(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 516345 B1 2019-08-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 609/2015
(22) Anmeldetag: 17.09.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2019

(51) Int. Cl.: ***B21J 13/10*** (2006.01)

(30) Priorität:
02.10.2014 DE 102014014404.6 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
SU 733843 A1
DE 3148652 A1
DE 102004035797 B3

(73) Patentinhaber:
SMS MEER GMBH
41069 MÖNCHENGLADBACH (DE)

(74) Vertreter:
Schober Elisabeth Dipl.Ing. Dr.techn.,
Fox Tobias Dipl.Phys.Dr.phil.
1200 Wien (AT)

(54) **Freiformschmiedeanlage und Freiformschmiedeverfahren**

(57) Um bei einer Freiformschmiedeanlage oder bei einem Freiformschmiedeverfahren die Zeit für den Durchlauf eines Werkstücks zu minimieren, erfolgt die Entnahme des Werkstücks aus einem Ofen und dessen Ausrichten in eine Schmiedeposition durch einen Aufgaberoboter, der das Werkstück einer Freiformschmiede aufgibt, und die Weitergabe und Orientierung des Werkstücks nach dem Freiformschmieden durch einen Entladeroboter, der das Werkstück an eine Nachbearbeitungsmaschine entsprechend orientiert weitergibt.

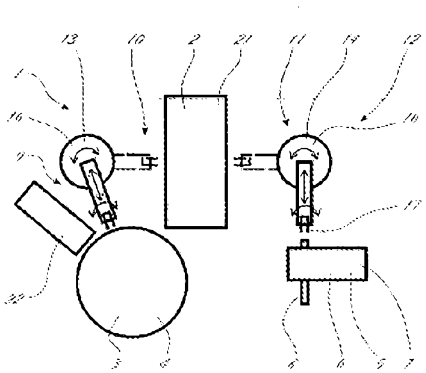


Fig. 1

AT 516345 B1 2019-08-15

Beschreibung

FREIFORMSCHMIEDEANLAGE UND FREIFORMSCHMIEDEVERFAHREN

[0001] Die Erfindung betrifft eine Freiformschmiedeanlage sowie ein Freiformschmiedeverfahren.

[0002] An sich umfassen derartige Freiformschmiedeanlagen und Freiformschmiedeverfahren jeweils eine Freiformschmiede, einen der Freiformschmiede vorgelagerten Ofen, wie beispielsweise einen Drehtischofen, und eine der Freiformschmiede nachgelagerte Nachbearbeitungsmaschine, wie beispielsweise eine Markier- und/oder Trennvorrichtung, durch welche nach dem Freiformschmieden etwaige Werkstücke getrennt, geteilt oder aber von Werkstückenden befreit werden können bzw. durch welche Werkstücke nach dem Freiformschmieden zur Dokumentationszwecken beschriftet oder markiert werden können. Weiterhin sind als nachgelagerte Nachbearbeitungsmaschinen Wärmebehandlungsöfen und dergleichen zu nennen.

[0003] Hierbei ist es offensichtlich, dass ein zu schmiedendes Werkstück vor dem Freiformschmieden dem Ofen entnommen und in eine Schmiedeposition ausgerichtet werden muss. Nach dem Freiformschmieden muss das Werkstück an die Nachbearbeitungsmaschine weitergegeben werden, wozu es in eine Weitergabeposition orientiert wird.

[0004] Bei den Freiformschmieden wird insbesondere zwischen Freiformschmiedepressen und Freiformschmiedemaschinen unterschieden, wobei in der Regel eine Freiformschmiedepresse nur ein bewegliches Werkzeug, nämlich einen Stempel, hat. Dieses Werkzeug wirkt in der Regel in vertikaler Richtung auf das zu schmiedende Werkstück, welches sich wiederrum auf einem Schmiedesattel abstützt. Bei einer Freiformschmiedemaschine hingegen wirken mehrere Werkzeuge, insbesondere ggf. auch gleichzeitig, auf das Werkstück ein. In bestimmten Ausführungsformen, beispielsweise bei einer Radialschmiede oder Radialschmiedemaschine, kann das Werkstück von dem Werkzeugen vollständig umschlossen werden. Bei einer Freiformschmiedemaschine arbeiten die Werkzeuge in der Regel alle als Stempel und es braucht einen separaten Schmiedesattel nicht. Bei einer derartigen Freiformschmiedemaschine entfällt in der Regel eine Breitung des Werkstücks während des Schmiedens und das ungeformte Werkstück fließt nur in Längsrichtung, da senkrecht hierzu Werkzeuge das Werkstück vollständig umschließen. Auch bei Schmiedepressen ist es denkbar, dass das Werkstück vollständig von Werkzeugen umschlossen ist, wobei hierzu in der Regel ein Gesenk dienen kann. Dementsprechend offenbaren die lediglich Gesenkschmiedepressen beschreibenden und mithin nicht gattungsgemäßen DE 31 48 652 A1, DE 10 2004 035 797 B3 und SU 733 843 Anordnungen, bei denen zwar Roboter zum Einsatz kommen, diese jedoch nicht in dem Maße ausrichtend wirksam werden, wie dieses beim Freiformschieden notwendig ist, und auch nicht unmittelbar Werkstücke aus einem Ofen entnehmen bzw. ausrichtend weitergeben. Häufig umschließt ein derartiges Gesenk das Werkstück gemeinsam mit den Schmiedestempeln zur Gänze, während - wie bereits vorstehend dargelegt - bei Freiformschmiedemaschinen das Werkstück in Längsrichtung in der Regel freibleibt und dort ggf. von Belademanipulatoren bzw. Entlademanipulatoren einseitig bzw. auch beidseits gehalten und nach Bedarf in Längsrichtung verlagert bzw. auch rotiert wird.

[0005] Je nach konkreter Ausgestaltung kann insbesondere bei hydraulischen Freiformschmiedemaschinen eine Umformung über den gesamten Querschnitt, also bis in den Kern, erreicht werden. Hierdurch ist eine Freiformschmiedemaschine in der Regel deutlich schneller und mithin produktiver als eine Freiformschmiedepresse, wobei es sich außerdem versteht, dass es auch Mischformen gibt, bei denen beispielsweise bei Freiformschmiedepressen mehrere Stempel als Werkzeuge vorgesehen sind, die beispielsweise von der Seite her Lochungen durchführen, wodurch ebenfalls sehr große Umformungen erzielt werden können.

[0006] Es ist Aufgabe vorliegender Erfindung, eine Freiformschmiedeanlage oder ein Freiformschmiedeverfahren der gattungsgemäßen Art derart weiterzubilden, dass die Zeit für den Durchlauf eines Werkstücks minimiert ist.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine Freiformschmiedeanlage bzw. durch ein Freiformschmiedeverfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere, ggf. auch unabhängig hiervon, vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung.

[0008] So kann die Zeit für den Durchlauf eines Werkstücks bei einer Freiformschmiedeanlage, die eine Freiformschmiede, einen der Freiformschmiede vorgelagerten Ofen und eine der Freiformschmiede nachgelagerte Nachbearbeitungsmaschine sowie Mittel zur Entnahme von Werkstücken aus dem Ofen, Mittel zum Ausrichten der entnommenen Werkstücke in eine Schmiedeposition, Mittel zur Weitergabe der Werkstücke an die Nachbearbeitungsmaschine und Mittel zum Orientieren der Werkstücke in eine Weitergabeposition umfasst, dadurch minimiert werden, dass die Freiformschmiedeanlage einen die Entnahmemittel und die Ausrichtmittel umfassenden Aufgaberoboter und einen die Weitergabemittel und die Orientiermittel umfassenden Entladeroboter umfasst.

[0009] Ebenso kann die Zeit für den Durchlauf eines Werkstückes bei einem Freiformschmiedeverfahren, bei welchem ein zu schmiedendes Werkstück vor dem Freiformschmieden einem Ofen entnommen und in eine Schmiedeposition ausgerichtet, in einer Freiformschmiede geschmiedet und das geschmiedete Werkstück nach dem Freiformschmieden in eine Weitergabeposition orientiert und an eine Nachbearbeitungsmaschine weitergegeben wird, dadurch minimiert werden, dass die Entnahme und das Ausrichten durch einen Aufgaberoboter und die Weitergabe und Orientierung durch einen Entladeroboter erfolgt.

[0010] Die Entnahme und das Ausrichten durch eine Komponente, nämlich den Aufgaberoboter, welcher dementsprechend dann die Entnahmemittel und die Ausrichtmittel darstellt, und durch die Weitergabe und Orientierung durch eine Komponente, nämlich den Entladeroboter, der dementsprechend die Weitergabemittel und die Orientiermittel darstellt, kann die Zahl der Komponenten, die jeweils aufgabeseitig bzw. entladeseitig vorgesehen sind, reduziert werden. Insbesondere können dann etwaige Rollgänge, gegebenenfalls auch Be- und Entladeeinrichtungen oder separate Drehtische zur Änderung der Lage in Schmiedepositionen bzw. Weitergabepositionen hinein entfallen, da diese durch die jeweilige Komponente entsprechend gemeinsam erledigt werden können. Hierdurch entfallen je nach konkreter Problemsituation im Stand der Technik - auch etwaige Abstimmungsprobleme zwischen dem Komponenten, sodass die entsprechenden Vorgänge auch wesentlich schneller durchgeführt werden können. Insbesondere wird auch die Gefahr, dass eine der vielen Komponenten, die bei Freiformschmiedeanlagen nach dem Stand der Technik zur Anwendung kommen, wie beispielsweise Rollengänge oder ähnliches, den Ablauf ausbremst, minimiert, da dementsprechend weniger Komponenten zur Anwendung kommen.

[0011] Als Ofen kann jeder Ofen zur Anwendung kommen, der für Freiformschmieden geeignet und insbesondere in der Lage ist, Werkstücke auf die für das Freiformschmieden notwendige Temperaturen zu erwärmen. Insbesondere bieten sich an sich bekannte Drehtischöfen oder Drehtelleröfen hierfür an.

[0012] Je nach konkretem Werkstück können unterschiedliche Nachbearbeitungsmaschinen an der Freiformschmiedeanlage vorgesehen sein, wie beispielsweise Markier- und/oder Trennvorrichtungen, Entgratungsvorrichtungen.

[0013] Vorzugsweise sind der Aufgabe- und der Entladeroboter maschinenbaulich separat ausgebildet. Dieses hat zum einen zunächst den Vorteil, dass jeder der Roboter einzeln gleichzeitig arbeiten kann, was bei der Verwendung lediglich eines einzelnen Roboters sowohl als Aufgabe- als auch als Entladeroboter nicht möglich wäre, sodass Ersteres einen wesentlich schnelleren Durchsatz von Werkstücken ermöglicht. Darüber hinaus ermöglicht die separate maschinenbauliche Ausbildung, dass die beiden Roboter entsprechend getrennt und in ihren Positionen optimal aufgestellt werden können, um auf diese Weise die von den Robotern zu durchlaufenden Wege - und mithin die Zeit, die ein Werkstück für den entsprechenden Durchlauf braucht - zu minimieren.

[0014] Insbesondere können der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter genau jeweils einen Drehfuß aufweisen, sodass die Roboter dementsprechend unmittelbar maschinenbaulich separat ausgebildet werden können, da ein gemeinsamer gebäudefester Drehfuß maschinenbaulich sehr aufwendig ist und entsprechende Freiheiten hinsichtlich der Position der beiden Roboter nicht ermöglicht. Je nach konkreter Umsetzung kann dieser Drehfuß gebäudefest ausgebildet oder selbst, beispielsweise auf Schienen oder auf einem eigenen Drehtisch, verlagerbar ausgebildet sein. Letztere Lösung erweist sich beispielsweise dann als vorteilhaft, wenn der Roboter als Beladeeinrichtung für einen Öfen mit getrennten Be- und Entladeöffnungen dienen soll.

[0015] Vorzugsweise sind der Aufgabe- und der Entladeroboter baugleich ausgebildet. Dieses ermöglicht es Rüst- und Stillstandzeiten zu minimieren, da es dann wesentlich kostengünstiger ist, Ersatzteile vor Ort bereit zu halten oder sogar einen dritten Roboter als Reserve vorzuhalten. Dieses ermöglicht dementsprechend kürzere Wartungszeiten und mithin einen größeren zeitlichen Durchsatz an Werkstücken.

[0016] Vorzugsweise sind der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter als Gelenkarmroboter ausgebildet, wodurch der entsprechende Roboter in seinen Bewegungen sehr frei ist und mithin insbesondere bei dem Einsatz unterschiedlicher zu bearbeitender Werkstücke in seinen Bewegungsabläufen an diese Unterschiede ohne weiteres angepasst werden kann, sodass beispielsweise unterschiedliche Schmiedepositionen für die unterschiedlichen Werkstücke oder auch unterschiedliche Entnahmepositionen, welche der Entladeroboter dann innerhalb der Freiformschmiede hinsichtlich des Werkstückes anfahren muss, schnell und betriebssicher durch ein Umprogrammieren der den Roboter anstellenden Computerprogramme realisiert werden können.

[0017] Wie bereits vorstehend dargestellt, weisen der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter vorzugsweise genau jeweils einen Drehfuß auf, was häufig insbesondere auch bei Gelenkarmrobotern dementsprechend zu finden ist. Dieser Drehfuß kann insbesondere gebäudefest vorgesehen sein. Unter Umständen erweist sich jedoch eine in Bezug auf das Gebäude, in welchem die Freiformschmiedeanlage vorgesehen ist, verlagerbare Anordnung des Drehfußes, beispielsweise auf Schienen oder auf einem Drehtisch, als vorteilhaft, um auf diese Weise den Einsatzbereich des Roboters erweitern und beispielweise auch Öfen mit unterschiedlichen Be- und Entladeöffnungen be- und entladen zu können.

[0018] Weist der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter einen Werkstücke greifenden Effektor auf, der sowohl in wenigstens drei Dimensionen translatorisch verlagerbar als auch um drei Achsen verdrehbar ist, lassen sich entsprechend unterschiedliche Bewegungsabläufe schnell umsetzen, was neben den bereits vorstehenden maschinenbaulichen Vorteilen auch entsprechende Vorteile bei der Konzeption derartiger Freiformschmiedeanlagen bzw. Freiformschmiedeverfahren hat. da letztlich sehr unterschiedliche räumliche Gegebenheiten mit baugleichen Robotern konstruktiv berücksichtigt werden können, indem letztlich lediglich die Bewegungsabläufe dieser Roboter entsprechend angepasst werden.

[0019] Die Freiheiten der Bewegungsabläufe in der Verwendung von Robotern ermöglichen es darüber hinaus einer Freiformschmiedeanlage mehrere Öfen und/oder Nachbearbeitungsmaschinen zuzuordnen, die jeweils im Erfassungsbereich des entsprechenden Roboters angeordnet sind, so dass bei wechselnden Werkstückarten geeignete Öfen bzw. Nachbearbeitungsmaschinen für die Werkstücke zur Verfügung stehen, ohne dass gesonderte bzw. aufwändige maschinenbauliche Maßnahmen oder Umrüsttätigkeiten vorgenommen werden müssen, da der entsprechende Roboter lediglich anders angesteuert werden braucht.

[0020] Vorzugsweise werden als Aufgabe- und/oder Entladeroboter Roboter gewählt, die auf ± 5 mm genau positionierbar sind. Für die beim Freiformschmieden, und insbesondere beim Freiformschmieden großer Werkstücke, wie beispielsweise beim Freiformschmieden von Eisenbahnachsen oder auch Schiffswellen bzw. sonstigen Antriebswellen, auftretenden Bewegungsabläufe kann hierdurch ohne weiteres ein Roboter die bisherigen Entnahme-, Ausricht-, Weitergabe- bzw. Orientiermittel ersetzen und hierdurch dementsprechend Zeit sparen, ohne den Einsatz weiterer, einem genaueren positionierenden dienender Mittel nutzen zu müssen.

Dieses gilt insbesondere, wenn der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter auf ± 2 mm genau positionierbar sind.

[0021] Der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter können hydraulisch oder elektromotorisch angetrieben sein, was ohne weiteres entsprechend der maschinenbaulichen Vorgaben bei dem jeweiligen konkreten Freiformschmiedeverfahren bzw. bei der jeweils konkreten Freiformschmiedeanlage passend gewählt werden kann. Insbesondere werden jedoch hydraulische Antrieb bevorzugt, da hierdurch den Anforderungen beim Freiformschmieden bzw. beim Radialschmieden, insbesondere den beim Freiform- bzw. Radialschmieden von Wellen, wie beispielsweise von Eisenbahnachsen, am ehesten Rechnung getragen werden kann.

[0022] Je nach konkreter Ausgestaltung der Freiformschmiede kann diese einen Belademanipulator und einen Entlademanipulator aufweisen, welche während des Freiformschmiedens das Werkstück führen, was insbesondere bei Freiformschmiedemaschinen, aber ggf. in besonderen Fällen auch bei Freiformschmiedepressen, vorgesehen sein kann. Vorzugsweise sind der Belademanipulator und der Entlademanipulator miteinander synchronisiert und können insbesondere das Werkstück reversierend durch die Freiformschmiede, insbesondere durch die Freiformschmiedemaschine, führen. Hierbei ist es insbesondere denkbar, dass das Werkstück während des Führens nicht nur axial verlagert sondern auch um die Längsachse gedreht wird. Zwar ist es denkbar, dass in besonderen Ausgestaltungen diese Führung des Werkstücks durch die Freiformschmiede hindurch durch den Aufgaberoboter und/oder durch den Entladeroboter durchgeführt wird. Je nach konkreter Anlagenkonstruktion bzw. je nach konkretem Freiformschmiedeverfahren hat es sich jedoch als vorteilhaft erwiesen, an dem Konzept der Belademanipulatoren und Entlademanipulatoren festzuhalten, da diese bereits hinlänglich bekannt und in ihren Vorzügen ausgetestet sind, sodass diese auch beim Freiformschmieden auftretenden Randbedingungen, also insbesondere den auftretenden Kräften und den während des Freiformschmiedens bedingten Bewegungsabläufen ausreichend genügen können. Andererseits ist es dann von Vorteil, wenn der Aufgaberoboter das zu schmiedende Werkstück in der Schmiedeposition dem Belademanipulator aufgibt und der Entladeroboter das geschmiedete Werkstück von dem Entlademanipulator an die Nachbearbeitungsmaschine orientiert weitergibt, da dann die Aufgabe und die Weitergabe mit den bereits vorstehend erläuternden Vorteilen unter minimiertem Zeitaufwand erfolgen kann.

[0023] Wie bereits vorstehend angedeutet, kann der Aufgaberoboter und/oder der Entladeroboter das Werkstück während des Freiformschmiedens halten, was dann einen Verzicht auf einen Belademanipulator bzw. auf einen Entlademanipulator ermöglicht. Vorzugsweise sind dann der Aufgaberoboter und der Entladeroboter währenddessen miteinander synchronisiert und können insbesondere das Werkstück reversierend durch die Freiformschmiede, insbesondere durch die Freiformschmiedemaschine, führen. Hierbei ist es insbesondere ebenfalls denkbar, dass das Werkstück während des Führens nicht nur axial verlagert sondern auch um die Längsachse gedreht wird, was insbesondere bei Radialschmieden vorteilhaft ist. Vorzugsweise erfolgt eine Übergabe des Werkstücks von dem Aufgaberoboter zu dem Entladeroboter, was insbesondere auch während des Schmiedevorgangs erfolgen kann, wenn das Werkstück selbst durch die Schmiedestempel an sich positioniert ist.

[0024] Es versteht sich, dass es ebenso denkbar ist, dass der Aufgaberoboter das Werkstück der Freiformschmiede aufgeben kann, indem er dieses beispielsweise auf einen Schmiedesattel der Freiformschmiede auflegt und dann mit dem Werkstück nicht mehr in Kontakt kommt, während der Entladeroboter dann das Werkstück nach dem bzw. für das Freiformschmieden aufnimmt. Muss das Werkstück dann während des Freiformschmiedens noch in seiner Position verlagert werden, kann dieses entweder der Aufgaberoboter oder der Entladeroboter übernehmen, was vorzugsweise davon abhängt, inwieweit diese Roboter zu diesen Zeitpunkten gerade frei sind.

[0025] Ist im Arbeitsbereich des Aufgaberoboters eine Werkstückbereitstellung vorgesehen, kann eine separate Beladeeinrichtung für den Ofen wegfallen, da durch das Beladen von der Werkstückbereitstellung, welche beispielsweise ein geeigneter Tisch oder auch ein Rollengang

bzw. ggf. auch eine Korb oder eine Schütte sein kann, die Werkstücke mittels des Aufgaberoboters unmittelbar dem Ofen aufgeben und diese nach dem Erwärmen wieder entnommen werden können. Dementsprechend ist es bei einem Freiformschmiedeverfahren von Vorteil, wenn der Aufgaberoboter den Ofen auch mit Werkstücken belädt, was unabhängig davon, wie die Werkstücke bereitgestellt werden, entsprechend zu einer baulichen Vereinfachung führt.

[0026] Die vorstehend beschriebenen Anordnungen bzw. Verfahren eignen sich insbesondere für Radialschmieden, insbesondere für Radialschmiedemaschine oder eine Radialschmiedepresse, bei denen die Roboter beispielsweise gemeinsam oder alleine das jeweilige Werkstück halten und ggf. auch drehen und axial in Bezug auf die Radialschmiede positionieren bzw, bei denen die Roboter beispielsweise mit Be- bzw. Entlademanipulatoren Zusammenwirken und diesen die Werkstücke aufgeben bzw. von diesen annehmen und dann weitergeben.

[0027] Insbesondere können mit den vorstehend beschriebenen Anordnungen bzw. Verfahren Wellen, vorzugsweise abgesetzte Wellen, wie beispielsweise Eisenbahnachse oder Schiffswellen, bei minimierter Durchlaufzeit gegenüber herkömmlichen Schmiedeverfahren derartiger Werkstücke geschmiedet werden.

[0028] Es versteht sich, dass die Merkmale der vorstehend bzw. in den Ansprüchen beschriebenen Lösungen gegebenenfalls auch kombiniert werden können, um die Vorteile entsprechend kumuliert umsetzen zu können.

[0029] Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand nachfolgender Beschreibung von Ausführungsbeispielen erläutert, die insbesondere auch in anliegender Zeichnung dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

[0030] Figur 1 eine erste Freiformschmiedeanlage in schematischer Aufsicht; und

[0031] Figur 2 eine zweite Freiformschmiedeanlage in schematischer Aufsicht.

[0032] Die in Figur 1 dargestellte Freiformschmiedeanlage 1 umfasst eine Freiformschmiede 2, einen Ofen 3, der als Drehtischofen 4 ausgebildet ist, sowie eine Nachbearbeitungsmaschine 5, die als Markier- und Trennvorrichtung 6 unter anderem mit einer Säge 7 ausgestattet ist und geschmiedete Werkstücke 8 mit einer Kodierung zu Dokumentationszwecken versieht sowie in vorgesehener Weise trennt. Je nach konkreten Werkstücken können hier Werkstücke in mehrere Teile getrennt werden, insbesondere wenn beispielsweise Werkstücke doppelnutzig oder sonst wie mehrnutzig geschmiedet werden, oder aber von Endstücken befreit werden können. Auch ist es möglich eine definierte Probenentnahme durchzuführen.

[0033] Die Freiformschmiedeanlage 1 umfasst darüber hinaus Entnahmemittel 9 zur Entnahme von Werkstücken 8 aus dem Ofen 3 sowie Ausrichtmittel 10, mittels welcher die Werkstücke 8 in eine Schmiedeposition ausgerichtet werden können, sodass diese in der Freiformschmiede 2 geschmiedet werden können.

[0034] Des Weiteren umfasst die Freiformschmiedeanlage 1 Weitergabemittel 11, mittels welcher die Werkstücke 8 von der Freiformschmiede 2 an die Nachbearbeitungsmaschine 5 weitergegeben werden können. Hierbei sind auch Orientiermittel 12 vorgesehen, welche dafür sorgen, dass die Weitergabe durch die Weitergabemittel 11 derart orientiert erfolgt, dass die Nachbearbeitungsmaschine 5 die Nachbearbeitung ohne weiteres durchführen kann.

[0035] Hierbei sind bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel die Entnahmemittel 9 und die Ausrichtmittel 10 durch einen Aufgaberoboter 13 dargestellt.

[0036] Darüber hinaus sind bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 die Weitergabemittel 11 und die Orientiermittel 12 durch einen Entladeroboter 14 dargestellt.

[0037] Die Roboter 13, 14 sind hierbei jeweils mit einem Drehfuß 16 sowie mit einem radial expandier- und verkürzbaren Arm versehen, der darüber hinaus auch in der Höhe (nicht durch Pfeile dargestellt) verlagerbar ist. An dem Arm ist wiederum ein bei diesem Ausführungsbeispiel als Zange ausgestalteter Effektor 17 vorgesehen, der bei diesem Ausführungsbeispiel um drei Achsen drehbar ist, wobei hier ggf. auch eine Drehung um lediglich zwei oder sogar nur um

eine Achse in abweichenden Ausführungsformen ausreichen kann, insbesondere ggf. im Zusammenhang mit der Drehbarkeit um den Drehfuß 16. Es versteht sich, dass als Effektor 17 in anderen Ausführungsformen beispielsweise auch Haken, Spanneinrichtungen oder dergleichen zur Anwendung kommen können, insoweit dieses den jeweiligen Werkstücken 8 angemessen erscheint.

[0038] Wie unmittelbar ersichtlich, sind die beiden Roboter 13, 14 jeweils mit genau einem gebäudefesten Drehfuß 16 versehen und maschinenbaulich separat ausgebildet. Darüber hinaus sind die beiden Roboter 13, 14 bei diesem Ausführungsbeispiel baugleich ausgebildet und können die Werkstücke 8 auf jeweils ± 2 mm oder weniger genau positionieren. Je nach konkreter Umsetzung dieses Ausführungsbeispiels können die Roboter 13, 14 hydraulisch oder elektromotorisch angetrieben sein, wobei in der vorliegenden konkreten Umsetzung ein hydraulischer Antrieb bevorzugt wird, der den Verhältnissen bei einer Freiformschmiede und insbesondere den dort auftretenden Kräften am ehesten Rechnung tragen kann.

[0039] Darüber hinaus weist die Freiformschmiedeanlage 1 eine als Rollengang ausgestaltete Beladeeinrichtung 22 auf, mittels derer der Ofen 3 mit Werkstücken 8 beladen werden kann.

[0040] Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel können die beiden Roboter 13, 14 das Werkstück 8 während des Freiformschmiedens einzeln oder gemeinsam halten, wenn dieses für den Freiformschmiedevorgang von Vorteil ist. Eine Übergabe erfolgt ggf. auch während die Freiformschmiede 2 auf das Werkstück 8 einwirkt und das Werkstück 8 von der Freiformschmiede 2 gehalten wird.

[0041] Die in Figur 2 dargestellte Freiformschmiede 2 der Freiformschmiedeanlage 1 ist ebenfalls als Freiformschmiedemaschine 20 ausgebildet und umfasst einen Belademanipulator 18 sowie einen Entlademanipulator 19, welche bei diesem Ausführungsbeispiel die jeweiligen Werkstücke reversierend durch die Freiformschmiede 2 führen.

[0042] Darüber hinaus ist bei diesem Ausführungsbeispiel gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 auf eine separate Beladeeinrichtung 22 für den Ofen 3 verzichtet worden, wobei der Aufgaberoboter 13 Werkstücke 8 von einer Werkstückbereitstellung 23, welche bei diesem Ausführungsbeispiel als Tisch, auf welchem die Werkstücke liegen, ausgebildet ist, in den Ofen 3 lädt. Mithin dient dann der Aufgaberoboter 13 auch als Beladeeinrichtung 22.

[0043] Darüber hinaus sind die beiden Roboter 13, 14 bei diesem Ausführungsbeispiel als Gelenkarmroboter 15 ausgebildet, sodass auf diese Weise der Effektor 17 der Roboter 13, 14 in drei Dimensionen translatorisch verlagerbar ist. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Effektor 3 insgesamt um drei Achsen drehbar, wobei er lediglich um eine Achse drehbar an dem Arm des Gelenkarmroboter 15 angebracht ist und die übrigen Achsen durch den Gelenkarmroboter 15 selbst dargestellt sind. Sollte in einer konkreten Ausführungsform der Ofen 3 getrennte Be- und Entladeöffnungen aufweisen, kann es von Vorteil sein, einen Fuß des Gelenkarmroboters 15 verlagerbar, beispielsweise auf Schienen verlagerbar, auszugestalten, so dass der Aufgaberoboter 13 immer noch als Beladeeinrichtung 22 dienen kann.

[0044] Dementsprechend umfasst der Aufgaberoboter 13 die Entnahmemittel 9 und Ausrichtmittel 10, mittels welcher Werkstück 8 aus dem als Drehtischofen 4 ausgebildeten Ofen 3 entnommen und in eine Schmiedeposition ausgerichtet dem Belademanipulator 18 übergeben werden können, sowie die Beladeeinrichtung 22.

[0045] Der Entladeroboter 14 hingegen umfasst die Weitergabemittel 11 und die Orientiermittel 12, die ein orientierte Weitergabe der Werkstücke 8 von dem Entlademanipulator 19 an die Nachbearbeitungsmaschine 5, welche bei diesem Ausführungsbeispiel ebenfalls eine Markier- und Trennvorrichtung 6 mit einer Säge 7 umfasst, ermöglichen.

[0046] Auch bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die beiden Roboter 13, 14 maschinenbaulich getrennt ausgebildet und weisen jeweils einen gebäudefesten Drehfuß (zeichnerisch nicht dargestellt) auf, wie dieses bei Gelenkarmrobotern 15 an sich üblich ist.

[0047] Darüber hinaus sind die Roboter 13, 14 bei diesem Ausführungsbeispiel auf ± 2 mm

oder weniger genau positionierbar und hydraulisch, oder unter Umständen auch elektromotorisch, angetrieben.

[0048] Es versteht sich, dass die in den Ausführungsbeispielen exemplarisch dargestellten Roboter 13, 14 ggf. durch andere Robotergattungen ersetzt bzw. insbesondere auch jeweils bei den anderen Ausführungsbeispielen entsprechend zur Anwendung kommen können. Ebenso versteht es sich, dass die Freiformschmieden 2 ggf. auch abweichend bauen können, was dementsprechend auch für die Öfen 3 und die Nachbearbeitungsmaschinen 5 gilt.

[0049] Da die Roboter 13, 14 jeweils bei beiden Ausführungsbeispielen baugleich sind, ist es ohne weiteres möglich, einen Roboter maschinenbaulich in Reserve zu halten, um ggf. bei Ausfällen schnell einen Ersatz schaffen zu können. Auf diese Weise lassen sich Ausfallzeiten minimieren, da dann lediglich die vorprogrammierten Bewegungsabläufe auf den neuen Roboter übertragen werden müssen.

BEZUGSZEICHENLISTE:

1 Freiformschmiedeanlage
2 Freiformschmiede
3 Ofen
4 Drehtischofen
5 Nachbearbeitungsmaschine
6 Markier- und Trennvorrichtung
7 Säge
8 Werkstück
9 Entnahmemittel
10 Ausrichtmittel
11 Weitergabemittel
12 Orientiermittel
13 Aufgaberoboter
14 Entladeroboter
15 Gelenkarmroboter
16 Drehfuß
17 Effektor (exemplarisch beziffert)
18 Belademanipulator
19 Entlademanipulator
20 Freiformschmiedemaschine
21 Freiformschmiedemaschine
22 Beladeeinrichtung
23 Werkstückbereitstellung

Patentansprüche

1. Freiformschmiedeanlage (1) umfassend eine Freiformschmiede (2), einen der Freiformschmiede (2) vorgelagerten Ofen (3), vorzugsweise einen Drehtischofen (4), und eine der Freiformschmiede (2) nachgelagerten Nachbearbeitungsmaschine (5), wie beispielsweise eine Markier- und/oder Trennvorrichtung (6), sowie Mittel (9) zur Entnahme von Werkstücken (8) aus dem Ofen (3), Mittel (10) zum Ausrichten der entnommenen Werkstücke (8) in eine Schmiedeposition, Mittel (11) zur Weitergabe der Werkstücke (8) an die Nachbearbeitungsmaschine (5) und Mittel (12) zum Orientieren der Werkstücke (5) in eine Weitergabeposition, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freiformschmiedeanlage (1) einen die Entnahmemittel (9) und die Ausrichtmittel (10) umfassenden Aufgaberoboter (13) und einen die Weitergabemittel (11) und die Orientiermittel (12) umfassenden Entladeroboter (14) umfasst.

2. Freiformschmiedeanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Arbeitsbereich des Aufgaberoboter (13) eine Werkstückbereitstellung (23) vorgesehen ist.

3. Freiformschmiedeanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und der Entladeroboter (13, 14) maschinenbaulich separat ausgebildet sind.

4. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und der Entladeroboter (13, 14) baugleich sind.

5. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) als Gelenkarmroboter (15) ausgebildet sind.

6. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) genau jeweils einen gebäudefesten Drehfuß (16) aufweisen.

7. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) einen Werkstücke (8) greifenden Effektor (17) aufweisen, der sowohl in wenigstens drei Dimensionen translatorisch verlagerbar als auch um drei Achsen drehbar ist.

8. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) auf ± 2 mm, vorzugsweise auf ± 1,5 mm, genau positionierbar sind.

9. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) hydraulisch oder elektromotorisch angetrieben sind.

10. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freiformschmiede (2) einen Belademanipulator (18) und einen Entlademanipulator (19), die vorzugsweise miteinander synchronisiert sind und ggf. das Werkstück (8) nicht nur axial verlagern sondern auch um dessen Längsachse drehen, umfasst und der Aufgaberoboter (13) das zu schmiedende Werkstück (8) in der Schmiedeposition dem Belademanipulator (18) aufgibt und der Entladeroboter (14) das geschmiedete Werkstück (8) von dem Entlademanipulator (19) an die Nachbearbeitungsmaschine (5) orientiert weitergibt.

11. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgaberoboter (13) und der Entladeroboter (14) das Werkstück (8) während des Freiformschmiedens halten und vorzugsweise von dem Aufgaberoboter (13) zu dem Entladeroboter (14) übergeben und/oder ggf. das Werkstück (8) nicht nur axial verlagern sondern auch um dessen Längsachse drehen.

12. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freiformschmiede (2) eine Freiformschmiedemaschine (20) oder eine Freiformschmiedepresse (21), vorzugsweise eine Radialschmiedemaschine oder eine Radialschmiedepresse, ist.

13. Freiformschmiedeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (8) eine Welle, vorzugsweise eine abgesetzte Welle, wie beispielsweise eine Eisenbahnachse, ist.

14. Freiformschmiedeverfahren, bei welchem ein frei zu schmiedendes Werkstück (8) vor dem Freiformschmieden einem Ofen (3) entnommen und in eine Schmiedeposition ausgerichtet, in einer Freiformschmiede (2) geschmiedet und das geschmiedete Werkstück (8) nach dem Freiformschmieden in eine Weitergabeposition orientiert und an eine Nachbearbeitungsmaschine (5) weitergegeben wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entnahme und das Ausrichten durch einen Aufgaberoboter (13) und die Weitergabe und Orientierung durch einen Entladeroboter (14) erfolgt.

15. Freiformschmiedeverfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgaberoboter (13) den Ofen (3) mit Werkstücken (8) belädt.

16. Freiformschmiedeverfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und der Entladeroboter (13, 14) maschinenbaulich separat ausgebildet sind.

17. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und der Entladeroboter (13, 14) baugleich sind.

18. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) als Gelenkarmroboter (15) ausgebildet sind.

19. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) genau jeweils einen gebäudefesten Drehfuß (16) aufweisen.

20. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) einen Werkstücke (8) greifenden Effektor (17) aufweisen, der sowohl in wenigstens drei Dimensionen translatorisch verlagerbar als auch um drei Achsen drehbar ist.

21. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) auf ±2 mm, vorzugsweise auf ±1,5 mm, genau positionierbar sind.

22. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgabe- und/oder der Entladeroboter (13, 14) hydraulisch oder elektromotorisch angetrieben sind.

23. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freiformschmiede (2) einen Belademanipulator (18) und einen Entlademanipulator (19), die vorzugsweise miteinander synchronisiert sind und ggf. das Werkstück (8) nicht nur axial verlagern sondern auch um dessen Längsachse drehen, umfasst und der Aufgaberoboter (13) das zu schmiedende Werkstück (8) in der Schmiedeposition dem Belademanipulator (18) aufgibt und der Entladeroboter (14) das geschmiedete Werkstück (8) von dem Entlademanipulator (19) an die Nachbearbeitungsmaschine (5) orientiert weitergibt.

24. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufgaberoboter (13) und der Entladeroboter (14) das Werkstück (8) während des Freiformschmiedens halten und vorzugsweise von dem Aufgaberoboter (13) zu dem Entladeroboter (14) übergeben und/oder ggf. das Werkstück (8) nicht nur axial verlagern sondern auch um dessen Längsachse drehen.

25. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freiformschmiede (2) eine Freiformschmiedemaschine (20) oder eine Freiformschmiedepresse (21), vorzugsweise eine Radialschmiedemaschine oder eine Radialschmiedepresse, ist.

26. Freiformschmiedeverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (8) eine Welle, vorzugsweise eine abgesetzte Welle, wie beispielsweise eine Eisenbahnachse, ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

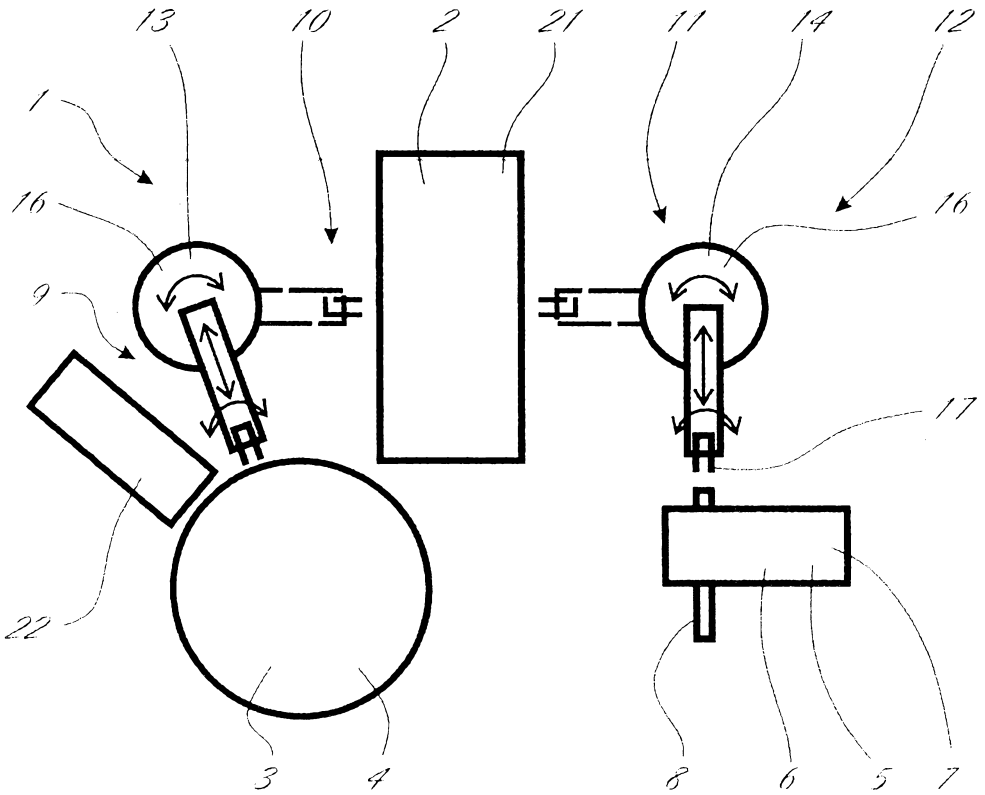


Fig. 1

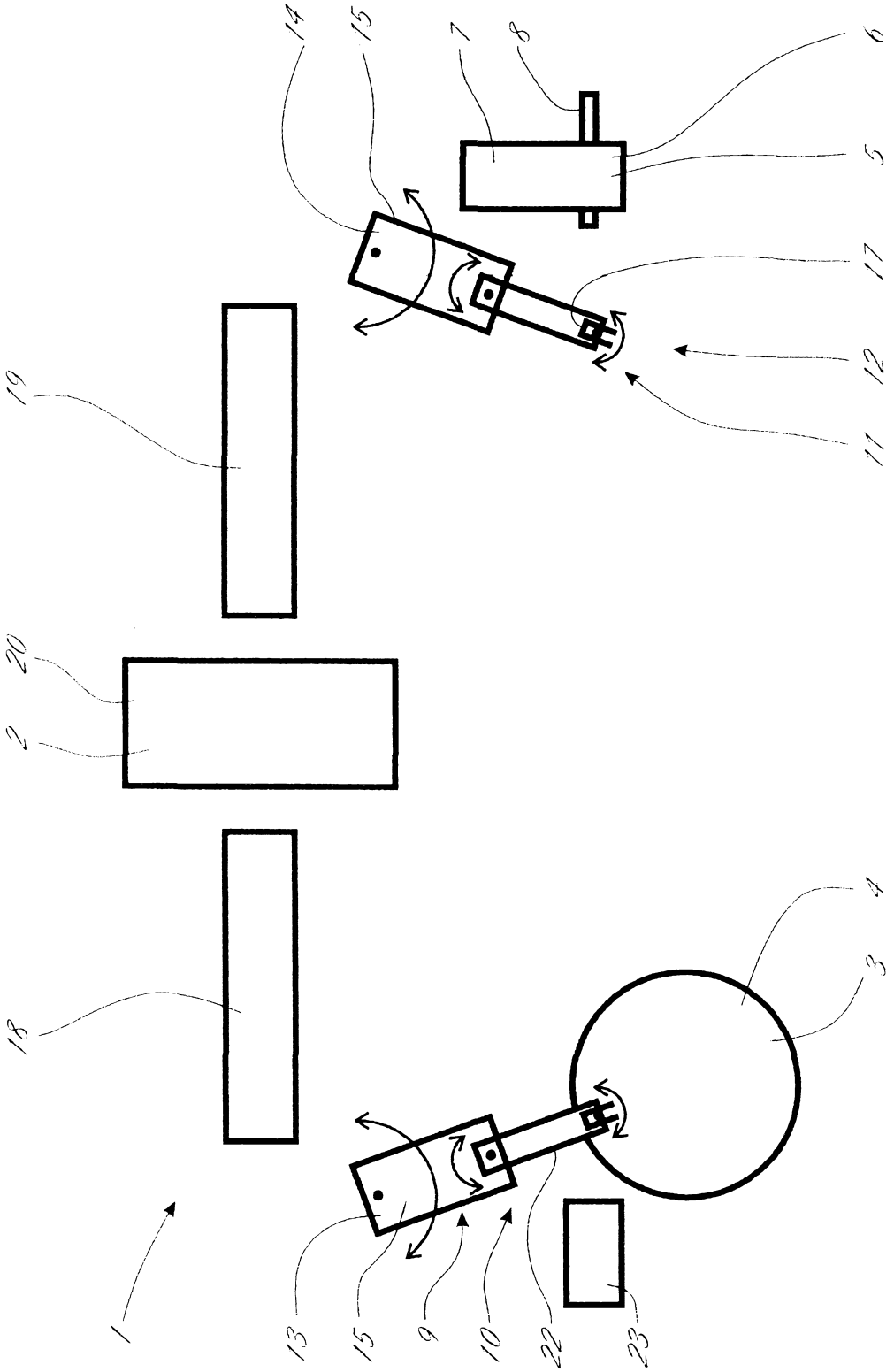


Fig. 2