



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.05.2014 Patentblatt 2014/19

(51) Int Cl.:
B22D 29/00 (2006.01) B26D 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12191337.0**

(22) Anmeldetag: **05.11.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Pierri, Dario**
9000 St. Gallen (CH)
• **Jordi, Nico**
9244 Niederuzwil (CH)

(71) Anmelder: **Bühler AG**
9240 Uzwil (CH)

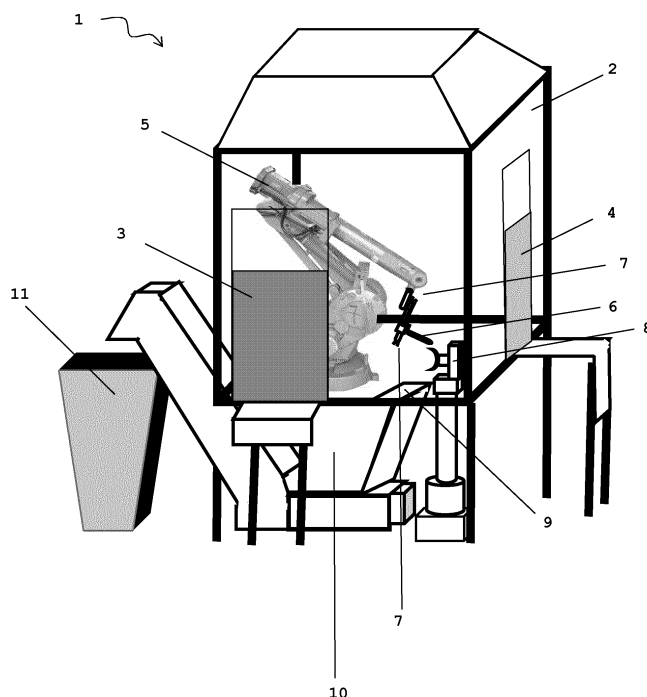
(74) Vertreter: **Hepp Wenger Ryffel AG**
Friedtalweg 5
9500 Wil (CH)

(54) **Entkernung von Leichtmetall-Gussteilen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Entkernung von Gussteilen (G), insbesondere Leichtmetall-Gussteilen, umfassend eine Wasserstrahl-Schneiddüse (6) und eine Einheit (5) zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse (6). Die Vorrichtung ist vorzugsweise als abgeschlossene

Entkernungszelle ausgestaltet. Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein zur Entkernung von Gussteilen (G), insbesondere Leichtmetall-Gussteilen, gekennzeichnet durch den Schritt der Behandlung eines Gussteils (G) mit einem Wasserstrahl, welcher aus einer Wasserstrahl-Schneiddüse (6) auf das Gussteil geführt wird.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Entkernung von vorzugsweise über ein Druckgussverfahren hergestellten Gussteilen aus Leichtmetall durch Entfernung von verlorenen Kernen mittels eines Wasserstrahls.

[0002] Mit Hilfe des Druckgussverfahrens werden heutzutage sehr viele Bauteile grosstechnisch hergestellt. Eine Druckgussmaschine umfasst eine Giessform, welche zumindest aus zwei Formhälften (einer festen und einer beweglichen Formhälfte) besteht, die zusammen einen dem herzustellenden Bauteil entsprechenden Hohlraum (auch als Kavität oder Formkontur bezeichnet) bilden. In diesen Hohlraum wird eine Schmelze des zu formenden Materials, beispielsweise Aluminium, mit Hilfe eines Giesskolbens unter hoher Geschwindigkeit und hohem Druck gepresst. Nach Erstarren der Metallschmelze im Hohlraum wird die Form durch Bewegung der beweglichen Formhälfte geöffnet und das fertige gegossene Bauteil mit Hilfe von Auswerfern ausgeworfen.

[0003] Für die Herstellung von Gussteilen mit komplexer Form (beispielsweise hohlen Strukturen und/oder nicht entformbaren Hinterschnitten) ist es erforderlich, in der Form so genannte verlorene Kerne bereitzustellen. Es handelt sich hierbei um Formteile, die während des Giessvorgangs in der Form an der entsprechenden Stelle positioniert sind und nach dem Giessvorgang rückstandsfrei vom/aus dem Gussteil entfernt werden. Diese Kerne sind nur für den Einmalgebrauch vorgesehen und gehen danach "verloren".

[0004] In letzter Zeit wurden zunehmend Salzkern für diese Aufgabe herangezogen. Es handelt sich hierbei um Gemische verschiedener Salze wie Natriumcarbonat (Na_2CO_3) und Natriumchlorid (NaCl), wie sie aus dem Stand der Technik (z.B. EP-2 277 644 A1; Yaokawa et al., Journal of Japan Foundry Engineering Society, vol. 78 (10), 2006, 516-522; DE-100 4 785 T1) bekannt sind. Salzkern halten den harschen Druckgussbedingungen stand und können - im Gegensatz zu beispielsweise Sandkernen - nach beendetem Druckgussvorgang leicht durch Behandlung mit beispielsweise heissem Wasser aufgelöst und entfernt werden.

[0005] Eine Entfernung von Salzkernen durch Eintauchen des Gussteils in Wasser oder ein anderes geeignetes Lösungsmittel ist allerdings ökonomisch wenig praktikabel: Je nach Art und Grösse des Salzkerns kann der Entfernungsvorgang mehrere Stunden benötigen, was den gesamten Fertigungsprozess erheblich verlangsamt. Zudem ist es aufgrund der für ein vollständiges Eintauchen des Gussteils erforderlichen grossen Menge an Flüssigkeit nicht einfach, das praktisch vollständig in Lösung übergegangene Salz ökonomisch zu recyceln.

[0006] In der EP-0 909 623 A1 wird vorgeschlagen, Salzkern mit Hilfe eines unter hohem Druck stehenden Wasserstrahls aus dem Gussteil zu lösen. Es handelt sich hierbei um herkömmliche, in Serie geschaltete Hochdruck-Wasserstrahlvorrichtungen, bei denen ein

unter hohem Druck stehender Wasserstrahl kontinuierlich auf das Gussteil mit darin befindlichem Salzkern gerichtet wird. Es kommt auch hierbei zu einer erheblichen beziehungsweise vollständigen Auflösung der Salzkern. Zum Betrieb der kontinuierlichen Wasserstrahlvorrichtung ist eine erhebliche Menge an Flüssigkeit erforderlich. Das Recycling des suspendierten beziehungsweise gelösten Salzes ist mit erheblichem Aufwand verbunden. Unter anderem wird vorgeschlagen, das nachträgliche Ausfällen des Salzes aus der Flüssigkeit dadurch zu verbessern, indem man eine Salzlösung durch die Hochdruck-Wasserstrahldüsen leitet.

[0007] In der JP-2011/245530 A wird vorgeschlagen, Salzkern mit einer herkömmlichen Hochdruck-Wasserstrahlvorrichtung durch Anlegen eines geringeren Wasserdrucks zu zertrümmern. Die zertrümmerten Salzkernreste werden umgehend von der Flüssigkeit getrennt, wodurch die aus der Vorrichtung austretende Flüssigkeit im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren eine geringere Salzkonzentration aufweisen soll. Auch bei diesen Verfahren muss zum Erreichen der gewünschten Zertrümmerung der Salzkern aber immer noch eine hohe Flüssigkeitsmenge durch die Düsen geleitet werden, wodurch nach wie vor ein nicht unerheblicher Teil an Salz in Lösung geht. Zudem ist der in diesem Dokument beschriebene Prozess vergleichsweise langsam. Das zu entkernende Gussteil muss in der Vorrichtung genau auf die fest installierten Wasserstrahldüsen ausgerichtet werden, was Zeit beansprucht.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit welchem die Entkernung von Leichtmetall-Gussteilen einfacher und effizienter durchgeführt und ein verbessertes Recycling des Salzmaterials der Salzkern erreicht werden kann.

[0009] Die vorliegende Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Entkernung von Gussteilen, insbesondere Leichtmetall-Gussteilen, umfassend eine Wasserstrahl-Schneiddüse und eine Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse.

[0010] Es hat sich erfindungsgemäss gezeigt, dass die Entkernung von Gussteilen auf verbesserte Weise durchgeführt werden kann, wenn die Gussteile nicht mit einem herkömmlichen Hochdruck-Wasserstrahl behandelt werden, sondern mit einer Wasserstrahl-Schneidevorrichtung.

[0011] Wasserstrahl-Schneidvorrichtungen sind an sich bekannt. Sie beruhen auf dem Prinzip der Materialabtragung durch kinetische Energie. Mit Hilfe einer speziellen Düse wird die Druckenergie eines Wasserstrahls in kinetische Energie umgewandelt, welche sich beim Auftreffen auf ein Werkstück in Verformungsenergie umwandelt.

[0012] Eine pumpfähige Flüssigkeit (in der Regel Wasser) wird durch eine Pumpe (beispielsweise eine Membranpumpe, eine Hub-Kolbenpumpe oder eine hydraulisch angetriebene Kolbenpumpe) mit hohem Druck in die Wasserstrahl-Schneidevorrichtung eingeführt. Der

Wasserstrahl tritt aus der Vorrichtung durch eine Düse aus, welche eine Blende mit einer geringen Austrittsöffnung (in der Regel mit einem Durchmesser von 0,4 bis 1,4 mm) aufweist. Diese Blende ist vorzugsweise aus einem harten Werkstoff wie Keramik, Saphir oder Diamant gefertigt. Der aus der Düse austretende Strahl weist eine sehr hohe Geschwindigkeit (üblicherweise im Bereich von 600-1000 m/s) und somit eine hohe kinetische Energie auf. Gleichzeitig wird durch diese Düse nur eine vergleichsweise geringe Menge an Flüssigkeit gefördert.

[0013] Nach Austritt aus der Düse kommt es zu einer Verjüngung der Kernzone des Flüssigkeitsstrahls, da der Strahl in seinen Randbereichen aufgrund Wechselwirkung mit Umgebungsluft abgebremst und in Form von Tröpfchen zunehmend abgelöst wird. Es kommt somit zu einer punktförmigen Fokussierung des Wasserstrahls.

[0014] In der Regel sollte beim Wasserstrahl-Schneiden die Düse einen Abstand von 10 bis 20 mm zum Werkstück haben, um ein optimales Resultat zu erzielen.

[0015] Gemäss der vorliegenden Erfindung soll demnach unter einer Wasserstrahl-Schneiddüse eine vorstehend beschriebene Düse verstanden werden, welche am Düsenaustritt eine Blende mit einer kleinen Austrittsöffnung mit einem Durchmesser von 0,4 bis 1,4 mm aufweist, wobei die Blende aus einem harten Werkstoff wie Keramik, Saphir oder Diamant gefertigt ist und die Wasserstrahl-Schneiddüse den Austritt eines Flüssigkeitsstrahls mit einem Druck von 300 bis 500 bar, vorzugsweise 300 bis 400 bar, besonders bevorzugt 320 bis 380 bar bei einer Geschwindigkeit von 600-1000 m/s und einer Flüssigkeitsmenge von 3 bis 20 l/min, vorzugsweise 5 bis 15 l/min, besonders bevorzugt 7 bis 12 l/min ermöglicht.

[0016] Für bestimmte Anwendungen kann es vorteilhaft sein, der Flüssigkeit ein abrasives Material zuzusetzen, um beispielsweise den Schneidvorgang bei hartem Material zu unterstützen. Ein Beispiel für ein verwendbares abrasives Material ist Granat.

[0017] Im Gegensatz zu einer Entkernung mit herkömmlichen Hochdruck-Wasserstrahlvorrichtungen kann mit einer Wasserstrahl-Schneidevorrichtung somit eine fokussierte Entkernung (verringertes Risiko einer Beschädigung des Gussteils) mit geringerer Flüssigkeitsmenge (geringere Auflösung des Salzkernmaterials) und höherer kinetischer Energie (effizientere und schnellere Entkernung) erreicht werden.

[0018] Der Einsatz von Wasserstrahl-Schneidevorrichtungen zur Entkernung von Gussteilen ist bislang nicht beschrieben worden. Im Stand der Technik wurde vorgeschlagen, die Entkernung durch vollständiges Auflösen des Salzkerns beziehungsweise durch eine grobe Zertrümmerung des Salzkerns mit Hilfe eines herkömmlichen Wasserstrahls durchzuführen.

[0019] Die erfindungsgemässe Wasserstrahl-Schneidevorrichtung entspricht von ihrem Aufbau den bekannten, vorstehend beschriebenen Wasserstrahl-Schneidevorrichtungen. Bei der erfindungsgemässen Wasser-

strahl-Schneidevorrichtung wird vorzugsweise Wasser als Flüssigkeit verwendet. Mit Hilfe einer geeigneten Pumpe, vorzugsweise einer bekannten Hydraulikpumpe, wird bei der erfindungsgemässen Wasserstrahl-Schneidevorrichtung ein Wasserstrahl mit einem Druck im Bereich von 300 bis 500 bar, vorzugsweise 300 bis 400 bar, besonders bevorzugt 320 bis 380 bar, durch einen Strömungskanal in der Vorrichtung gepumpt. Herkömmliche Hochdruck-Wasserstrahlvorrichtungen werden zum Vergleich mit höherem Druck von 400 bis 1000 bar betrieben.

[0020] Der so erzeugte Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl wird durch eine vorstehend beschriebene Düse mit einer Blende aus beispielsweise Keramik, Saphir oder Diamant mit einem Austrittslochdurchmesser von 0,4 bis 1,4 mm gepresst. Der so erzeugte Strahl umfasst eine Flüssigkeitsmenge von 3 bis 20 l/min, vorzugsweise 5 bis 15 l/min, besonders bevorzugt 7 bis 12 l/min. Im Vergleich zu herkömmlichen Wasserstrahl-Vorrichtungen, bei denen ein Wasserstrahl mit einer Flüssigkeitsmenge von 40 bis 60 l/min erzeugt wird, gelangt somit aus der erfindungsgemässen Vorrichtung deutlich weniger Flüssigkeit auf den Salzkern.

[0021] Als Folge wird erfindungsgemäss eine deutlich geringere Menge des Salzkernmaterials in der Flüssigkeit gelöst als bei herkömmlichen Entkernungsverfahren. Der Salzkern wird vielmehr fein in kleine Teile geschnitten. Erfindungsgemäss verbleibt nach der Entkernung ein um 5-30%, vorzugsweise 10-25%, besonders bevorzugt 20% grösser Feststoffanteil des Salzkernmaterials als bei herkömmlichen Entkernungsverfahren. Durch die verringerte Menge an gelöstem Salzkernmaterial kann erfindungsgemäss das Recycling von Salzkernmaterial sowie für das Wasserstrahlschneiden benötigter Flüssigkeit einfacher und effizienter durchgeführt werden. Dies wird nachstehend näher ausgeführt.

[0022] Erfindungsgemäss erfolgt die Entkernung des Gussteils mit einem fokussierten Flüssigkeitsstrahl mit hoher kinetischer Energie. Wie vorstehend beschrieben tritt der Flüssigkeitsstrahl aus der Düse mit einer Geschwindigkeit von 200-1000 m/s, vorzugsweise 200-500 m/s aus. Die erfindungsgemässe Entkernung kann somit schneller als herkömmliche Verfahren durchgeführt werden. Herkömmliche Verfahren benötigen einen längeren Zeitraum für die Entkernung von Gussteilen. Zudem ist durch den Einsatz eines fokussierten Flüssigkeitsstrahls eine sehr präzise, punktgenaue Bearbeitung des Salzkernmaterials möglich. Das Risiko einer Beschädigung des Gussteils durch den Flüssigkeitsstrahl ist somit minimiert beziehungsweise ausgeschaltet.

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Entkernung von Gussteilen, insbesondere Leichtmetall-Gussteilen, umfassend eine Wasserstrahl-Schneiddüse und eine Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse. Ein Nachteil bekannter Entkernungsvorrichtung besteht darin, dass diese manuell oder halbautomatisch durchgeführt werden, indem das zu entkernende Gussteil zeitaufwen-

dig in die korrekte Position zu fest installierten Hochdruck-Wasserstrahldüsen gebracht werden muss. Erfindungsgemäss kann die vorstehend beschriebene Wasserstrahl-Schneiddüse in die korrekte Position zu einem fixierten Gussteil gebracht werden. Dazu ist die Wasserstrahl-Schneiddüse an einer beweglichen Einheit angeordnet. Durch entsprechende Bewegung dieser Einheit kann die Wasserstrahl-Schneiddüse korrekt auf das Gussteil ausgerichtet werden.

[0024] Vorzugsweise umfasst die Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse mehrere unabhängig voneinander bewegbare Bauteile, um eine möglichst einfache und effiziente dreidimensionale Bewegung und Ausrichtung der an der Einheit angebrachten Wasserstrahl-Schneiddüse zu erreichen. Derartige Einheiten sind aus dem Stand der Technik bekannt. Es sei beispielsweise auf bekannte Industrieroboter-Einheiten verwiesen, welche zur Bearbeitung von Bauteilen eingesetzt werden.

[0025] Erfindungsgemäss ist die Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse mit einer Hochleistungspumpe verbunden, beispielsweise einer hydraulisch betriebenen Pumpe. Dieser Pumpe wird Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, aus einem Tank zugeführt. Mittels der Pumpe wird wie vorstehend beschrieben ein Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl erzeugt. Dieser Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl wird durch ein Leitungssystem im Innern der Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse zur Wasserstrahl-Schneiddüse geführt.

[0026] Die Wasserstrahl-Schneiddüse ist derart mit der Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse verbunden, dass der Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl ohne Beeinträchtigung aus der Einheit zur Düse gelangt. Dies kann mittels hierfür bekannter Verbindungsbauteile erfolgen.

[0027] Erfindungsgemäss bevorzugt umfasst die Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse zusätzlich Einheiten zum Ergreifen und Halten eines Gussteils. Dadurch wird eine vollständige Automatisierung des Entkernungsvorgangs ermöglicht. Ein beispielsweise in einem Druckgussprozess hergestelltes Gussteil wird der Gussform auf bekannte Weise entnommen, beispielsweise mit Hilfe eines anderen Industrieroboters, und der Entkernungsvorrichtung zugeführt. Die Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse kann das Gussteil mit Hilfe der zusätzlich Einheiten zum Ergreifen und Halten ergreifen und beispielsweise zu einer Fixiereinheit überführen. Dort wird das Gussteil fixiert. Derartige Fixiereinheiten sind bekannt und müssen hier nicht näher erläutert werden. Beispielsweise kann es sich um einen fest angeordneten Block mit einer Einheit zur Aufnahme und Befestigung eines Gussteils, beispielsweise einer zu öffnenden und zu schliessenden Klemmeinheit, handeln.

[0028] Anschliessend wird die Wasserstrahl-Schneiddüse durch Bewegung der Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse korrekt auf

das fixierte Gussteil ausgerichtet. Nach Beendigung des Entkernungsprozesses wird das Gussteil mittels der Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse aus der Fixiereinheit entnommen und dem nächsten Arbeitsschritt zugeführt. Einheiten zum Ergreifen und Halten eines Gussteils sind bekannt und müssen nicht näher erläutert werden. Vorzugsweise handelt es sich um zangenartige Bauteile, welche geöffnet und geschlossen werden können.

[0029] Die Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse wird erfindungsgemäss bevorzugt automatisch gesteuert. Dies kann mit Hilfe bekannter Steuereinheiten wie Computern erfolgen, welche entsprechende Steuerungsprogramme enthalten. Derartige Steuereinheiten und Steuerungsprogramme für Industrieroboter sind bekannt und müssen hier nicht näher erläutert werden.

[0030] Wasserstrahl-Schneidverfahren sind sehr laut, da der Flüssigkeitsstrahl wie vorstehend beschrieben aus der Düse mit einer Geschwindigkeit von 200-1000 m/s, vorzugsweise 200-500 m/s austritt, d.h. mit Überschallgeschwindigkeit. Zudem besteht erhebliche Verletzungsgefahr für das Bedienungspersonal, wenn es in den Bereich des Flüssigkeitsstrahls gerät. Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Vorrichtung zur Entkernung von Gussteilen als eine abgeschlossene Zelle ausgestaltet, welche nachstehend als Entkernungszelle bezeichnet wird. Die Entkernungszelle umfasst einen durch Trennwände von der Umgebung abgeschlossenen Raum, durch welchen das Innere der Zelle von der Umgebung schalldicht abgeschlossen ist. Vorzugsweise sind die Wände zumindest teilweise aus einem transparenten Material gefertigt, damit Bedienungspersonal den im Innern der Entkernungszelle ablaufenden Entkernungsvorgang optimal überwachen kann. Geeignete Wandmaterialien sind bekannt und müssen hier nicht näher erläutert werden.

[0031] In den Trennwänden sind mindestens ein Einlass und ein Auslass zum Einbringen beziehungsweise Herausnehmen eines Gussteils in die Zelle vorhanden. Es kann sich hierbei beispielsweise um Schiebetüren oder um Schleusensysteme handeln.

[0032] Im Innern der Entkernungszelle ist die vorstehend beschriebene Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse mit daran angeordneter, vorstehend beschriebener Wasserstrahl-Schneiddüse bereitgestellt.

[0033] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung befindet sich im Innern der Entkernungszelle zudem eine vorstehend beschriebene Einheit zur Fixierung eines Gussteils (Fixiereinheit). Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird durch einen Einlass in einer Trennwand der Entkernungszelle ein Gussteil eingeführt, welches von der Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse ergriffen und zur vorstehend beschriebenen Fixiereinheit befördert wird. Dort wird das Gussteil

fixiert. Anschliessend wird die Wasserstrahl-Schneiddüse durch Bewegung der Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse korrekt auf das Gussteil ausgerichtet, vorzugsweise in einem Abstand von 10 bis 20 mm zum Werkstück. Nach Abschluss des Entkernungsprozesses wird das Gussteil mit Hilfe der Einheit zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse aus der Fixiereinheit entnommen und zu einem Auslass in einer Trennwand der Entkernungszelle ein Gussteil befördert, durch welchen es aus der Entkernungszelle heraus gebracht und gegebenenfalls weiter bearbeitet wird.

[0034] Mit Hilfe der erfindungsgemässen Entkernungszelle ist somit ein vollautomatischer Entkernungsprozess für Gussteile ohne zu grosse Lärmbelastung und ohne Gesundheitsrisiko für das Bedienungspersonal durchführbar.

[0035] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in dem einfacheren und effizienteren Recycling das aus dem Gussteil heraus gelösten Salzkernmaterials und der für den Vorgang benötigten Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser. Wie vorstehend beschrieben zeichnet sich der erfindungsgemässe Entkernungsprozess durch die Verwendung einer geringeren Flüssigkeitsmenge und damit einhergehend einer geringeren Lösung von Salzkernmaterial aus. Somit verbleibt nach dem Entkernungsvorgang ein grösser Anteil des aus dem Gussteil entfernten Salzkernmaterials in fester Form, nämlich 60 bis 80% (d.h. 20 bis 40% des Materials gehen in Lösung), vorzugsweise 70 bis 80%. Das feste Salzkernmaterial kann auf sehr einfache Weise durch bekannte Trocknungsverfahren von der Flüssigkeit getrennt werden.

[0036] Vorzugsweise ist im Boden der erfindungsgemässen Entkernungszelle eine Öffnung vorhanden, durch welche die zur Entkernung verwendete Flüssigkeit mit darin teilweise gelöstem Salzkernmaterial sowie die festen Salzkernrückstände aus der Entkernungszelle herausgeführt werden können.

[0037] Gemäss einer Ausführungsform ist an der erfindungsgemässen Entkernungsvorrichtung eine Einheit zur Trennung fester und flüssiger Rückstände eines Entkernungsprozesses angeordnet. Derartige Einheiten sind an sich bekannt und beispielsweise in der JP-2011/245530 A beschrieben.

[0038] Beispielfhaft kann es sich hierbei um ein siebartiges Förderband handeln, welches unterhalb der Öffnung im Boden der Erfindungsgemässen Entkernungszelle angeordnet ist. Das Förderband ist hierbei aus einem Material gefertigt, das wie ein Sieb Löcher einer bestimmten Grösse aufweist. Die Löcher sind derart dimensioniert, dass die festen Rückstände des Salzkernmaterials auf dem Förderband verbleiben, während die Flüssigkeit durch die Löcher hindurch tritt und von einer darunter angeordneten Sammeleinheit (beispielsweise ein Tank) aufgenommen wird. Die auf dem Förderband verbliebenen festen Rückstände des Salzkernmaterials werden auf dem Förderband getrocknet, beispielsweise mit Hilfe von Gebläseeinheiten und anschliessend in ei-

nen Auffangbehälter überführt. Das so erhaltene Material kann zur Herstellung neuer Salzkerne verwendet werden. Die in der Sammeleinheit aufgenommene Flüssigkeit kann aufgrund des geringen Salzgehalts auf einfache Weise entsorgt oder alternativ durch Entfernung des Salzkernmaterials durch bekannte Trenntechniken recycelt und der Hochdruckpumpe der Wasserstrahl-Schneidvorrichtung zugeführt werden.

[0039] Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung können Gussteile entkernt werden, welche mit Hilfe von verlorenen Kernen geformt wurden. Verfahren zur Formung von Gussteilen sind bekannt und müssen hier nicht näher erläutert werden. Die vorliegende Erfindung betrifft besonders die Entkernung von Gussteilen, welche über ein Druckgussverfahren hergestellt wurden, ist aber nicht darauf beschränkt. Beispielsweise können auch Gussteile aus Spritzgussverfahren mit dem erfindungsgemässen Verfahren entkernt werden.

[0040] Druckgussverfahren und damit hergestellte Gussteile sind bekannt und müssen hier nicht näher erläutert werden. Erfindungsgemäss bevorzugt handelt es sich bei den Gussteilen und Gussteile aus Leichtmetall, wie sie üblicherweise durch Druckgussverfahren hergestellt werden. Beispielhaft seien Gussteile aus Aluminium oder aus Aluminium- oder Magnesium-Legierungen genannt.

[0041] Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich insbesondere zur Entfernung von verlorenen Materialien aus Salzen. Derartige Salzkerne und ihre Herstellung sind sie aus dem Stand der Technik bekannt (z.B. EP-2 277 644 A1; Yaokawa et al., Journal of Japan Foundry Engineering Society, vol. 78 (10), 2006, 516-522; DE-100 4 785 T1). Beispielsweise werden Gemische verschiedener Salze wie Natriumcarbonat (Na_2CO_3) und Natriumchlorid (NaCl) zur Herstellung von Salzkerne verwendet.

[0042] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von nicht einschränkenden Zeichnungen und Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Entkernungszelle

Fig. 2 eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen verwendbaren Wasserstrahl-Schneiddüse.

[0043] Eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Entkernungszelle 1 umfasst eine Zelle 2, welche einen abgeschlossenen Raum definiert. Dieser Raum ist durch einen Einlass 3 und einen Auslass 4 zugänglich. Einlass 3 und Auslass 4 sind hier in Form von Schieberen ausgestaltet. Vor dem Einlass 3 und dem Auslass 4 sind in der Ausführungsform gemäss Fig. 1 Ablagen für ein einzuführendes beziehungsweise zu entnehmendes Gussteil angeordnet.

[0044] In der Zelle 2 befindet sich die Einheit 5 zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse. Die Einheit ist hier als Industrieroboter ausgestaltet, welcher mehrere bewegliche Teile umfasst und mit Hilfe

einer (nicht gezeigten) Steuereinheit nach Bedarf bewegt werden kann.

[0045] Am Ende der Einheit 5 ist eine Funktionseinheit angeordnet, welche die Wasserstrahl-Schneiddüse 6 sowie Einheiten 7 zum Ergreifen und Halten eines Gussteils (in Fig. 1 als zangenförmige Elemente ausgestaltet) umfasst.

[0046] In der Zelle 2 befindet sich weiterhin eine Einheit 8 zur Fixierung eines Gussteils. In der Ausführungsform gemäss Fig. 1 ist diese Einheit 8 als Block mit daran angeordnetem zangenförmigem Element ausgestaltet. Die Einheit 8 ist in Fig. 1 auf einem säulenförmigen Bauteil angeordnet, welches fest auf dem Untergrund angeordnet ist. Damit wird eine sichere Fixierung des Gussteils in der Einheit 8 während des Entkernungsvorgangs gewährleistet.

[0047] Die Wasserstrahl-Schneiddüse 6 ist durch das Innere der Einheit 5 mit einer (nicht gezeigten) Hochleistungspumpe wie einer Hydraulikpumpe verbunden, mit welcher ihr eine Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, unter hohem Druck zugeführt wird.

[0048] Das während der Entkernung aus dem Gussteil entfernte Salzkernmaterial wird zusammen mit der aus der Wasserstrahl-Schneiddüse 6 austretenden Flüssigkeit durch eine Öffnung 9 aus der Zelle 2 herausgeführt und gelangt in eine Einheit 10, in welcher die festen Rückstände so schnell wie möglich von der Flüssigkeit getrennt werden. Die von der Flüssigkeit abgetrennten festen Rückstände des Entkernungsprozesses werden in einen Sammelbehälter 11 befördert, wo sie als recyceltes Material für die Herstellung neuer Salzkerns zur Verfügung stehen. Die abgetrennte Flüssigkeit kann aus der Einheit 10 nach vorgängiger Abtrennung gelöster Bestandteile des Salzkerns in die Hochleistungspumpe zurückgeführt werden.

[0049] In Fig. 2 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäss verwendbaren Wasserstrahl-Schneiddüse 6 gezeigt. Durch einen Düsenkanal 12 strömt eine Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, welche unter einem hohen Druck von 300 bis 500 bar, vorzugsweise 300 bis 400 bar, besonders bevorzugt 320 bis 380 bar steht. Die Flüssigkeit wird durch eine als Staulement dienende Blende 13 gedrückt, welches aus einem harten Werkstoff wie beispielsweise Keramik, Saphir oder Diamant gefertigt ist. In der Blende ist eine kleine Austrittsöffnung 14 vorhanden, welche einen Durchmesser von 0,4 bis 1,4 mm aufweist. Die Blende 13 kann in der Düse auf bekannte Weise befestigt sein, beispielsweise mit Hilfe einer (nicht gezeigten) Gummidichtung oder mittels Konus.

[0050] Der Flüssigkeitsstrom wird durch die kleine Öffnung 14 gepresst und dabei auf eine Geschwindigkeit von 200-1000 m/s, vorzugsweise 200-500 m/s beschleunigt, wodurch er eine sehr hohe kinetische Energie erhält. Gleichzeitig gelangt nur eine geringe Flüssigkeitsmenge von 3 bis 20 l/min, vorzugsweise 5 bis 15 l/min, besonders bevorzugt 7 bis 12 l/min, durch die Öffnung 14.

[0051] Der so erzeugte Flüssigkeitsstrom durchläuft den Strahlstabilisator-Abschnitt 15 und verlässt die Was-

serstrahl-Schneiddüse 6 als fokussierter Strahl mit hoher kinetischer Energie. Der Strahl trifft auf den Salzkern S, welcher sich im Gussteil G befindet, und schneidet diesen in kleine Teile. Die kleinen Teile werden dabei aus dem Gussteil G herausgelöst, und die gewünschte Entkernung des Gussteils G wird erreicht.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Entkernung von Gussteilen (G), insbesondere Leichtmetall-Gussteilen, umfassend eine Wasserstrahl-Schneiddüse (6) und eine Einheit (5) zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse (6).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einheit (5) zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse (6) mehrere unabhängig voneinander bewegbare Bauteile umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einheit (5) zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse (6) zusätzlich Einheiten (7) zum Ergreifen und Halten eines Gussteils (G) umfasst.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einheit (5) zur Bewegung und Ausrichtung der Wasserstrahl-Schneiddüse (6) mit Hilfe einer Steuerungseinheit bedienbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) zusätzlich eine Einheit (8) zur Fixierung eines Gussteils (G) umfasst.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) als eine abgeschlossene Zelle (2) ausgestaltet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Einlass (3) und ein Auslass (4) zum Einbringen beziehungsweise Herausnehmen eines Gussteils (G) in die Zelle (2) vorhanden sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Vorrichtung eine Einheit (10) zur Trennung fester und flüssiger Rückstände eines Entkernungsprozesses angeordnet ist.
9. Verfahren zur Entkernung von Gussteilen (G), insbesondere Leichtmetall-Gussteilen, **gekennzeichnet durch** den Schritt der Behandlung eines Guss-

teils (G) mit einem Wasserstrahl, welcher aus einer Wasserstrahl-Schneiddüse (6) auf das Gussteil geführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserstrahl mit einem Druck im Bereich von 300 bis 500 bar auf das Gussteil (G) geführt wird. 5
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der auf das Gussteil (G) geführte Wasserstrahl eine Wassermenge im Bereich von 3 l/min bis 20 l/min umfasst. 10
12. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem Ansprüche 1 bis 8 zur Entkernung von Gussteilen (G), insbesondere Leichtmetall-Gussteilen. 15
13. Verwendung einer Wasserstrahl-Schneiddüse (6) zur Entkernung von Gussteilen (G), insbesondere Leichtmetall-Gussteilen. 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

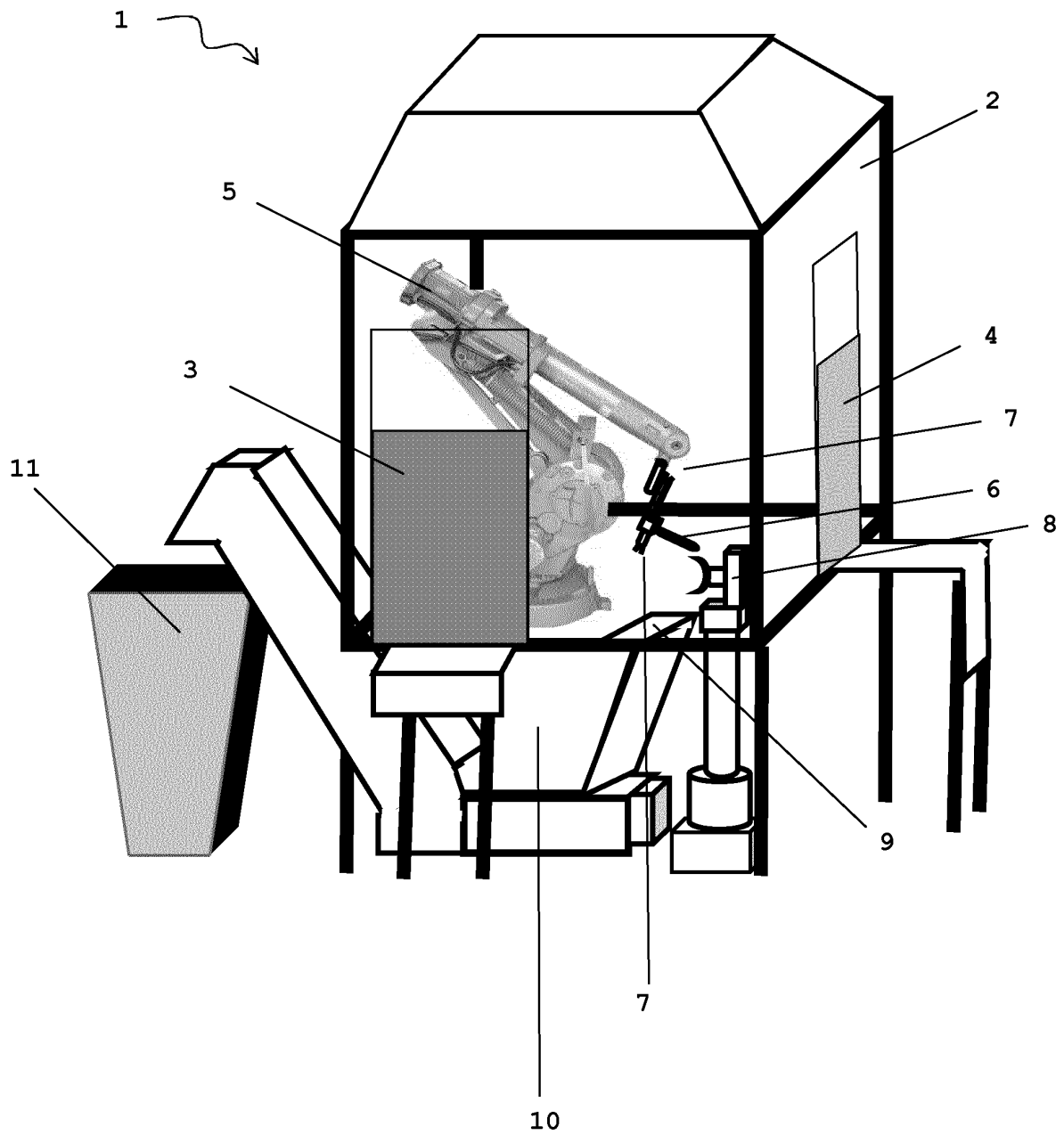
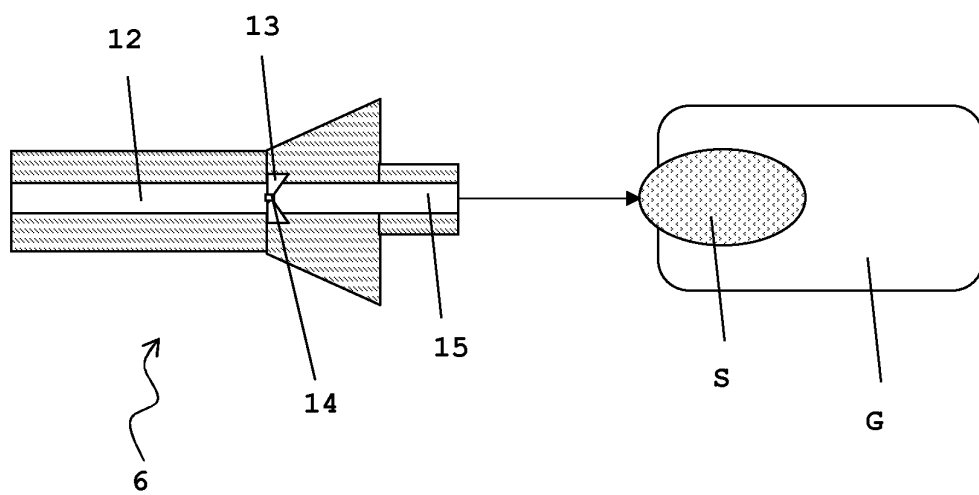


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 19 1337

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 102 48 856 A1 (FSG FLURFOERDERZEUGEZUBEHOER & [DE]) 29. April 2004 (2004-04-29) * Absatz [0004] - Absatz [0044] * * Abbildungen 1-6 *	1-13	INV. B22D29/00 B26D7/00
X	----- AUST E ET AL: "DER ABRASIV HOCHDRUCK-WASSERSTRAHL ALS WERKZEUG ZUM GUSSPUTZEN", GIESSEREI, GIESSEREI VERLAG, DUSSELDORF, DE, Bd. 83, Nr. 20, 14. Oktober 1996 (1996-10-14), Seiten 21-27, XP000679950, ISSN: 0016-9765 * das ganze Dokument *	1-13	
A	----- VELTRUP E M: "Kurze Entkernungszeiten beim entkernen mit hochdruckwasserstrahl", GIESSEREI, GIESSEREI VERLAG, DUSSELDORF, DE, Bd. 74, Nr. 4, 18. Februar 1987 (1987-02-18), Seiten 102-104, XP002257616, ISSN: 0016-9765 * das ganze Dokument *	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D B26D
A	----- "HOCHDRUCKWASSER-STRAHLKABINE ZUM ENTKERNEN VON GUSSTEILEN", GIESSEREI, GIESSEREI VERLAG, DUSSELDORF, DE, Bd. 89, Nr. 7, 9. Juli 2002 (2002-07-09), Seite 77, XP001142964, ISSN: 0016-9765 * das ganze Dokument *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. April 2013	Prüfer Zimmermann, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 19 1337

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10248856	A1	29-04-2004	KEINE

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2277644 A1 [0004] [0041]
- DE 1004785 T1 [0004] [0041]
- EP 0909623 A1 [0006]
- JP 2011245530 A [0007] [0037]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **YAOKAWA et al.** *Journal of Japan Foundry Engineering Society*, 2006, vol. 78 (10), 516-522 [0004] [0041]