

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 526 927 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92202072.2**

(51) Int. Cl.⁵: **B22F 3/04, B28B 3/00**

(22) Anmeldetag: **07.07.92**

(30) Priorität: **20.07.91 DE 4124198**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.02.93 Patentblatt 93/06

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

(71) Anmelder: **SINTERSTAHL Gesellschaft m.b.H.**
Hiebelerstrasse 4
W-8958 Füssen(DE)

(72) Erfinder: **Der Erfinder hat auf seine Nennung**
verzichtet

(74) Vertreter: **Lohnert, Wolfgang, Dr.**
Metallwerk Plansee GmbH
A-6600 Reutte, Tirol(AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen mittels kaltisostatischen Pulverpressens in einmal verwendbaren Pressformen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen, insbesondere auch von geometrisch komplexen Formteilen mittels pulvermetallurgischer Verfahren. Dazu wird der Pulverwerkstoff in eine einmal verwendbare, formsteife Kunststoff-, vorzugsweise Styropor-Preßform gegeben, kaltisostatisch zu Grünlingen verdichtet und anschließend gesintert. Das erfinderische Verfahren vereint in sich die Vorteile des Axialpressens in einer Matrize, das sind die Herstellung maßhaltiger, geometrisch komplexer Formteile auf wirtschaftliche Weise mit den Vorteilen des kaltisostatischen Pressens herkömmlicher Art, das sind hohes und gleichmäßiges Verdichten des Pulvers zu entsprechenden, keiner Symmetrie folgenden Formteilen hoher mechanischer Festigkeit.

EP 0 526 927 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen, bei dem ein Pulverwerkstoff durch kalisostatisches Pressen in einer unter der Wirkung eines Druckmediums schrumpfenden Preßform zu einem Grünling verdichtet und dieser anschließend gesintert wird.

Die Fertigung metallischer und keramischer Formteile nach pulvermetallurgischen Verfahren gewinnt im Vergleich zur Schmelzmetallurgie aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Wirtschaftlichkeit und dem großen Spektrum an verarbeitbaren Werkstoffen bei sich ständig verbessernder Produktqualität zunehmend an Bedeutung. Für das Pulverpressen als ein wesentlicher Verfahrensteilschritt pulvermetallurgischer Verfahren stehen die beiden sehr unterschiedlichen Techniken des Axialpressens in festen Formen bzw. Matrizen und das isostatische Pressen in flexiblen, unter dem Druck des Preßmediums schrumpfenden Formen nebeneinander zur Verfügung.

Mit Hilfe der heute sehr ausgereiften Axialpreßtechnik lassen sich auch geometrisch komplexe Formteile, z. B. Zahnräder, wirtschaftlich als Massenteile fertigen. Das Pulverpressen und das eventuelle Kalibrieren der Formteile nach dem Sintern führt zu einer Maßgenauigkeit, die häufig keine oder allenfalls ein Minimum an mechanischer Nachbearbeitung, z. B. durch Drehen oder Schleifen, erfordert. Nachteil dieser Technik ist, daß sich der Preßdruck nur in einer, der Axialrichtung aufbringen läßt. Das beschränkt zum einen die nach dieser Technik herstellbaren, geometrischen Formen, zum anderen läßt sich nach dieser Technik keine homogene Dichteverteilung erreichen. Je nach Material und Kornbeschaffenheit lassen sich mittels des Axialpressens Pulverwerkstoffe nur bis zu einer Restporosität von 10 - 20 % wirtschaftlich verdichten. Die Grenze des Verdichtens ist dann erreicht, wenn die einzelnen Pulverkörner sich unter dem Preßdruck nicht mehr relativ zueinander bewegen können, sondern sich in ihrer Bewegung blockieren. Die Preßdichte bestimmt ihrerseits die beim Sintern erreichbare Werkstoffdichte und mechanische Festigkeit des Formteils, wobei sich jedes verbleibende Prozent an Restporosität im fertigen Sinterformteil nachteilig auf dessen mechanische Eigenschaften auswirkt.

Zum kalisostatischen Pressen wird der Pulverwerkstoff bis heute in einen elastischen Schlauch gefüllt, der seinerseits mangels eigener Formstabilität zur besseren Manipulierbarkeit vor allem bei größeren Abmessungen in eine metallische Hülle mit durchlöcherter Wand gegeben ist. Der gefüllte und verschlossene Schlauch wird in eine isostatische Presse eingebracht und mittels eines Druckmediums, häufig Wasser, bei 1000 - 4000 bar isostatisch verpreßt. Aufgrund des allseitigen Drucks auf den Pulverwerkstoff setzen die oben

beschriebenen Blockaden der Pulverkörner erst bei höheren Grünlingsdichten als beim Axialpressen ein und die Dichteverteilung wird sehr homogen.

Nach diesem Verfahren lassen sich jedoch nur geometrisch einfache Grünlingsformen, üblicherweise zylindrischer Stäbe und Ronden, herstellen. Grund dafür ist die hohe Elastizität, die für die unter dem Druckmedium schrumpfenden, wiederverwendbaren Gummi- bzw. Kunststoffschläuche gefordert ist. Das nach dem Sintern vorliegende Halbzeug muß daher mechanisch weiterbearbeitet und in die gewünschte geometrische Form gebracht werden. Das geschieht durch spanlose Umformung und/oder mittels spanabhebender Bearbeitung des Halbzeugs. Das in der Praxis nach diesem Verfahren hergestellte Produktespektrum beschränkt sich somit zum einen auf geometrisch einfache Formteile, zum anderen auf derartige komplizierte Formteile für Sonderanwendungen, bei denen die nur mittels Pulvermetallurgie erreichbare Materialqualität die hohen mechanischen und damit Gesamtfertigungskosten rechtfertigt.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist daher die Bereitstellung eines Verfahrens, bei dem die Vorteile des kalisostatischen Pressens, d. h. des allseitigen Pressens auf hohe, homogene Grünlingsdichten, mit den Vorteilen des Axialpressens, d. h. der Herstellung maßhaltiger, geometrisch komplizierter Formteile auf wirtschaftliche Weise verbunden sind. Die Aufgabe besteht im einzelnen darin, unter Nutzung der wirtschaftlichen und werkstoffmäßigen Vorteile der Pulver- gegenüber der Schmelzmetallurgie selbst kompliziert gestaltete und keiner Symmetrie folgende Formteile in Sollabmessungen und mit herausragenden Festigkeitseigenschaften auch als Massenteile zu fertigen, eine Aufgabe, die mittels Axialpressens in starren Matrizen und starren Werkzeugen nicht möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch kalisostatisches Pulverpressen in formsteifen, nur einmal verwendbaren Preßformen ("lost form") aus geschäumtem Kunststoff gelöst, wobei der Pulverwerkstoff zu einem, der Preßform genau nachgebildeten Grünling verpreßt wird.

Unter den geschäumten Kunststoffen hat sich vor allem das Styropor als preiswerte, einmal verwendbare Preßform mit großer geometrischer Gestaltungsmöglichkeit hervorragend bewährt. Aber auch andere geschäumte Kunststoffe, wie Polyurethane, eignen sich für formsteife, einmal verwendbare, und unter der Wirkung des Druckmediums kontrolliert schrumpfende Preßformen.

Ein geschäumter Kunststoff, insbesondere Styropor, verklebt und vernetzt während des isostatischen Pressens nicht mit dem zu verpressenden Pulver; d. h. die durch die ursprüngliche Preßformoberfläche vorgegebene Oberflächenqualität des Sinterformrohteils bleibt auch beim fertigen Preß-

ling bzw. Sinterformteil erhalten.

Styropor, als formstabilis Verpackungsmaterial in allen benötigten Sonderformen bekannt, wird in der Regel in Formwerkzeugen durch Blähen des Vorproduktes im Naßdampf in die jeweils gewünschte formsteife Kontur gebracht. Grundsätzlich werden die nur einmal verwendbaren Preßformen gemäß vorliegender Erfindung nach gleichen Verfahren hergestellt wie die Formen für Verpackungszwecke.

Die Oberfläche geschäumten Styropors ist in der Regel etwas gerastert bzw. genarbt. Diese Rasterung der Oberfläche überträgt sich auf das Formteil.

Zu deren Vermeidung wird nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung auf die fertige Preßform eine dünne Überzugsschicht aus organischen Werkstoffen aufgetragen, z. B. aufgespritzt. Damit läßt sich zugleich auch die Dichtheit der Formwand gegen das Druckmedium beim isostatischen Pressen erhöhen. Beide Maßnahmen dienen einer Verbesserung der Oberflächengüte des Formteils.

Nach einer anderen Maßnahme läßt sich die Ausbildung der genarbtten Oberfläche von Styropor-Preßformen durch kurzzeitiges Aufheizen des Formgebungswerkzeuges während des Aufschäumungsvorganges weitgehend vermeiden.

Geschäumte Kunststoffmaterialien besitzen an sich vergleichsweise hohe Formsteifheit. Eine bei Preßformen ausreichende Formsteifigkeit läßt sich in Anpassung an das jeweilige Formteilvervolumen und die Art der Pulvereinbringung über Preßformen kleiner Wandstärke und in der Wand integrierte Rippen und Verstärkungen optimieren. Bereiche unterschiedlicher Wandstärke haben auf die Qualität und Maßgenauigkeit des Sinterformteils keinen Einfluß. Da geschäumtes Styropor nur zu 3 Vol.% aus Polystyrol und zu 97 Vol.% aus Luft bzw. Gas besteht, sind auch Formwände anfänglich sehr unterschiedlicher Dicke nach dem isostatischen Preßvorgang auf praktisch einheitliche Wandstärke komprimiert.

Je nach Größe und Geometrie des Sinterform-Rohteils wird die einmal verwendbare Preßform gemäß Erfindung zwei- oder mehrteilig gefertigt, z. B. in Form zweier Halbschalen. In die Preßform können massive Formkerne eingelegt werden, welche die Herstellung innen hohler Sinterform-Rohteile erlauben, oder auch integrierter Bestandteil des Sinterformteils werden, z. B. als Wellen oder Achsen in einem geometrisch komplexen Formteil.

Die Preßform wird entsprechend einer möglichen Ausgestaltung des erfinderischen Verfahrens nach den isostatischen Pressen und vor dem Sintern vom Grünling abgenommen. In der Regel wird jedoch der Grünling zusammen mit der einmal verwendbaren Preßform gesintert. Dadurch entfällt der Entformungsvorgang und der Grünling bleibt gegen oberflächliche Beschädigung geschützt, bis

er aufgrund der Versinterung seine Eigenstabilität erreicht hat. Die Sintertemperaturen der in Frage kommenden Werkstoffe liegen ausnahmslos über den Temperaturen, bei denen sich geschäumte Kunststoffe, wie Styropor, zersetzen und/oder rückstandslos verbrennen. So läßt sich die einmal verwendbare Preßform während des Sinterns zugleich problemlos entsorgen.

Alle heute pulvermetallurgisch zu Sinterformteilen verarbeitbare Werkstoffe lassen sich auch in der einmal verwendbaren Preßform gemäß Erfindung verwenden. Keramische Pulver lassen sich ebenso gut verarbeiten wie metallische Pulver, z. B. vorlegierte Stahlpulver, Bronzen oder Hartmetall.

Mit dem erfinderischen Verfahren erweitert sich in überraschender und nicht vorhersehbarer Weise das Produktespektrum der auf kaltisostatische Weise qualitativ und preislich wettbewerbsfähig herstellbaren Formteile ganz wesentlich. Das kaltisostatische Pressen von gefüllten Preßformen aus geschäumtem Kunststoff, insbesondere Styropor, erlaubt unter üblichen Preßbedingungen die Herstellung auch geometrisch komplizierter Formteile hoher Maßgenauigkeit (near-net-shape). Besonders überraschend ist die Tatsache, daß die Dicke der Preßform praktisch ohne Einfluß auf das Erreichen von "near-net-shape" Abmessungen ist und daß daher keinesfalls die Anfertigung einer Preßform von möglichst homogener Wandstärke erforderlich ist. Dieser Vorteil hat große praktische Bedeutung.

Aufgrund der weitverbreiteten Verwendung von geschäumten Kunststoffen, insbesondere Styropor, als komplex geformtem Bauteil, z. B. als ausgeformtes Verpackungsmaterial oder als Großmodell im sogenannten Vollformgießverfahren, steht eine ausgereifte Technik zur preiswürdigen Herstellung auch komplexer, einmal verwendbarer Preßformen gemäß Erfindung zur Verfügung. Wegen der oben genannten Formsteifigkeit von Preßformen gemäß Erfindung tritt das beim isostatischen Formteilpressen im elastischen Schlauch nachteilige, aber unvermeidbare Verdicken des Grünlingendes, das sogenannte "elephant footing" nicht auf.

Geschäumte Kunststoffe, insbesondere Styropor, sind wasserabstoßend, sodaß sich das üblicherweise zum kaltisostatischen Pressen verwendete Druckmedium Wasser vorzüglich eignet. Das Wasser dringt während des Verpressens nicht durch die Preßformwand.

Wegen des großen Volumenanteils Luft im Styropor bietet es sich für das kaltisostatische Pressen fallweise an, der Styroporpreßform aus Sicherheitsgründen einen Gasverzehr-Körper beizugeben. Überall dort, wo große Styropor-Preßformvolumina gegeben sind und die Presse keine Vorrichtungen zum Auslassen von Gasen aus dem Kammer-Innenen während des Preßvorganges besitzt, ist es vorteilhaft, die gefüllte Preßform gemeinsam mit ei-

nem Gasverzehrer-Körper in einen üblicherweise verwendeten Preßschlauch zu geben und diese Anordnung nach dem Verschließen zum Pressen in die Pressen-Kammer einzuführen. Ein offenes, nicht komprimierbares Stahlskelett, in das anfallende Gasvolumina eindringen und dort hoch komprimiert werden können, eignet sich vorzüglich als Gasverzehrer-Körper.

Nach dem erfinderischen Verfahren lassen sich keramische Massenbauteile, wie sie in zunehmendem Umfang in Industrieprodukten eingesetzt werden, ebenso herstellen wie beispielsweise komplizierte Gehäuse aus Stahl oder Formteile aus Hartmetall.

Bei komplexen Formteilen mit Hinterschneidungen und Durchdringungen ist das erfinderische Verfahren dem Feinguß und Metallspritzguß qualitativ gleichwertig, wenn nicht gar überlegen. Daneben aber ist es kostengünstiger als bekannte sintermetallurgische und schmelzmetallurgische Verfahren, die spanabhebende Bearbeitungsschritte mit einschließen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen, bei dem ein Pulverwerkstoff durch kaltisostatisches Pressen in einer unter der Wirkung eines Druckmediums schrumpfenden Preßform zu einem Grünling verdichtet und dieser anschließend gesintert wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Pulverwerkstoff in eine formsteife, einmal verwendbare Preßform aus geschäumtem Kunststoff gefüllt und zu einem der Preßform genau nachgebildeten Grünling verpreßt wird.
2. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Preßform aus Styropor verwendet wird.
3. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Preßform mit organischer Überzugsschicht verwendet wird.
4. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Preßform unterschiedlicher Wandstärke und mit in der Wand integrierten Rippen und Verstärkungen verwendet wird.
5. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Formteilgrünling gemeinsam mit der Preßform vor- oder fertiggesintert wird und daß sich dabei die Preßform chemisch zersetzt

und/oder rückstandslos verbrennt.

6. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß keramische Pulverwerkstoffe verpreßt werden.
7. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß vorlegierte Stahlpulver verpreßt werden.
8. Verfahren zur Herstellung von Sinterformteilen nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die gefüllte Preßform zusammen mit einem Gasverzehrer-Körper in einen Preßschlauch gegeben, letzterer verschlossen und diese Anordnung verpreßt wird.