



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.07.2010 Patentblatt 2010/27

(51) Int Cl.:
C21D 9/00 (2006.01) F27B 9/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09015769.4**

(22) Anmeldetag: **21.12.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **05.01.2009 DE 102009004089**

(71) Anmelder: **Schwartz, Eva**
52066 Aachen (DE)

(72) Erfinder: **Schwartz, Rolf-Josef**
52152 Simmerath (DE)

(74) Vertreter: **Jostarndt, Hans-Dieter**
Jostarndt Patentanwalts-AG
Brüsseler Ring 51
52074 Aachen (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen von Werkstücken**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln von Werkstücken, bei dem die zu behandelnden Werkstücke in einem Ofen in mehreren horizontalen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) erwärmt werden. Jede der vertikal übereinander angeordneten Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) befindet sich jeweils in einer Höhe ($h_1 \dots h_n$) und kann wenigstens ein zu erwärmendes Werkstück aufnehmen. Nach der Erwärmung werden die Werkstücke in einer definierten Reihenfolge aus den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) wieder entnommen. Für die Entnahme der erwärmten Werkstücke werden die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) schrittweise vertikal bewegt und dadurch die jeweiligen Höhen ($h_1 \dots h_n$) der einzelnen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) verändert. Die schrittweise vertikale Bewegung erfolgt so, dass die Höhe ($h_1 \dots h_n$) der jeweiligen Ofenebene ($E_1 \dots E_n$), aus welcher wenigstens ein erwärmtes Werkstück entnommen wird, einer fest definierten Entnahmehöhe h_x entspricht und dass sich dabei die jeweilige Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) für eine Zeitdauer $t > 0$ auf der Entnahmehöhe h_x befindet.

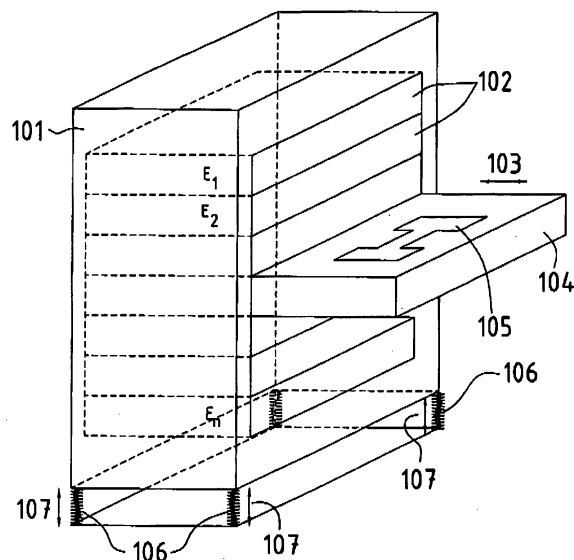


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln von Werkstücken, bei dem die Werkstücke in einem Ofen in mehreren horizontalen Ofenebenen erwärmt werden, wobei die Ofenebenen vertikal übereinander angeordnet sind und sich jede Ofenebene jeweils in einer bestimmten Höhe befindet. Dabei ist jede Ofenebene zur Aufnahme wenigstens eines Werkstücks ausgebildet, und die Werkstücke werden nach der Erwärmung in einer definierten Reihenfolge aus den Ofenebenen entnommen.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung bzw. einen Ofen zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0003] Zu den wichtigen Zielen der Fahrzeugindustrie zählen heute und auch zukünftig die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs, die Senkung des CO₂-Ausstoßes und die Erhöhung der Insassensicherheit. Ein übliches Mittel zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und somit zur Senkung des CO₂-Ausstoßes liegt dabei beispielsweise in der Reduzierung des Fahrzeuggewichts. Um jedoch gleichzeitig eine Erhöhung der Insassensicherheit zu erreichen, müssen die verwendeten Karosseriebauteile bei geringerem Gewicht eine höhere Festigkeit aufweisen.

[0004] Es besteht daher ein stark zunehmendes Interesse an Karosseriebauteilen mit einem günstigen Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht. Dies wird üblicherweise durch den Prozess des so genannten Presshärtens oder auch Formhärtens erreicht. Dabei wird ein Blechteil auf etwa 800°C bis 1004°C erwärmt und anschließend in einem gekühlten Werkzeug verformt und abgeschreckt. Die Festigkeit des Bauteils nimmt dadurch bis auf etwa das Dreifache zu. Das Presshärten ermöglicht den Bau leichter und dennoch steifer Karosseriebauteile durch die Kombination von Wärmebehandlung, Formgebung und gleichzeitiger kontrollierter Abkühlung.

[0005] Für die Wärmebehandlung der Karosseriebauteile haben sich in der Vergangenheit verschiedene Ofenkonzepte herausgebildet. Insbesondere das Prinzip des Durchlaufofens hat beim Presshärten große Verbreitung gefunden. Bei diesem Ofenprinzip werden die zu erwärmenden Karosseriebauteile auf Werkstückträgern über Fördereinrichtungen durch den Ofen transportiert. Als Fördereinrichtung kommen Rollen, Ketten oder Bänder zum Einsatz, wobei Fördereinrichtungen in mehreren Ofenebenen vorgesehen sein können.

[0006] Durchlauföfen bringen jedoch üblicherweise den Nachteil mit sich, dass sie aufgrund ihrer Längenausdehnung einen hohen Platzbedarf haben. Um eine Platzersparnis zu erreichen, können daher alternativ auch Öfen mit mehreren, horizontal übereinander angeordneten Ofenebenen verwendet werden, die auch als Etagenöfen bezeichnet werden. Die einzelnen Ofenebenen können mit Schubladenelementen versehen sein, die zum Beschicken und Entnehmen von Werkstücken horizontal aus dem Ofen gezogen werden. Die Beschickung und die Entnahme von Werkstücken aus den ein-

zelnen übereinander angeordneten Ofenebenen erfolgt vorzugsweise über eine in der Höhe verfahrbare Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung.

[0007] Für den nachfolgenden Transport der erwärmten Werkstücke von einem solchen Etagenofen zur anschließenden Formgebung wird eine bestimmte Zeit benötigt. In dieser Zeit erfolgt eine Abkühlung der Werkstücke, während diese durch die Umgebungsluft bewegt werden. Aufgrund der Höhenunterschiede der einzelnen Ofenebenen des Etagenofens unterscheiden sich die Zeiten für den Transport der einzelnen Werkstücke. Aus diesen verschiedenen Zeiten ergeben sich unterschiedlich hohe Temperaturverluste für die Werkstücke. Diese unterschiedlichen Temperaturverluste wiederum können zu Unterschieden in der Qualität der zu fertigenden Karosseriebauteile führen.

[0008] Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren bereitzustellen, mit dessen Hilfe Werkstücke, insbesondere Karosseriebauteile, erwärmt werden können, um sie anschließend zu presshärten, ohne dass es dabei zu großen Schwankungen in der Qualität der fertigen Karosseriebauteile kommt.

[0009] Das Verfahren sollte dabei sowohl die Zeit des Transfers der erwärmten Werkstücke vom Ofen an die nachfolgende Formgebung für jedes Werkstück möglichst konstant halten, als auch den Platzbedarf für den Ofen zum Erwärmen der Werkstücke minimieren.

[0010] Eine Aufgabe der Erfindung ist es ferner, eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens bereitzustellen.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 9. Die Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung nach Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen dieser Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen 11 bis 18.

[0012] Die Erfindung umfasst ein Verfahren zum Behandeln von Werkstücken, bei dem die zu behandelnden Werkstücke in einem Ofen in mehreren horizontalen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$), die vertikal übereinander angeordnet sind, erwärmt werden. Jede Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) befindet sich jeweils in einer bestimmten Höhe ($h_1 \dots h_n$) und kann wenigstens ein zu erwärmendes Werkstück aufnehmen. Nach der Erwärmung werden die Werkstücke in einer definierten Reihenfolge aus den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) wieder entnommen. Für die Entnahme der erwärmten Werkstücke werden die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) schrittweise vertikal bewegt und dadurch die jeweiligen Höhen ($h_1 \dots h_n$) der einzelnen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) verändert. Die schrittweise vertikale Bewegung erfolgt so, dass die Höhe ($h_1 \dots h_n$) der jeweiligen Ofenebene ($E_1 \dots E_n$), aus welcher wenigstens ein erwärmtes Werkstück entnommen wird, einer fest definierten Entnahmhöhe h_x entspricht und dass sich dabei die jeweilige Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) für eine Zeitdauer $t > 0$ auf der Entnahmhöhe h_x befindet.

[0013] In einer Ausgestaltung des Verfahrens ist die

Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) in Bezug zum Ofen fixiert, und der Ofen wird für die Entnahme der erwärmten Werkstücke aus den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) durch Verstellmittel schrittweise vertikal bewegt. In einer anderen Ausgestaltung des Verfahrens hingegen ist die Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) im Verhältnis zum Ofen veränderlich, und die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) werden für die Entnahme der erwärmten Werkstücke durch Verstellmittel innerhalb des Ofens schrittweise vertikal bewegt. Eine Ausführungsform des Verfahrens verwendet dabei für diese beiden Varianten als Verstellmittel ein Hubsystem, eine andere Ausführungsform dagegen ein Zugsystem.

[0014] Die erwärmten Werkstücke werden in einer Weiterbildung des Verfahrens mittels einer Transfervorrichtung auf der Entnahmehöhe h_x aus den jeweiligen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) entnommen. Die Entnahme erfolgt dabei so, dass die Transfervorrichtung die Werkstücke auf der definierten Entnahmehöhe h_x aufnimmt und wenigstens teilweise horizontal abtransportiert. Beispielsweise werden die Werkstücke horizontal auf der definierten Entnahmehöhe h_x abtransportiert.

[0015] In einer Weiterbildung des Verfahrens wird nach der Entnahme eines erwärmten Werkstücks aus einer der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) ein neues zu behandelndes Werkstück in dieselbe Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) eingebracht. In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens werden die Werkstücke in Schubladenelemente eingebracht, die auf den einzelnen Ofenebenen angeordnet sind. Dabei wird ein Schubladenelement auf der Entnahmehöhe h_x horizontal herausgefahren, ein Werkstück entnommen und das Schubladenelement anschließend wieder zurückgefahren.

[0016] Die Erfindung umfasst ferner eine Vorrichtung zum Behandeln von Werkstücken, umfassend einen Ofen mit mehreren horizontalen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$), die vertikal übereinander angeordnet und in denen Werkstücke erwärmbar sind. Jede Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) befindet sich jeweils in einer Höhe ($h_1 \dots h_n$) und ist zur Aufnahme und Entnahme wenigstens eines Werkstückes ausgebildet. Die Vorrichtung weist Verstellmittel zur schrittweisen vertikalen Bewegung der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) auf, die so ausgebildet sind, dass sie die jeweiligen Höhen ($h_1 \dots h_n$) der einzelnen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) verändern können. Dabei können die Verstellmittel die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) so schrittweise vertikal bewegen, dass die Höhe ($h_1 \dots h_n$) einer jeweiligen Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) einer fest definierten Entnahmehöhe (h_x) entspricht und dass die jeweilige Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) für eine Zeitdauer $t > 0$ auf der Entnahmehöhe h_x gehalten werden kann.

[0017] In einer Ausgestaltung der Vorrichtung ist die Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) in Bezug zum Ofen fixiert, und die Verstellmittel sind so ausgebildet, dass sie den Ofen schrittweise vertikal bewegen können. In einer anderen Ausgestaltung der Vorrichtung wiederum ist die Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) im Verhältnis zum Ofen veränderlich, und die Verstellmittel sind so ausgebildet, dass sie die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) innerhalb des Ofens

schrittweise vertikal bewegen können. Für beide Varianten umfasst eine Ausführungsform ein Hubsystem als Verstellmittel, eine andere Ausführungsform hingegen ein Zugsystem.

[0018] Vorzugsweise umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Transfervorrichtung zur Entnahme von erwärmten Werkstücken aus den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) auf der Entnahmehöhe h_x . Diese Transfervorrichtung ist ferner zur Beschickung der Ofenebenen mit zu erwärmenden Werkstücken ausgebildet. Dabei weist die Transfervorrichtung Mittel auf, um die erwärmten Werkstücke auf der definierten Entnahmehöhe h_x aufzunehmen und sie wenigstens teilweise horizontal abzutransportieren. Beispielsweise kann die Transfervorrichtung Mittel aufweisen, um Werkstücke horizontal auf der definierten Entnahmehöhe h_x abzutransportieren.

[0019] In einer Weiterbildung der Vorrichtung kann die Transfervorrichtung nach der Entnahme eines erwärmten Werkstücks aus einer der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) ein neues zu erwärmendes Werkstück in dieselbe Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) einbringen. In einer weiteren Ausgestaltung der Vorrichtung umfassen die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) Schubladenelemente, die zur Aufnahme von Werkstücken vorgesehen und auf der Entnahmehöhe h_x horizontal verfahrbar sind.

[0020] Das beschriebene Verfahren und die Vorrichtung zum Behandeln von Werkstücken haben den Vorteil, dass Werkstücke in einem Ofen mit einem reduzierten Platzbedarf erwärmt und nach dem Erwärmen stets auf gleicher Höhe aus dem Ofen entnommen werden können. Dazu umfasst der Ofen mehrere Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$), die gezielt in ihrer Höhe ($h_1 \dots h_n$) verändert und so an eine fest definierte Entnahmehöhe h_x angepasst werden können. Die jeweilige Höhe ($h_1 \dots h_n$) der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) wird dabei so verändert, dass sie jeweils der Entnahmehöhe h_x entspricht, so dass Werkstücke aus den Ofenebenen stets auf der Entnahmehöhe h_x entnommen und vorzugsweise auch beschickt werden können. Die hierfür erforderliche schrittweise vertikale Bewegung der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) wird dabei durch die Verwendung von Verstellmitteln ermöglicht.

[0021] Die Erfindung wendet sich somit ab von Durchlauföfen, bei denen die Werkstücke zum Erwärmen nacheinander durch einen Ofen bewegt werden. Sie wendet sich ferner ab von höhenverstellbaren Entnahmevorrichtungen, die bei Etagenöfen zur Entnahme der erwärmten Werkstücke Verwendung finden.

[0022] Ein Vorteil der Erfindung gegenüber herkömmlichen Verfahren zur Verhinderung von Schwankungen in der Qualität bei der Herstellung von Karosseriebauteilen liegt in der stets gleichen Zeit für den Transfer von Werkstücken vom Ofen zur weiteren Formgebung. Ein Durchlaufofen bietet zwar ebenfalls diese Möglichkeit, weist jedoch eine entsprechende Längenausdehnung und einen damit verbundenen hohen Platzbedarf auf.

[0023] Der Grund hierfür ist der Aufbau eines Durchlaufofens. Bei diesem Ofenprinzip werden die zu erwärmenden Werkstücke nacheinander auf Werkstückträ-

gern über Fördereinrichtungen horizontal auf einer Ofenebene durch den Ofen transportiert. Neben weiteren Parametern bestimmen dabei sowohl die Erwärmungsdauer als auch die Anzahl der zu erwärmenden Teile die erforderliche Länge des Durchlaufofens. Je länger es dauert, bis die Werkstücke die erforderliche Erwärmungstemperatur erreicht haben und je mehr Werkstücke erwärmt werden sollen, umso größer wird die Längenausdehnung des Durchlaufofens.

[0024] Diese große Längenausdehnung des Durchlaufofens wäre durch den Einsatz eines Etagenofens kompensierbar. Da bei diesem Ofenprinzip die einzelnen Ofenebenen vertikal übereinander liegen, befindet sich jedes Werkstück zum Erwärmen in einer anderen Höhe, die zur Entnahme der erwärmten Werkstücke von einer Entnahmevorrichtung angefahren werden muss. Aus den verschiedenen Höhen der Ofenebenen resultiert für jede Ofenebene ein anderer Transferweg vom Ofen zur weiteren Formgebung. Je länger der Transferweg ist, umso länger dauert es allerdings, bis das erwärmte Werkstück die weitere Formgebung erreicht und umso größer ist der Temperaturverlust des erwärmten Werkstückes. Große Temperaturverluste können zu großen Schwankungen in der Qualität der Karosseriebauteile bis hin zu einem Ausfall der Teile führen.

[0025] Die Erfindung löst dieses Problem vorteilhaft durch eine Höhenverstellung der Ofenebenen an eine fest definierte Entnahmehöhe h_x . Jede Ofenebene wird für eine Entnahme des erwärmten Werkstückes in diese Entnahmehöhe h_x bewegt und dort für eine Zeitdauer $t > 0$ gehalten, so dass der Transferweg vom Ofen zur weiteren Formgebung für jedes entnommene Werkstück gleich ist. Daraus resultiert für jedes entnommene Werkstück ein vergleichbarer Temperaturverlust, der reduzierte Schwankungen in der Qualität der Karosseriebauteile zur Folge hat.

[0026] Die zuvor genannten und weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung werden auch anhand der Ausführungsbeispiele deutlich, die nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben werden.

[0027] Von den Figuren zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines höhenverstellbaren Ofens mit mehreren Ofenebenen zum Erwärmen von Werkstücken;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Kugelgewindetriebes;
- Fig. 3a ein schematisches Ablaufdiagramm, welches den Ablauf bei der Bestückung eines Ofens wiedergibt;
- Fig. 3b ein schematisches Ablaufdiagramm, welches den Ablauf bei der wiederholten Bestückung und Entnahme von Werkstücken wiedergibt;

Fig. 3c ein schematisches Ablaufdiagramm, welches den Ablauf bei Beendigung der Erwärmung von Werkstücken wiedergibt;

5 Fig. 4 eine schematische Darstellung verschiedener Bestandteile einer Anlage zum Presshärten von Werkstücken; und

10 Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Anlage zum Presshärten von Werkstücken mit zwei Öfen.

[0028] In Fig. 1 ist schematisch das Beispiel eines höhenverstellbaren Ofens 101 zum Erwärmen von Werkstücken dargestellt, der typischerweise ein Gehäuse mit einer Öffnung für die Bestückung und die Entnahme der zu erwärmenden Werkstücke umfasst. Der Ofen umfasst zudem eine beliebige Anzahl n von horizontalen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$), auf denen jeweils wenigstens ein Werkstück erwärmt werden kann. Die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) sind voneinander getrennt und liegen vertikal übereinander. Das in Fig. 1 dargestellte Beispiel zeigt sieben Ofenebenen.

25 **[0029]** Jede der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) enthält wenigstens eine Aufnahme zur Lagerung der Werkstücke während des Erwärmens. Die Gestaltung der Aufnahmen ist variabel und hängt unter anderem beispielsweise ab von der Form der zu erwärmenden Werkstücke. Die Werkstücke befinden sich während des Erwärmens in den Aufnahmen und werden nach dem Erwärmen von dort wieder entnommen. Bei den Aufnahmen handelt es sich beispielsweise um Schubladen 102, die über eine horizontale Bewegung 103 aus- und eingefahren werden können. In Fig. 1 ist das Beispiel einer ausgefahrenen Schublade 104 gezeigt, in der sich ein Werkstück 105 befindet.

35 Für ein Erwärmen wird die Schublade mit einem Werkstück 105 bestückt, zum Erwärmen des Werkstückes 105 eingefahren und anschließend wieder ausgefahren.

[0030] Da die Werkstücke nicht horizontal nebeneinander sondern vertikal übereinander erwärmt werden, kann mit einem derartigen Ofenprinzip die Größe der Grundfläche des Ofens 101 minimiert werden. Dies führt zu einer Verringerung des erforderlichen Platzbedarfs für den Ofen 101. Des weiteren kann mit diesem Ofenprinzip die Größe der Oberfläche des Ofens 101 minimiert werden, was wiederum zu einer Reduzierung des Energieverbrauches durch reduzierte Oberflächenverluste führt.

40 **[0031]** Der Ofen 101 weist ferner ein Hubsystem auf, mit dem die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) durch eine Auf- und Abwärtsbewegung bewegt werden können. Bei dem in Fig. 1 beispielhaft dargestellten höhenverstellbaren Ofen 101 ist das Hubsystem an der Bodenseite des Ofens 101 angebracht, so dass die Bewegung der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) durch eine Bewegung des gesamten Ofens 101 umgesetzt wird. Dies hat insbesondere den Vorteil, dass das Hubsystem den im Ofen vorherrschenden hohen Temperaturen T von bis zu 1000 °C nicht ausgesetzt ist und somit keine für diese Temperaturen

erforderliche Temperaturbeständigkeit aufweisen muss. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Gehäuse des Ofens 101 nur die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) mit allem erforderlichen Zubehör zum Erwärmen von Werkstücken 105 umschließen muss. Dadurch ist es nicht erforderlich, zusätzliches Volumen innerhalb des Ofens 101 zu erwärmen, was unter anderem zu einer Optimierung des Energiebedarfs des Ofens 101 führt.

[0032] In einer anderen Ausführungsform besteht jedoch auch die Möglichkeit, das verwendete Hubsystem im Innern des Ofens 101 zu installieren und nur die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) innerhalb des Ofens 101 zu bewegen. Dies hat den Vorteil, dass das Hubsystem nicht das Gewicht des gesamten Ofens 101, sondern nur das Gewicht der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) bewegen muss.

[0033] Bei dem Hubsystem handelt es sich beispielsweise um Verstellmittel 106, welche die Höhe des Ofens 101 über eine vertikale Bewegung 107 beeinflussen können. In Fig. 2 wird als Beispiel für ein Verstellmittel 106 ein Kugelgewindetrieb gezeigt. Kugelgewindetriebe sind Schraubgetriebe zur Umwandlung einer rotatorischen Bewegung 201 in eine translatorische Bewegung 202. Ein Bestandteil des Kugelgewindetriebes ist eine Kugelgewindespindel 203, die von einem Motor 204 angetrieben wird und die rotatorische Bewegung 201 ausführt. Die Kugelgewindespindel 203 besteht aus einer Kugelgewindestange 205 in Form eines zylindrischen Rundstabes, auf dem ein Kugelgewinde 206 aufgebracht ist. Auf der Kugelgewindespindel 203 befindet sich eine nicht drehbar gelagerte Spindelmutter 207, welche die translatorische Bewegung 202 ausführt. Kugeln 208 durchlaufen einen Kugelumlauf 209 zur Kugelrückführung innerhalb der Spindelmutter 207.

[0034] Mittels eines Kugelgewindetriebes können sehr große Kräfte aufgebracht werden. Dies ist insbesondere im Hinblick auf das hohe Gewicht des Ofens 101, das bei einer Höhenverstellung bewegt werden muss, von Vorteil. Zudem ist die Verwendung eines Kugelgewindetriebes aufgrund seines hohen mechanischen Wirkungsgrades von >90% besonders vorteilhaft für die erforderlichen Taktzeiten von der Bestückung bis zur Entnahme der Werkstücke, die im Bereich von etwa 10 Sekunden liegen. Weitere Vorteile des Kugelgewindetriebes liegen insbesondere in einem geringen Verschleiß und einer damit verbundenen hohen Lebensdauer des Getriebes, in einer hohen Positionier- und Wiederholgenauigkeit sowie in hohen Verfahrgeschwindigkeiten, die umgesetzt werden können.

[0035] In einer Ausführungsform wird die Spindelmutter 207 von einem Motor 204 angetrieben und somit gegenüber der Kugelgewindespindel 203 bewegt. Dadurch führt die Spindelmutter 207 die rotatorische Bewegung 201 aus, die nicht drehbar gelagerte Kugelgewindespindel 203 hingegen die translatorische Bewegung 202. In einer anderen Ausführungsform kommt anstelle des Kugelgewindetriebes ein Rollengewindetrieb zum Einsatz, bei dem anstelle der Kugeln 208 Rollen verwendet werden, es sind jedoch auch andere Verstellmittel 106 ein-

setzbar.

[0036] Alternativ können als Zugmittel jegliche andere geeignete Einrichtungen eingesetzt werden. Eine weitere Ausführungsform der Erfindung verwendet zur Höhenverstellung des Ofens 101 beispielsweise Flaschenzüge oder Kettenzüge mit Hubketten. Insbesondere an Standorten mit bereits vorhandenen Installationen für Zugmittel können sich entsprechende Kosteneinsparungen ergeben. Zur Reduzierung der Antriebsleistung und damit des Energiebedarfes bei Zugmitteln können beispielsweise Gegengewichte verwendet werden.

[0037] In einer anderen Ausführungsform kommen Schubketten zur Höhenverstellung des Ofens 101 zur Anwendung. Schubketten sind Spezialketten, die sich im Gegensatz zu den bekannten Zugketten in Schubrichtung versteifen, die aber dabei über Kettenräder umlenkbar bleiben. Ermöglicht wird die Schubfähigkeit durch speziell geformte Kettenglieder, die formschlüssig ineinander greifen und sich spielfrei abstützen. Durch die Geometrie der Kettenlaschen wird ein Einknicken bei Druckbelastung durch das Gewicht des Ofens 101 verhindert. Schubketten arbeiten somit wie ein herkömmlicher Linearantrieb als starre Teleskoptriebstrangen. Sie sind aber äußerst flexibel, wenn es um die Speicherung geht. Die Ketten lassen sich dorthin umlenken, wo Platz ist, und sie lassen sich aufwickeln, um Platz zu sparen. Vorteile von Schubketten sind insbesondere die Umsetzung von gleichmäßigen ruckfreien Bewegungen der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) bei der Höhenverstellung, das Halten einer absoluten Position zur Entnahme der Werkstücke 105 sowie eine kompakte Speicherungsmöglichkeit der Schubketten.

[0038] Den schematischen Ablauf eines Prozesses zum Erwärmen von Werkstücken in einem höhenverstellbaren Ofen zeigen die Figuren 3a-3c an einem Beispiel. Dabei gibt Fig. 3a die Schritte bei der Bestückung des Ofens bis zu einem Prozesspunkt 1 wieder. Vor Beginn des Prozesses wird der Ofen 101 auf eine definierte Temperatur T erwärmt, die beim Presshärten üblicherweise bei 800°C bis 1000°C liegt. Nach dem Erreichen der definierten Temperatur T verändert ein Hubsystem die Höhe des Ofens 101, bis die Höhe h_1 der Ofenebene E_1 einer fest definierten Höhe h_x entspricht, in der die Ofenebene E_1 dann für eine Zeitdauer $t > 0$ verbleibt.

[0039] Eine Höhe h bezeichnet dabei den Abstand eines Objektpunktes von einer Referenzlinie oder Referenzfläche. Der Abstand zwischen Objektpunkt und Referenzlinie wird vorzugsweise ermittelt durch den direkten Vergleich des zu bestimmenden Abstandes mit einem Maßstab. Als Referenzlinie kann hierbei beispielsweise die Bodenfläche dienen, auf welcher der Ofen aufgestellt ist, so dass die Höhe h_x einem bestimmten Abstand zum Boden entspricht. Die veränderlichen Höhen der Ofenebenen werden dieser Höhe h_x durch eine vertikale Bewegung des Ofens angepasst.

[0040] Nach erfolgter Höhenverstellung des Ofens 101 wird die Schublade 102 der Ofenebene E_1 ausgefahren, mit einem zu erwärmenden Werkstück 105 be-

stückt und anschließend wieder eingefahren. Es folgt eine erneute Veränderung der Höhe des Ofens 101 durch das Hubsystem, so dass danach die Höhe h_2 der Ofenebene E_2 der Höhe h_x entspricht, in der dann die Ofenebene E_2 für eine Zeitdauer $t > 0$ verbleibt. Nach abgeschlossener Höhenverstellung des Ofens 101 wird die Schublade 102 der Ofenebene E_2 ausgefahren, mit einem zu erwärmenden Werkstück 105 bestückt und anschließend wieder eingefahren. Dieser Vorgang wiederholt sich schrittweise so lange, bis die Schubladen 102 aller Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) bestückt sind, indem die Ofenebenen jeweils auf die definierte Höhe h_x verfahren werden.

[0041] Die derart in den höhenverstellbaren Ofen 101 eingebrachten Werkstücke 105 werden im Ofen innerhalb einer definierten Verweilzeit auf eine definierte Temperatur T erwärmt, die beispielhaft für einige Karosserie-
stähle 860-980°C beträgt. Hat zumindest das zuerst zu entnehmende Werkstück die erforderliche Temperatur erreicht, ist der in Fig. 3a dargestellte Prozesspunkt 1 erreicht.

[0042] Ist die Erwärmung der Werkstücke 105 am Prozesspunkt 1 abgeschlossen, folgt, wie in Fig. 3b wiedergegeben, eine wiederholte Veränderung der Höhe des Ofens 101 durch das Hubsystem, bis die Höhe h_1 der Ofenebene E_1 erneut der Höhe h_x entspricht, in der die Ofenebene E_1 dann wieder für eine Zeitdauer $t > 0$ verbleibt. Die Schublade 102 der Ofenebene E_1 wird ausgefahren und das erwärmte Werkstück 105 daraus entnommen. Falls der gesamte Prozess noch nicht beendet ist, wird die Schublade 102 erneut mit einem zu erwärmenden Werkstück 105 bestückt und anschließend wieder eingefahren. Es folgt eine weitere Veränderung der Höhe des Ofens 101, so dass danach die Höhe h_2 der Ofenebene E_2 der Höhe h_x entspricht, in der dann wieder die Ofenebene E_2 für eine Zeitdauer $t > 0$ verbleibt. Die Schublade 102 der Ofenebene E_2 wird ausgefahren, das erwärmte Werkstück 105 daraus entnommen, die Schublade 102 mit einem zu erwärmenden Werkstück 105 bestückt und anschließend wieder eingefahren. Dieser Vorgang wiederholt sich schrittweise so lange, bis die Schubladen 102 aller Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) erneut mit zu erwärmenden Werkstücken 105 bestückt sind, die anschließend innerhalb der definierten Verweilzeit auf die definierte Temperatur T erwärmt werden.

[0043] Der Prozess des sich wiederholenden Erwärmens von Werkstücken 105 in einem höhenverstellbaren Ofen 101 wird beendet, wenn der in Fig. 3b dargestellte Prozesspunkt 2 erreicht ist und nach einer erfolgten Entnahme keine weiteren Werkstücke 105 zum Erwärmen in die Ofenebenen E_n eingebracht werden. Danach kann der Ofen 101 beispielsweise abgekühlt werden. Die Schritte bei der letztmaligen Entnahme von erwärmten Werkstücken aus den einzelnen Ofenebenen sind in Fig. 3c dargestellt.

[0044] Innerhalb des Prozesses zum Erwärmen von Werkstücken 105 besteht in einer Weiterbildung die Möglichkeit, die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) in beliebiger und auch

variierender Reihenfolge mit Werkstücken 105 zu bestücken und/oder Werkstücke 105 zu entnehmen. Dies hat den Vorteil, dass unterschiedliche Werkstücke 105, beispielsweise Werkstücke 105 mit unterschiedlicher Dicke, mit verschiedenen Verweilzeiten im Ofen innerhalb eines Prozesses behandelt werden können, was durch eine entsprechende Ansteuerung des Ofens realisiert wird.

[0045] In einer Ausführungsform ist es ferner möglich, alle Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) mit Werkstücken 105 zu bestücken, die Werkstücke nach dem Erwärmen aus den Ofenebenen (E_1 bis E_n) zu entnehmen und erst dann, wenn alle Werkstücke aus den Ofenebenen (E_1 bis E_n) entnommen wurden, die Ofenebenen (E_1 bis E_n) wieder neu zu bestücken. In einer weiteren Ausführungsform werden nicht alle Ofenebenen (E_1 bis E_n) zum Erwärmen von Werkstücken 105 verwendet. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn nur wenige Teile erwärmt werden sollen. Weiterhin ist es möglich, Werkstücke insbesondere bei Störfällen auch dann aus den Ofenebenen (E_1 bis E_n) zu entnehmen, wenn sich die Ofenebenen (E_1 bis E_n) nicht in der Höhe h_x befinden. Diese unterschiedlichen Ausführungsformen können in einer Steuerung der gesamten Anordnung realisiert werden, die frei programmierbar ist.

[0046] Bei den zu erwärmenden Werkstücken 105 handelt es sich insbesondere um Blechformteile aus Karosserie-
stahl für pressgehartete Karosseriebauteile im Automobilbau. Es können jedoch auch anders oder nicht geformte Werkstücke aus anderen Materialien erwärmt werden.

[0047] Eine Ausführungsform sieht vor, Werkstücke 105 mit partiell unterschiedlichen Eigenschaften herzustellen, die insbesondere für die genannten Karosseriebauteile im Automobilbau von Vorteil sind. Hierzu wird eine Schublade 102 einige Zeit vor der eigentlichen Entnahme des Werkstückes 105 teilweise herausgefahren, sodass das Werkstück 105 partiell auf eine Temperatur unterhalb der Austenit- bzw. Härtetemperatur abkühlt und bei einem nachfolgenden Presshärten im bereits abgekühlten Teil keinen sehr harten Martensit, sondern ein Perlit-Ferrit-Gefüge bildet. Dieses Gefüge besitzt deutlich höhere Dehnraten und ist im Falle eines Fahrzeugcrashes weniger bruchempfindlich.

[0048] In dem in Fig. 4 schematisch dargestellten Beispiel ist der höhenverstellbare Ofen 101 Bestandteil einer Anlage zum Presshärten von Werkstücken. Ein Werkstück 105 wird nach dem Erwärmen aus der ausgefahrenen Schublade 104 einer Ofenebene E_1 des Ofens 101 in einer Höhe $h_1 = h_x$ entnommen. Die Entnahme erfolgt beispielsweise durch eine Transfervorrichtung 401, die mit mindestens einem Greifer 402 zum Aufnehmen und Ablegen von Werkstücken ausgestattet ist. Fig. 4 zeigt beispielhaft eine Transfervorrichtung 402 mit vier Greifern. Nach der Entnahme des erwärmten Werkstückes 105 führt die Transfervorrichtung 402 eine Bewegung 403 vom Ofen 101 zu einem Presswerkzeug 404 aus und übergibt das Werkstück an das Presswerkzeug 404.

[0049] Das Pressverfahren kann mit Verfahren und Presswerkzeugen durchgeführt werden, die dem Fachmann allgemein bekannt sind. Im Presswerkzeug 404 wird das Werkstück 105 von der Transfervorrichtung 402 abgelegt, und die Transfervorrichtung 402 kehrt anschließend vom Presswerkzeug 404 zum Ofen 101 zurück.

[0050] Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Transfervorrichtung 401 sowohl zur Entnahme eines Werkstückes 105 aus einer Ofenebene und zum Weitertransport zu einem Presswerkzeug 404 als auch zum Bestücken einer Ofenebene ausgebildet ist. Hierzu nimmt die Transfervorrichtung 401 auf dem Weg vom Presswerkzeug 404 zum Ofen 101 ein zu erwärmendes Werkstück auf, transportiert es zum Ofen 101 und legt es in einer der Ofenebenen ab.

[0051] Die Höhe des Presswerkzeuges 404, bezogen auf den Boden seines Standortes, wird beispielsweise ebenfalls durch die Höhe h_x dargestellt, die fest definiert und nicht veränderbar ist. Sowohl für die Entnahme eines erwärmten Werkstückes 105 aus einer Ofenebene E_i als auch für die Bestückung einer Ofenebene E_i mit einem zu erwärmenden Werkstück 105 wird die Höhe h_i der Ofenebene E_i an die Höhe h_x des Presswerkzeuges 404 angepasst. Die Höhe h_x des Presswerkzeuges 404 ist somit die bestimmende Höhe für die Entnahme und das Bestücken der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$). Dies hat den Vorteil, dass die Zeitdauer t von der Entnahme eines erwärmten Werkstückes 105 aus einer Ofenebene E_i bis zum Ablegen im Presswerkzeug 404 für alle Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) vergleichbar und möglichst gering ist. Der daraus resultierende Temperaturverlust ist somit ebenfalls vergleichbar, was wiederum zu einer Minimierung von Schwankungen in der Qualität der Karosseriebauteile führt.

[0052] Fig. 5 zeigt beispielhaft die Anordnung von zwei Öfen 101 und 101' und einem Presswerkzeug 404. Der Ofen 101 und ein vergleichbarer Ofen 101' stehen sich in diesem Beispiel so gegenüber, dass sich die zugehörigen Schubladen 102 beim Ausfahren jeweils in die Achse des Presswerkzeuges 404 bewegen. Während des Prozesses wird in dieser Anordnung ein Werkstück 105 nach dem Erwärmen aus der ausgefahrenen Schublade 104 des Ofens 101' entnommen und an das Presswerkzeug 404 übergeben. Die ausgefahrenen Schubladen 104 des Ofens 101' wird anschließend neu bestückt und wieder eingefahren. Danach kann die Schublade 102 des Ofens 101 zur Entnahme des erwärmten Werkstückes 105 ausgefahren und nach der Entnahme und Übergabe des erwärmten Werkstückes an das Presswerkzeug 404 neu bestückt und wieder eingefahren werden. Der Prozess des wechselseitigen Ausfahrens der Schubladen 102 der Öfen 101 und 101' ist dabei beliebig oft wiederholbar.

[0053] Mit dieser Anordnung der beiden Öfen 101 und 101' wird erreicht, dass sich bei gleicher Anzahl der Ofenebenen in den Öfen 101 und 101' die Taktzeit des Prozesses halbiert und die Ausbringung an erwärmten

Werkstücken 105 verdoppelt. Falls der vorgesehene Installationsraum für die Öfen eingeschränkte Höhenverhältnisse aufweist, ist es auch möglich, die Höhe der beiden Öfen 101 und 101' bei gleichbleibender Taktzeit zu halbieren und so die Ausbringung an Werkstücken 105 aus dem Prozess konstant zu halten.

[0054] Bezugszeichenliste:

101	Höhenverstellbarer Ofen
102	Schublade
103	Horizontale Bewegung
104	Ausgefahrte Schublade
105	Werkstück
106	Verstellmittel
107	Vertikale Bewegung
201	Rotatorische Bewegung
202	Translatorische Bewegung
203	Kugelgewindespindel
204	Motor
205	Kugelgewindestange
206	Kugelgewinde
207	Spindelmutter
208	Kugel
209	Kugelumlauf
401	Transfervorrichtung
402	Greifer
403	Horizontale Bewegung
404	Preßwerkzeug

Patentansprüche

1. Verfahren zum Behandeln von Werkstücken, bei dem die Werkstücke in einem Ofen in mehreren horizontalen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) erwärmt werden, wobei die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) vertikal übereinander angeordnet sind und sich jede Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) jeweils in einer Höhe ($h_1 \dots h_n$) befindet, und wobei jede Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) zur Aufnahme wenigstens eines Werkstückes ausgebildet ist und die Werkstücke nach der Erwärmung in einer definierten Reihenfolge aus den Ofenebenen (E_1 bis E_n) entnommen werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass für die Entnahme der erwärmten Werkstücke die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) schrittweise vertikal bewegt werden, so dass sich die jeweiligen Höhen ($h_1 \dots h_n$) der einzelnen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) verändern, wobei die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) so schrittweise vertikal bewegt werden, dass die Höhe ($h_1 \dots h_n$) der jeweiligen Ofenebene ($E_1 \dots E_n$), aus welcher wenigstens ein Werkstück entnommen wird, einer fest definierten Entnahmehöhe h_x entspricht und sich die jeweilige Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) für eine Zeitdauer $t > 0$ auf der Entnahmehöhe h_x befindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) in Bezug zum Ofen fixiert ist und der Ofen für die Entnahme der erwärmten Werkstücke aus den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) durch Verstellmittel schrittweise vertikal bewegt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) im Verhältnis zum Ofen veränderlich ist und die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) für die Entnahme der erwärmten Werkstücke durch Verstellmittel innerhalb des Ofens schrittweise vertikal bewegt werden. 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, bei dem als Verstellmittel ein Hubsystem oder ein Zugsystem eingesetzt werden. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Werkstücke mittels einer Transfervorrichtung auf der Entnahmehöhe h_x aus den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) entnommen werden. 20
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Transfervorrichtung die Werkstücke bei der Entnahme auf der definierten Entnahmehöhe h_x aufnimmt und wenigstens teilweise horizontal abtransportiert. 25
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Transfervorrichtung die Werkstücke bei der Entnahme auf der definierten Entnahmehöhe h_x aufnimmt und horizontal auf der definierten Entnahmehöhe h_x abtransportiert. 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem nach der Entnahme eines erwärmten Werkstücks aus einer der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) ein neues zu erwärmendes Werkstück in dieselbe Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) eingebracht wird. 35
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Werkstücke zur Erwärmung in den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) in Schubladenelemente eingebracht werden, und ein Schubladenelement auf der Entnahmehöhe h_x horizontal herausgefahren und ein Werkstück aus dem Schubladenelement entnommen wird, und das Schubladenelement anschließend wieder zurückgefahren wird. 40 45
10. Vorrichtung zum Behandeln von Werkstücken, umfassend einen Ofen mit mehreren horizontalen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$), in denen Werkstücke erwärmbar sind, wobei die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) vertikal übereinander angeordnet sind und sich jede Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) jeweils in einer Höhe ($h_1 \dots h_n$) befindet, und wobei jede Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) zur Aufnahme und Entnahme wenigstens eines Werkstücks ausgebildet ist, 50
dadurch gekennzeichnet,
- dass** die Vorrichtung Verstellmittel zur schrittweisen vertikalen Bewegung der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) aufweist, wobei diese Verstellmittel so ausgebildet sind, dass sie die jeweiligen Höhen ($h_1 \dots h_n$) der einzelnen Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) verändern können und sie die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) so schrittweise vertikal bewegen können, dass die Höhe ($h_1 \dots h_n$) einer jeweiligen Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) einer fest definierten Entnahmehöhe (h_x) entspricht und die jeweilige Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) für eine Zeitdauer $t > 0$ auf der Entnahmehöhe h_x gehalten werden kann.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) in Bezug zum Ofen fixiert ist und die Verstellmittel so ausgebildet sind, dass sie den Ofen schrittweise vertikal bewegen können.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Lage der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) im Verhältnis zum Ofen veränderlich ist und die Verstellmittel so ausgebildet sind, dass sie die Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) innerhalb des Ofens schrittweise vertikal bewegen können.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 und 12, bei der die Verstellmittel als Hubsystem oder als Zugsystem ausgebildet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, umfassend eine Transfervorrichtung, die zur Entnahme der Werkstücke aus den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) auf der Entnahmehöhe h_x ausgebildet ist,
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei der die Transfervorrichtung so ausgebildet ist, dass sie Werkstücke auf der definierten Entnahmehöhe h_x aufnehmen und wenigstens teilweise horizontal abtransportieren kann.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der die Transfervorrichtung so ausgebildet ist, dass sie die Werkstücke auf der definierten Entnahmehöhe h_x aufnehmen und horizontal auf der definierten Entnahmehöhe h_x abtransportieren kann.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, bei der die Transfervorrichtung so ausgebildet ist, dass sie nach der Entnahme eines erwärmten Werkstücks aus einer der Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) ein neues zu erwärmendes Werkstück in dieselbe Ofenebene ($E_1 \dots E_n$) einbringen kann.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, bei der in den Ofenebenen ($E_1 \dots E_n$) Schubladenelemente zur Aufnahme von Werkstücken vorgesehen sind, wobei ein Schubladenelement auf der Entnahmehöhe h_x horizontal verfahrbar ist. 55

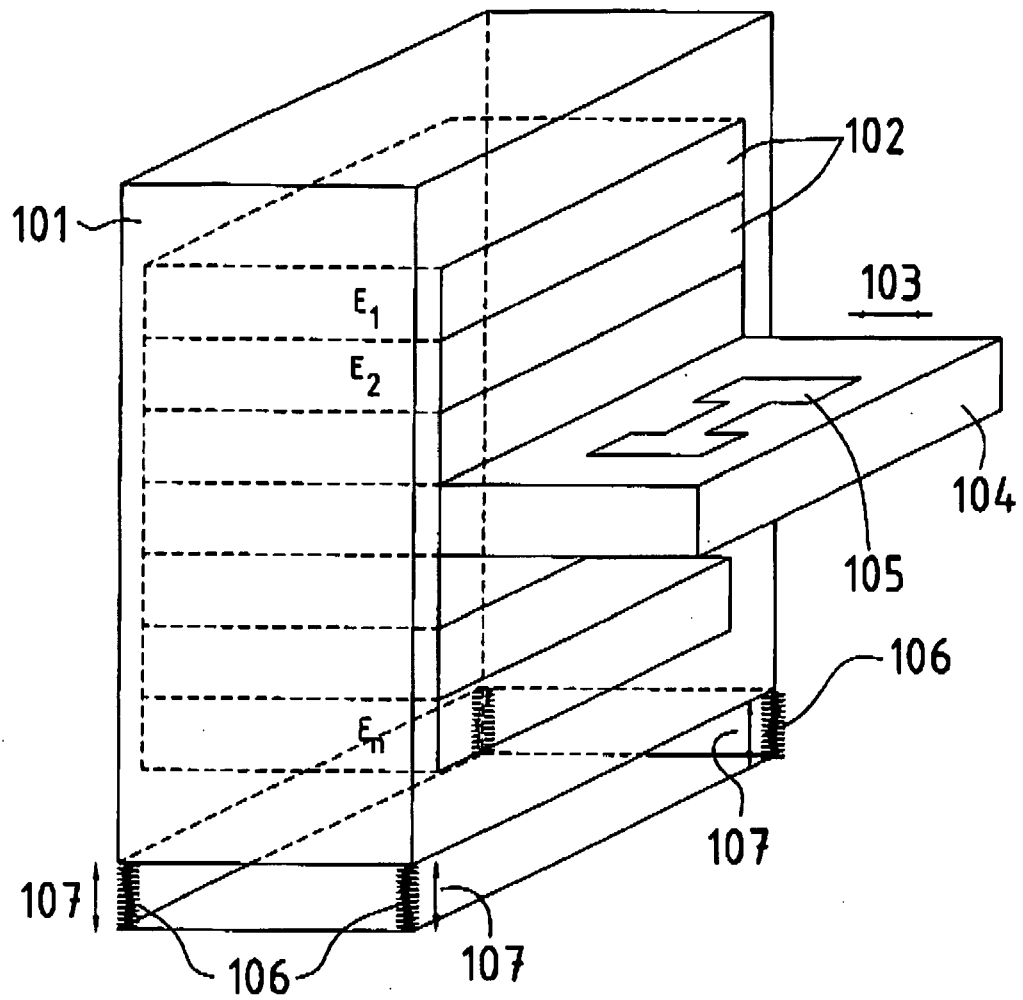


Fig.1

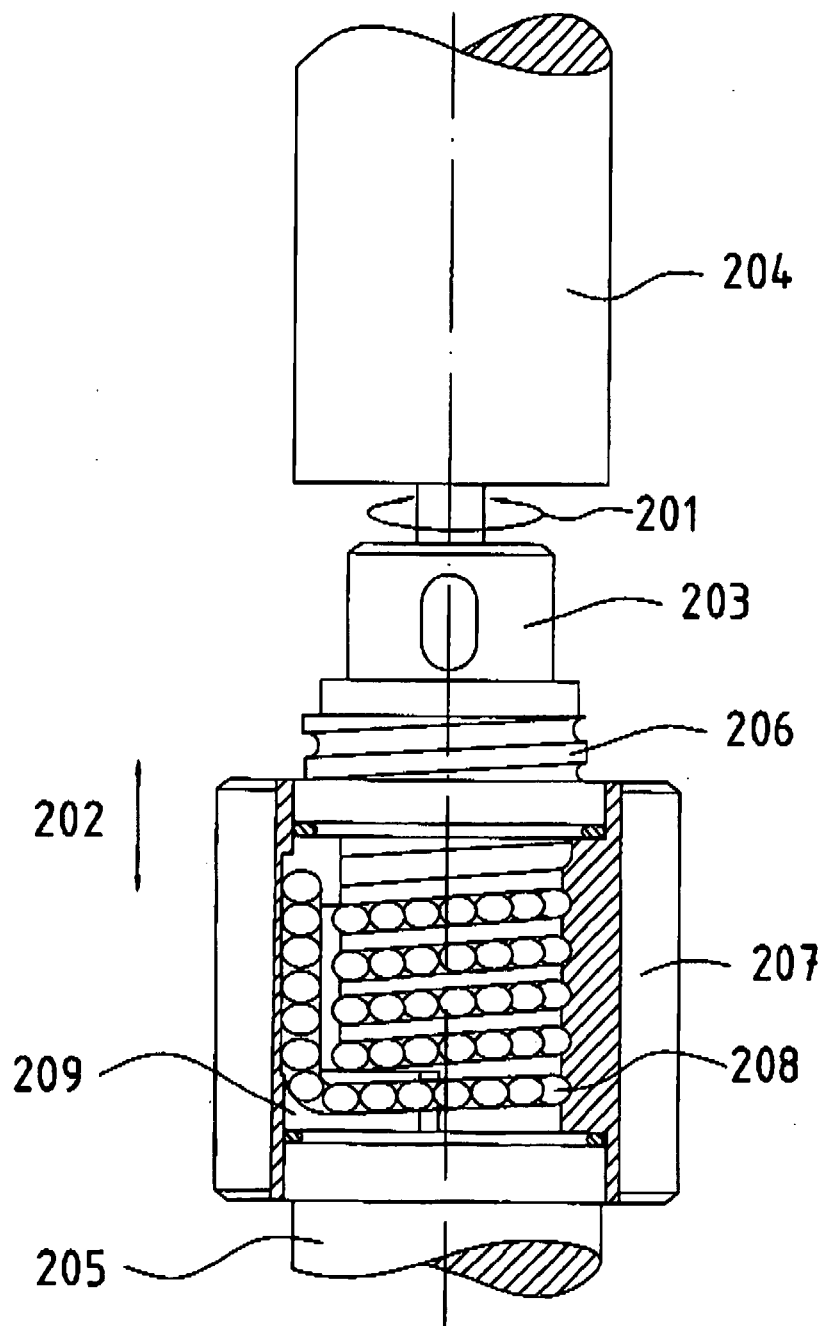


Fig.2

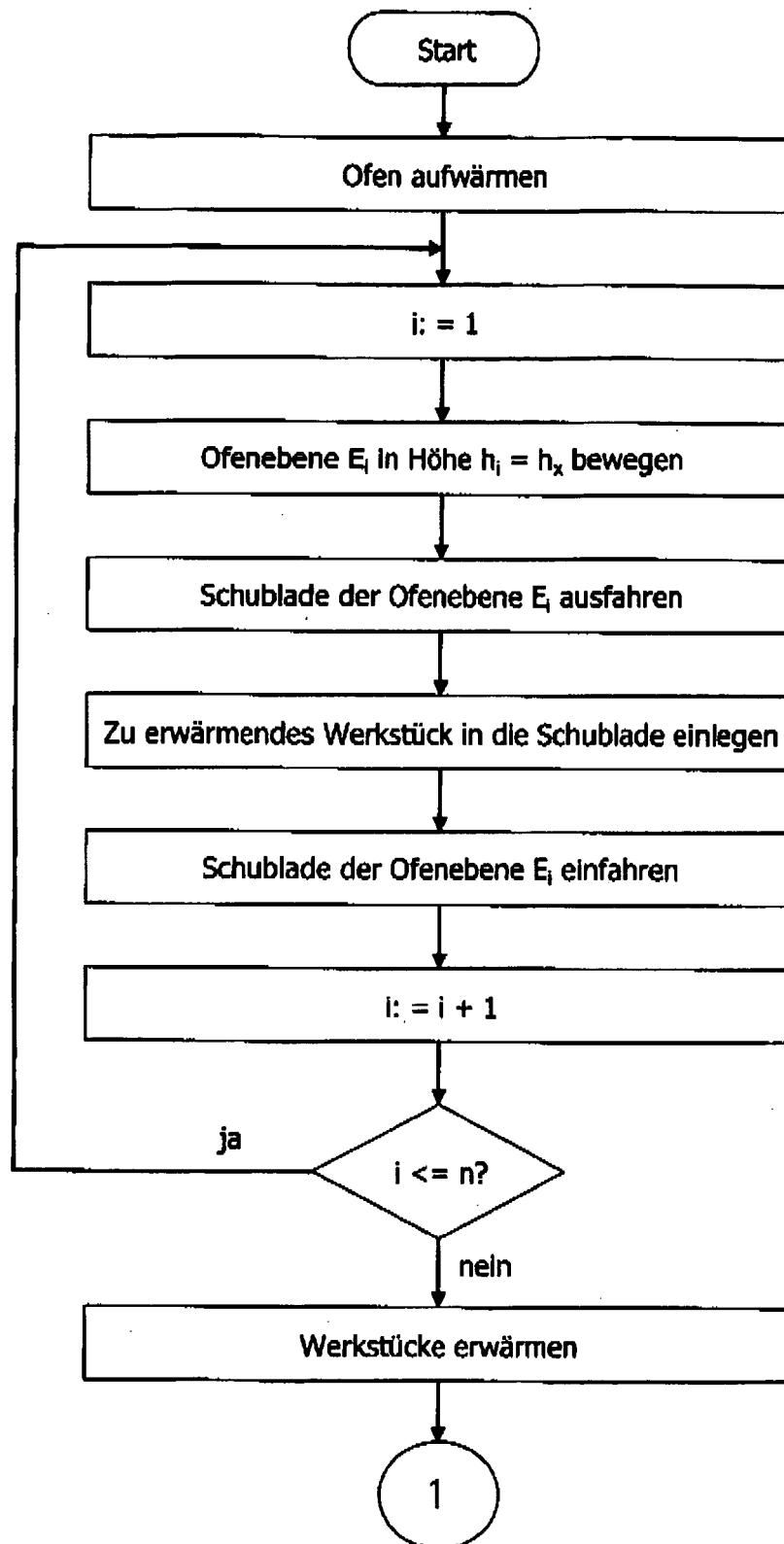


Fig. 3a

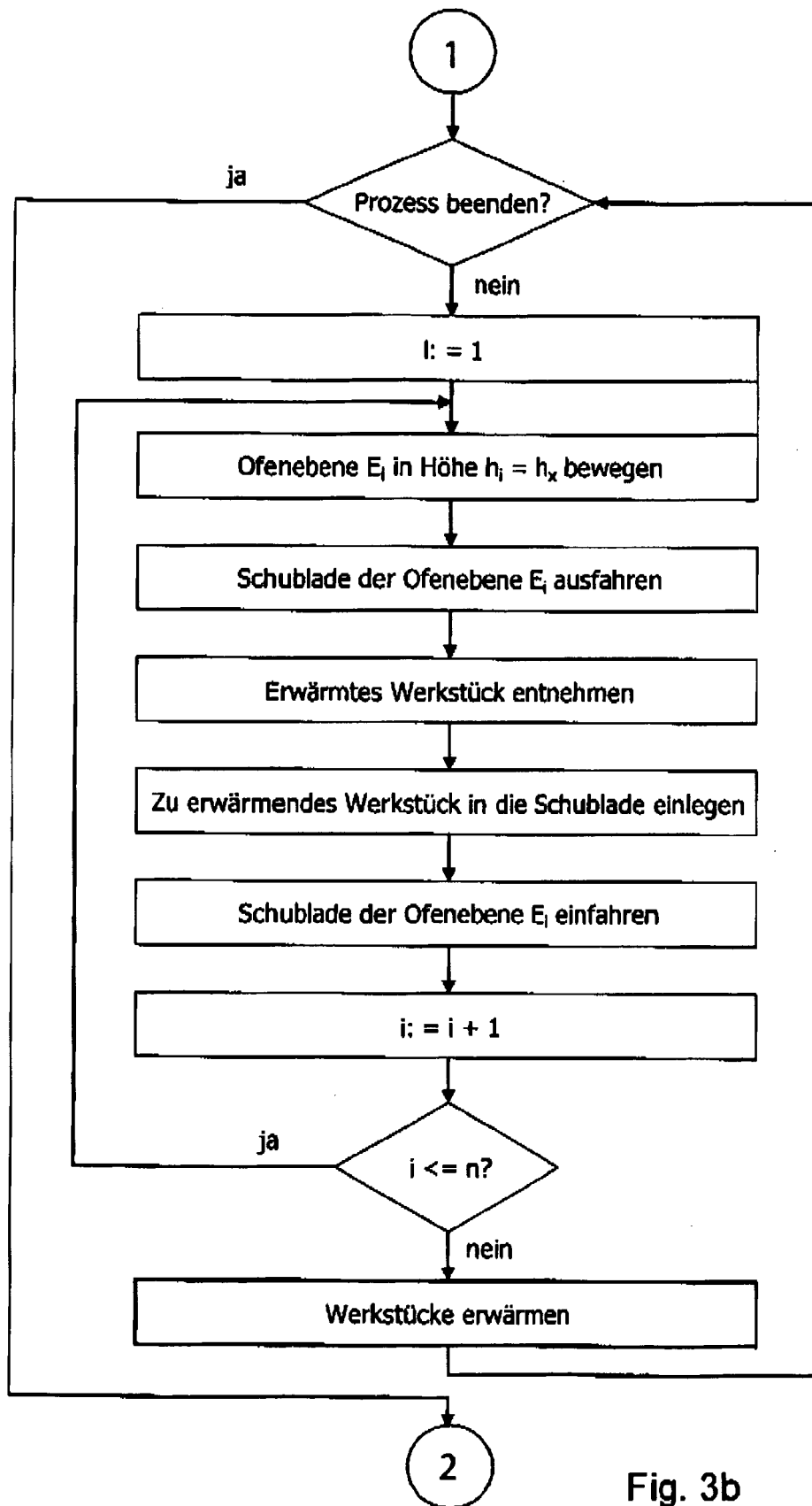


Fig. 3b

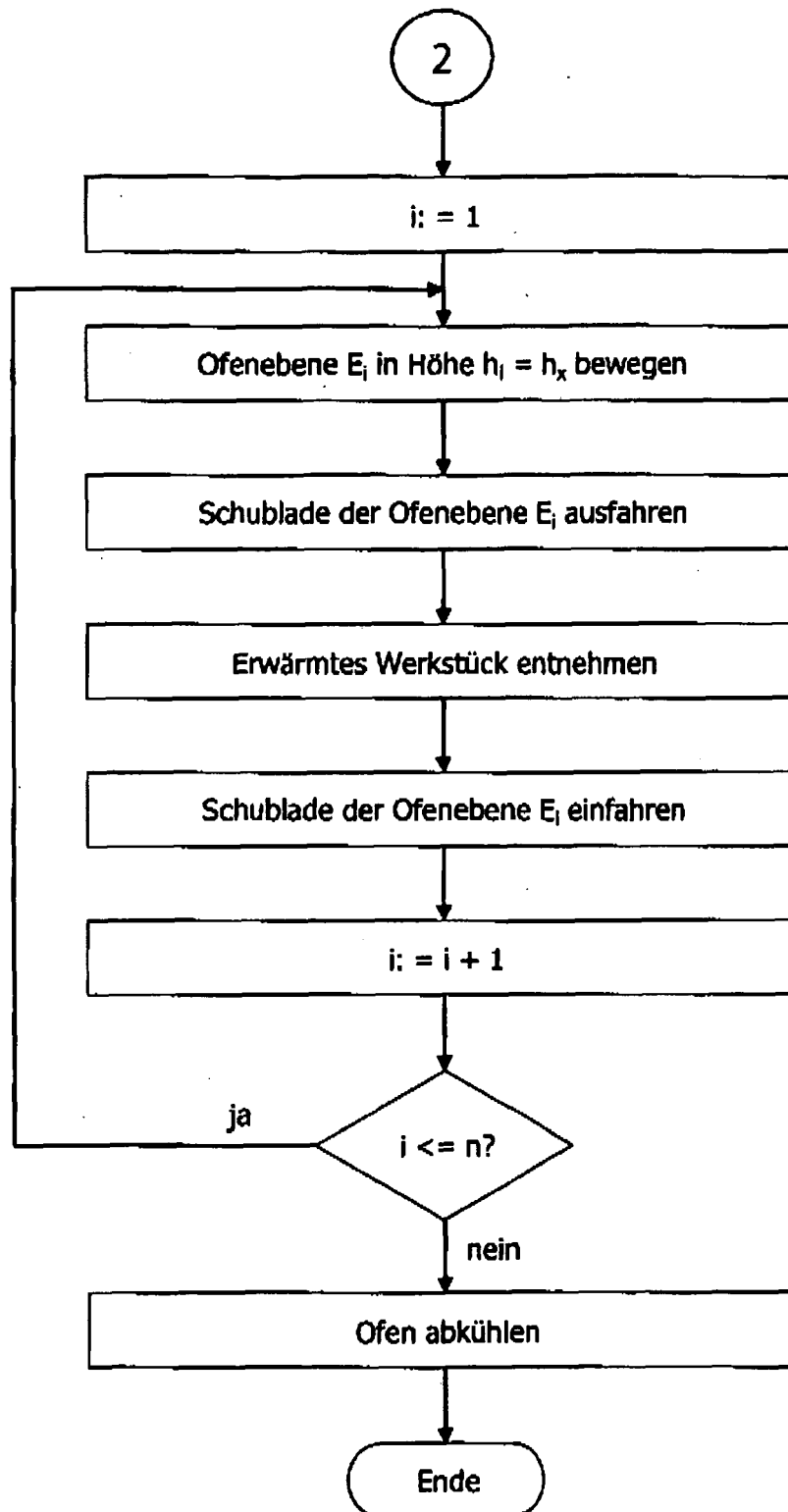


Fig. 3c

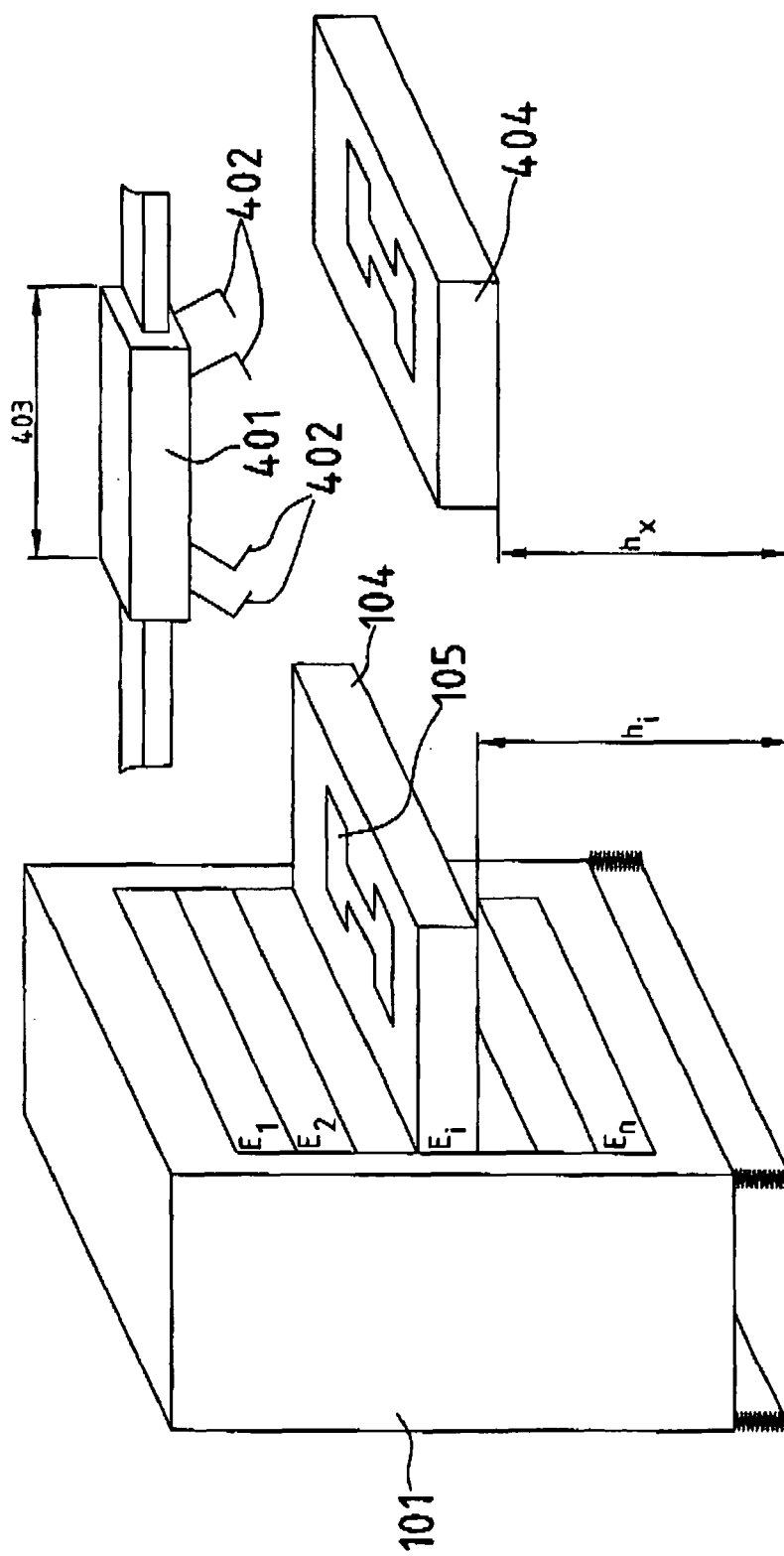


Fig.4

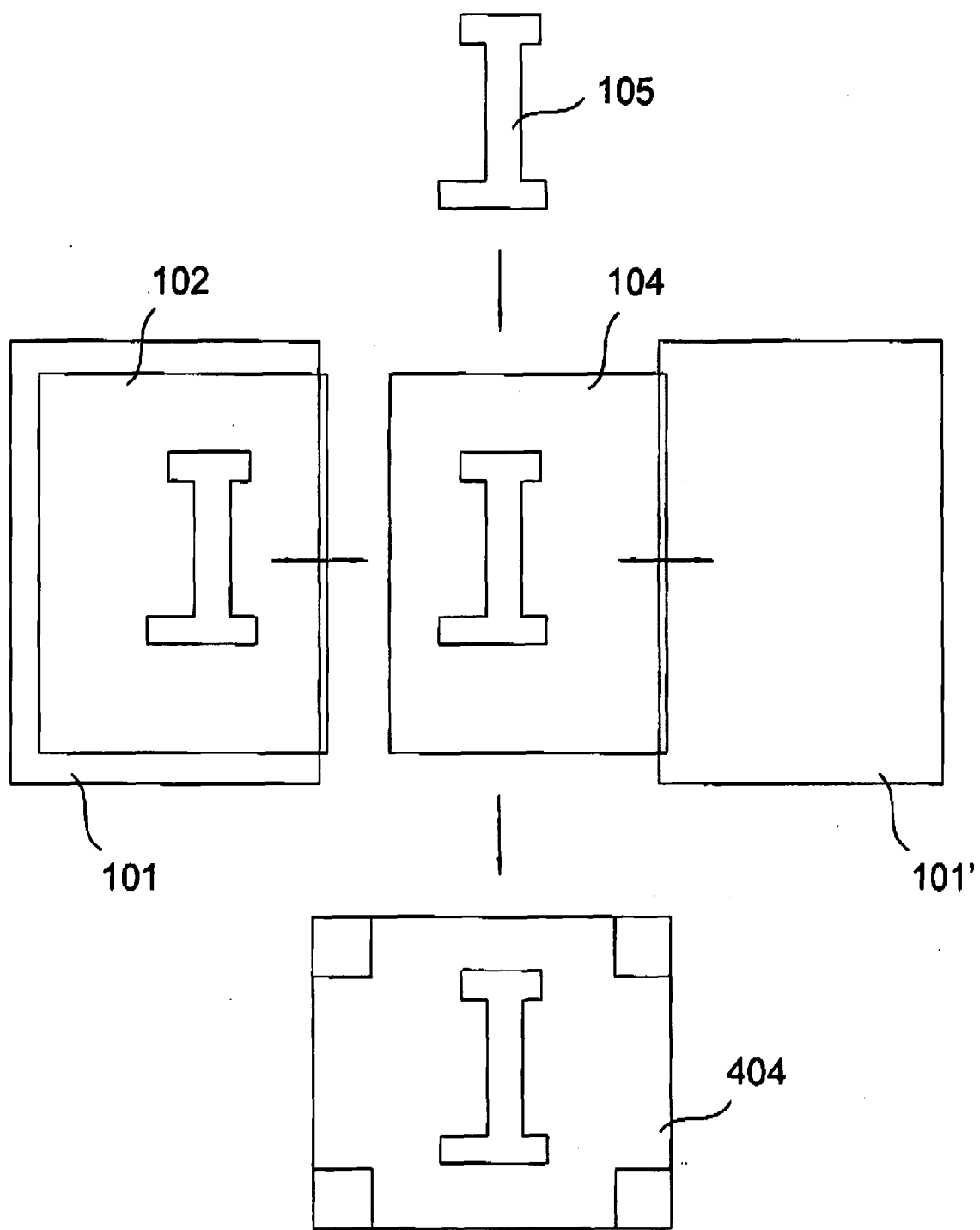


Fig. 5