98 und mit einer Öffnung 120 in der Rinne 96 fluchtet, durch welche Öffnung hindurch die Kolbenstange bei Betätigung des Zylinders 118 sich hin- und herbewegt.

Die Betätigung des Hydraulikzylinders 118 zum Einführen des vorgewärmten Werkstückes aus dem Führungstrog 98 in den Spulenkanal 100 erfolgt, sobald das vorderste Werkstück der im Spulenkanal befindlichen Reihe die gewählte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 erreicht, die beispielsweise von einem Temperatursensor 122, wie einem Infrarotdetektor oder

an einem optischen Pyrometer, bestimmt wird. Der Sensor ist gegenüber einem Fenster oder einer Sichtöffnung 124 im feuerfesten Körper 112 der Induktionsheizspule C zwischen deren Windungen 102 montiert und erföhlt durch diese Öffnung die Temperatur des vordersten Werkstückes im Spulenkanal 100 in der letzten der schrittweisen Heizstellungen vor dem Auswerfen aus dem Spulenkanal. Der Temperatursensor 122, der auf eine vorherbestimmte Temperatur eingestellt ist, welche der gewünschten, ausgewählten Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 des Werkstückes entspricht, erzeugt ein elektrisches Signal, welches die Betätigung des Werkstückvorschubzylinders 118 steuert, beispielsweise mit Hilfe eines Elektromagnetventiles, um ein anderes, auf die Vorwärmtemperatur T_1 gebrachtes Werkstück in den Spulenkanal 100 einzuführen und gleichzeitig das vorderste Werkstück im Kanal aus diesem auszuwerfen, das von dem Sensor 122 als auf der gewählten Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 befindlich erkannt worden ist. Das aus dem Spulenkanal 100 ausgeworfene Werkstück W läuft dann auf eine sich kontinuierlich drehende Treibrolle 126, die von einem elektrisch angetriebenen Untersetzungsgetriebe 128 angetrieben wird, um das ausgeworfene Werkstück weiterzutransportieren und es in einem geeigneten Behälter oder einer Sammelrinne 130 abzulegen, aus der es von dem Bedienungsmann einer Schmiedepresse entnommen werden kann.

Man erkennt aus der vorhergehenden Beschreibung, daß die Vorrichtung nach der Erfindung entweder von Hand oder automatisch gesteuert arbeiten kann, um eine im wesentlichen kontinuierliche Zufuhr von Werkstücken W aus nichtmagnetischem Material zu erreichen, die von einem hochwirksamen, zweistufigen Anwärmprozeß nach der Erfindung auf eine erhöhte Bearbeitungs- oder Schmiedetemperatur T_2 gebracht werden. Hierbei wird, was ganz besonders wichtig ist, die Oberflächenbeschaffenheit der Werkstücke durch Oberflächenabtragung oder Kornvergrößerung nicht nachteilig beeinflußt. Bei Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung hat das Heiz-

system einen erheblich vergrößerten Wirkungsgrad von bis zu 60 % im Vergleich zu den normalen Wirkungsgraden von 30 % bis 35% der früheren Heizsysteme, bei denen zur Vermeidung der Oberflächenabtragung und Kornvergrößerung bei nichtmagnetischen Metallwerkstücken das Anwärmen der Werkstücke auf ihre Schmiedetemperatur T_2 vollständig durch induktive Erwärmung erfolgte. Mit der Erfindung wird hierdurch eine Ersparnis von annähernd 50 % an elektrischer Energie gegenüber den ausschließlichen Induktionsanwärmprozessen erreicht.

Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Es sind aber mehrere Abwandlungen und Ergänzungen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

A n s p r ü c h e :

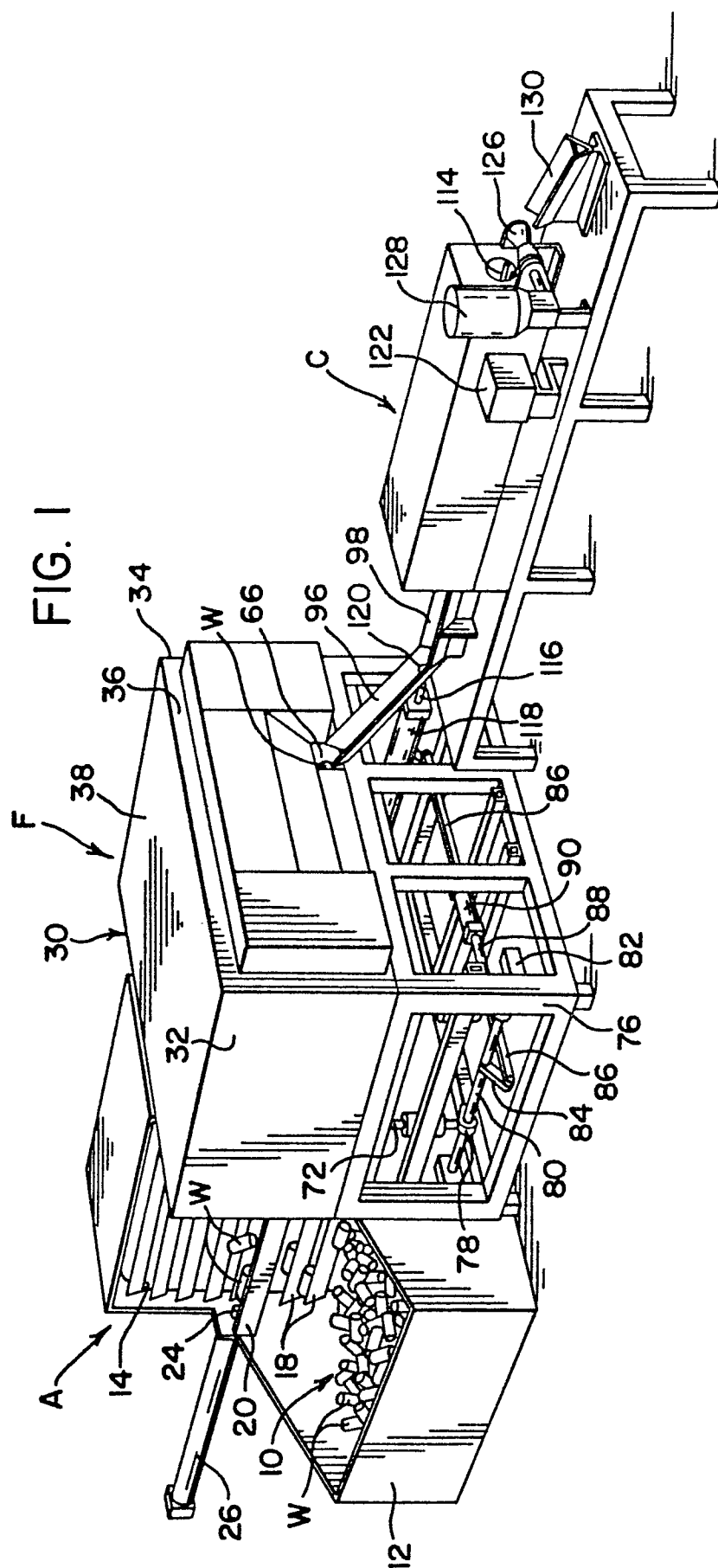
1. Verfahren zum Erhitzen eines Werkstückes (W) aus einem nichtmagnetischen Metall auf eine wählbare, erhöhte Bearbeitungstemperatur, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
 - a) Vorwärmen des Werkstückes (W) in einem hochwirksamen, elektrischen Strahlheizofen (F) auf eine Vorwärmtemperatur (T_1), die unterhalb der Bearbeitungstemperatur des Werkstückes liegt, und
 - b) anschließendes, sofortiges Überführen des vorgewärmten Werkstückes (W) aus dem Ofen (F) in eine Induktionsheizspule (C), in der das Werkstück (W) nacherhitzt und auf die gewählte Bearbeitungstemperatur (T_2) gebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) gebracht wird, die wesentlich unterhalb der gewählten Bearbeitungstemperatur (T_2) liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) gebracht wird, die mindestens etwa 110° K unter der gewählten Bearbeitungstemperatur (T_2) liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück auf eine Vorwärmtemperatur (T_1) gebracht wird, die etwa 80 % der Temperatur (in $^\circ \text{ K}$) der gewählten Bearbeitungstemperatur (T_2) beträgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für ein Werkstück aus Messing eine Schmiedetemperatur von etwa 835° K gewählt und das Werkstück auf eine Temperatur von etwa 668° K vorgewärmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Werkstücke in einem elektrischen Strahlungsheizofen stufenweise auf die erwähnte Vorwärmtemperatur gebracht werden und dann, sobald sie etwa ihre Vorwärmtemperatur erreicht haben, aus dem Ofen einzeln aufeinanderfolgend sofort in eine Induktionsheizspule gebracht und dort auf die gewählte Bearbeitungstemperatur nacherhitzt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß parallel nebeneinander angeordnete Reihen von Werkstücken schrittweise quer durch den Ofen transportiert werden, während sie in diesem stufenweise auf die Vorwärmtemperatur gebracht werden, und daß die Werkstücke einer jeden Reihe, nachdem sie ihre Vorwärmtemperatur angenommen haben, einzeln aufeinanderfolgend aus dem Ofen sofort in eine Induktionsheizspule gebracht und dort auf die gewählte Bearbeitungstemperatur nacherhitzt werden.
8. Vorrichtung zum Erhitzen eines Werkstückes aus nicht-magnetischem Material auf eine wählbare Bearbeitungstemperatur, gekennzeichnet durch einen elektrischen Hochleistungsstrahlungsheizofen (F), insbesondere vom Spalttyp, zum Vorwärmen des Werkstückes (W) auf eine Vorwärmtemperatur, die unterhalb der wählbaren Bearbeitungstemperatur liegt, mit einer dem Ofen (F) zugeordneten Fördervorrichtung (50) zum Fördern der Werkstücke (W) durch den Ofen in eine Austragstellung, in der sich das Werkstück (W) auf der Vorwärmtemperatur befindet;

durch eine Induktionsheizspule (C), die neben dem Ofen (F) angeordnet ist und einen Werkstückaufnahme-Spulenkanal (100) aufweist, welcher die Induktionsheizspule (C) durchdringt; durch Transporteinrichtungen, die sowohl mit dem Ofen (F) als auch mit der Induktionsheizspule (C) zusammenwirken, um das vorgewärmte Werkstück (W) aus seiner Austragslage (64) im Ofen (F) im wesentlichen sofort in den Kanal (100) der Induktionsheizspule (C) zu bringen und durch diesen hindurchzuführen; und durch eine elektrische Stromquelle (110) zum Zuführen von Energie zu der Induktionsheizspule (C), und zum induktiven Nacherhitzen des Werkstückes (W) auf die gewählte Bearbeitungstemperatur, während dieses durch den Kanal (100) transportiert wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Führungskanal (98) vorgesehen ist, der das vom Ofen (F) kommende, vorgewärmte Werkstück aufnimmt und mit der Eingangsöffnung des Spulenkanals (100) fluchtet, und daß die Transporteinrichtung eine erste, von einem hydraulischen Zylinder (94) betätigte Stoßstange (92) aufweist, welche die vorgewärmten Werkstücke aus dem Ofen (F) in den Führungskanal (98) transportiert, und daß die Transporteinrichtung eine zweite, von einem hydraulischen Zylinder (118) betätigte Stoßstange (116) aufweist, welche das vorgewärmte Werkstück im Führungskanal (98) erfaßt und in den Spulenkanal (100) hinein- und durch diesen hindurchdrückt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulischen Zylinder (94 und 118) der Transporteinrichtung so gesteuert sind, daß im wesentlichen gleichzeitig ein vorgewärmtes Werkstück aus dem Ofen (F) in den Spulenkanal (100) transportiert und ein anderes, auf die gewählte Bearbeitungstemperatur nacherhitztes Werkstück aus dem Spulenkanal (100) ausgeworfen wird.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Fühlen der Temperatur des in dem Spulenkanal (100) nacherhitzten Werkstückes ein Temperatursensor (122) vorgesehen ist, der ein Signal zum gleichzeitigen Betätigen der Vorschubzylinder (94 und 118) auf die Transporteinrichtung überträgt.



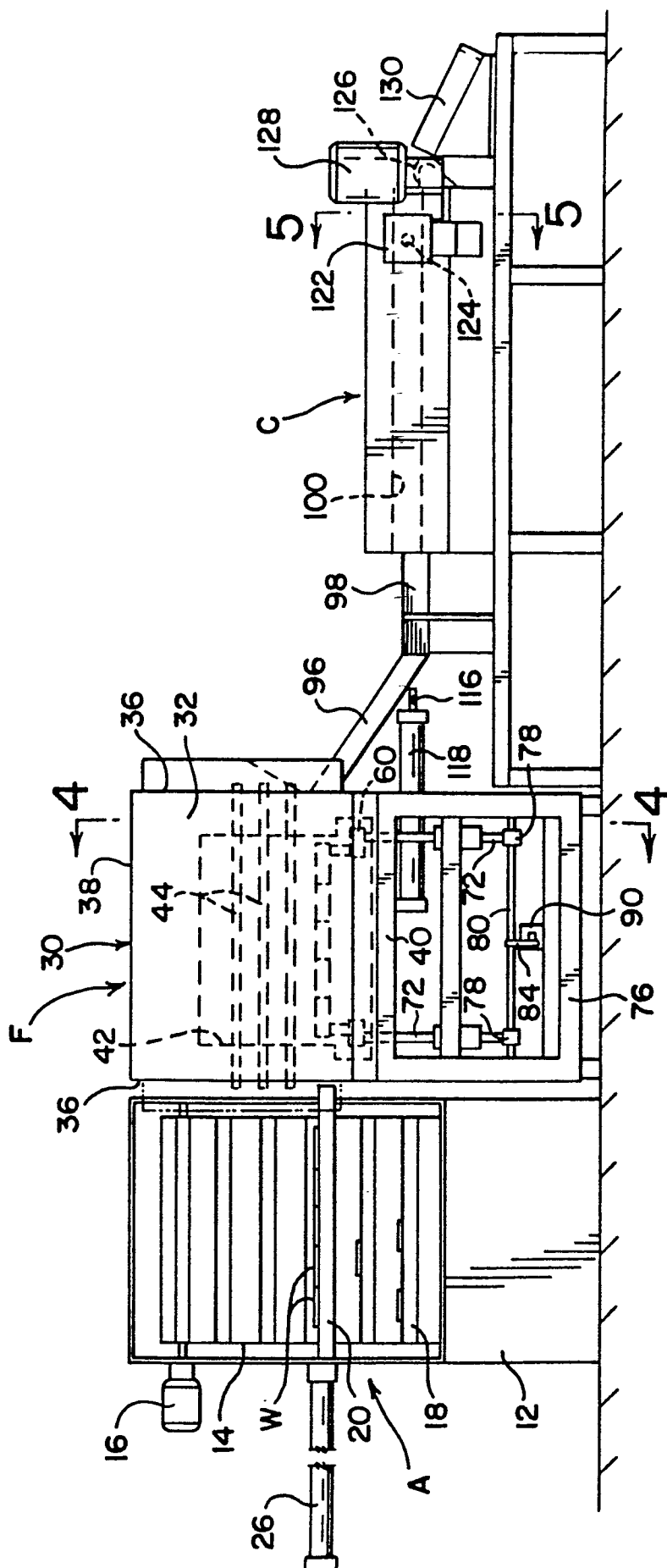
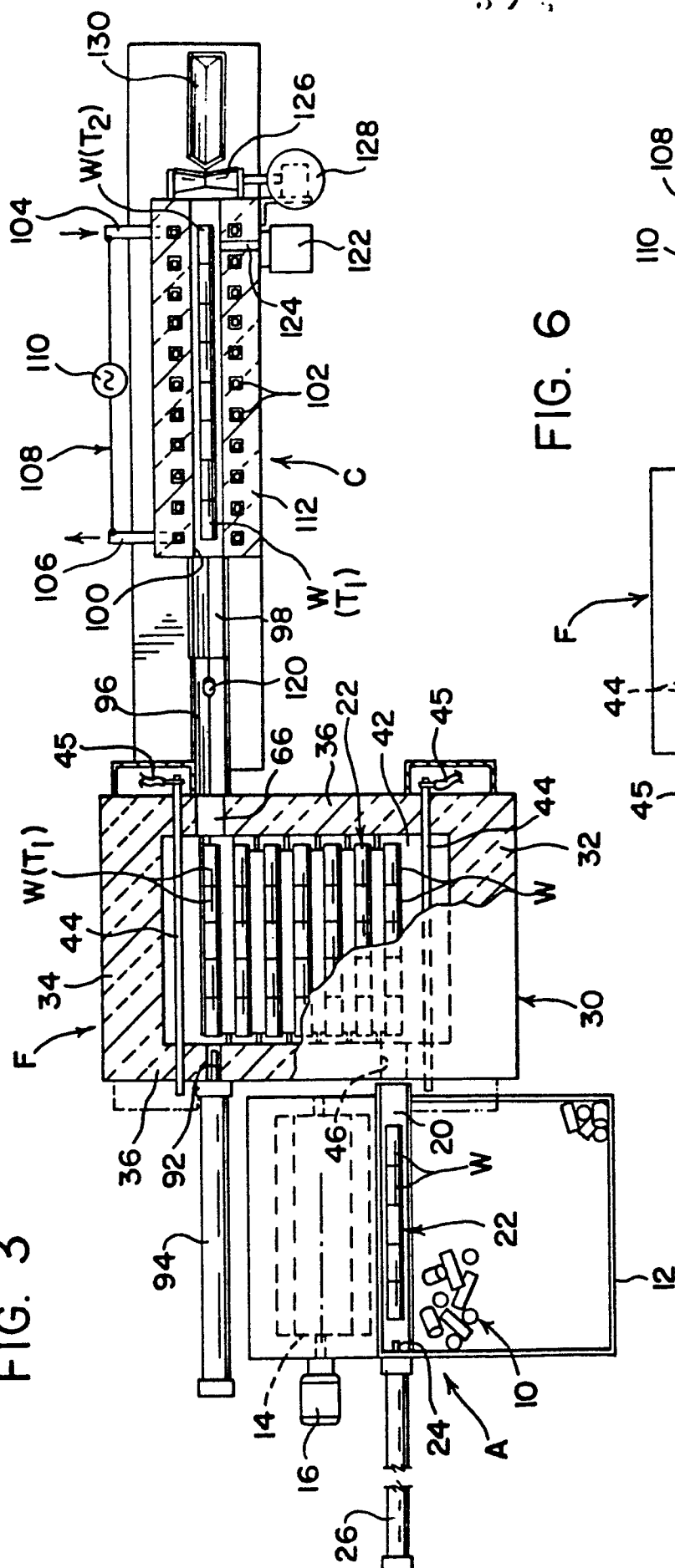


FIG. 2

FIG. 3



6
G.
F

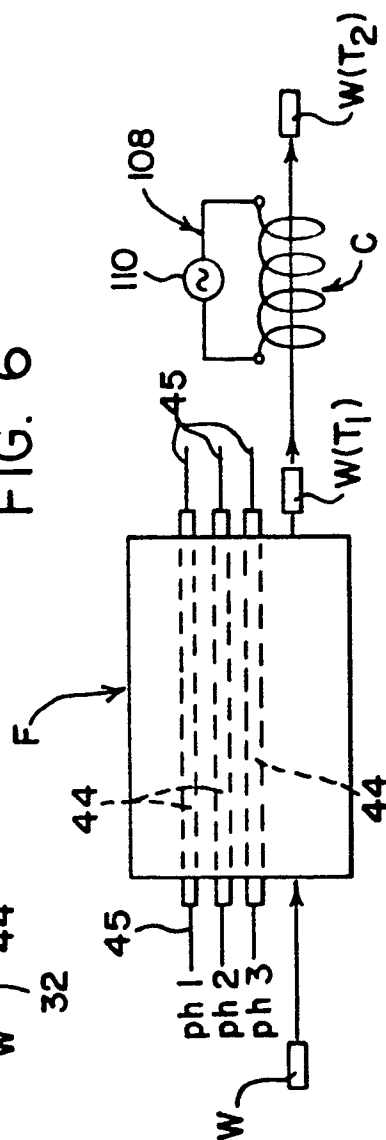


FIG. 4

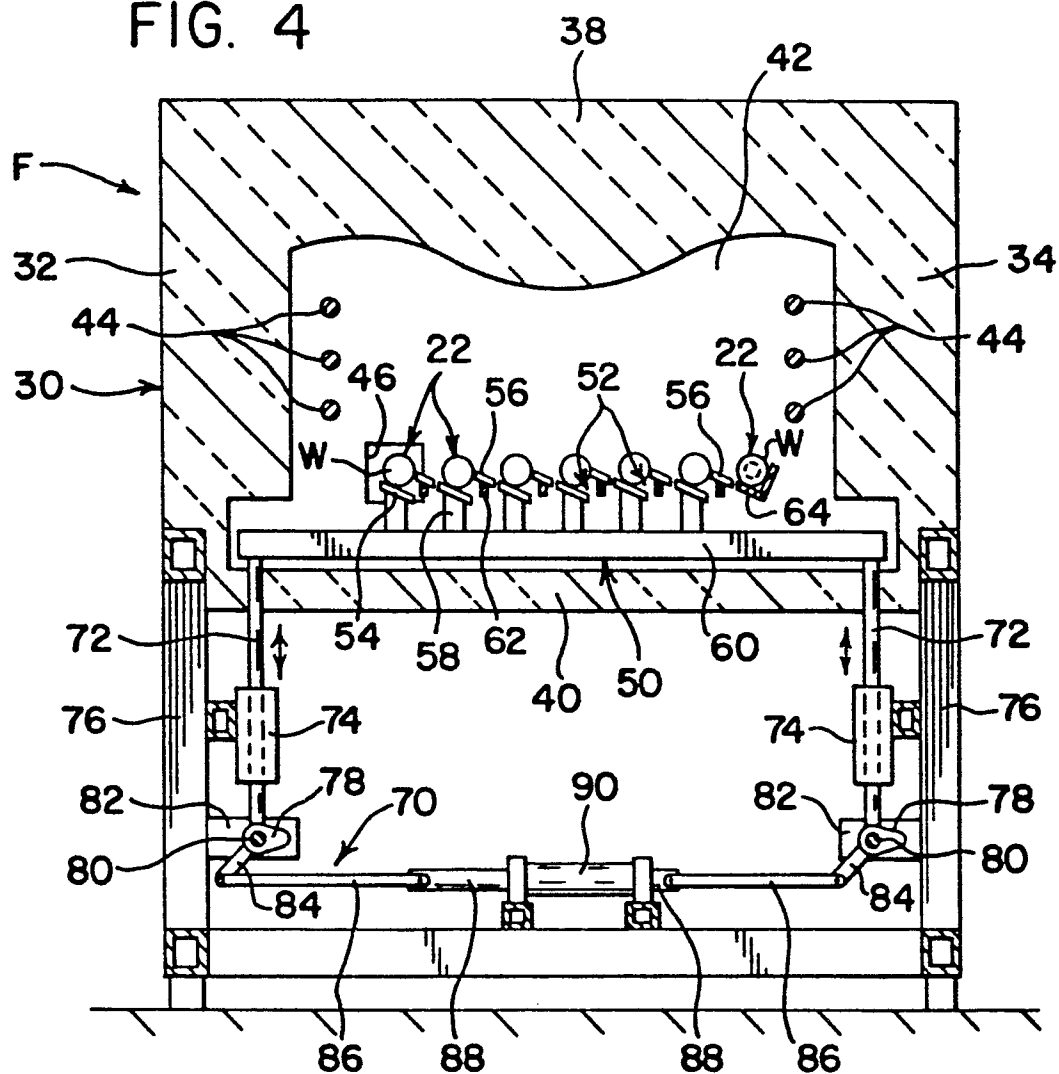


FIG. 5

