



12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 11333/77

73 Inhaber:  
Firma Carl Freudenberg, Weinheim/Bergstrasse  
(DE)

22 Anmeldungsdatum: 16.09.1977

72 Erfinder:  
Dr. Hans-Dietrich Krug, Heidelberg (DE)

30 Priorität(en): 11.12.1976 DE 2656194

24 Patent erteilt: 30.11.1981

74 Vertreter:  
Hepatex-Ryffel AG, Zürich

54 Verfahren zur Formgebung und zur Kaschierung eines Konstruktionsteiles aus Schaumkunststoff.

57 Aus einem geschlossenzelligen, thermoplastischen Schaumkunststoff wird zuerst ein Rohling gebildet. Dieser wird bis zum Anschmelzen seiner Oberfläche und zur plastischen Verformbarkeit seiner Kernzone erwärmt und dann zusammen mit einem aufzukaschierenden Flächengebilde in eine Hohlform eingebracht. Während der Schliessbewegung der Hohlform und im Anschluss daran verklebt der Rohling an seiner Oberfläche mit dem Flächengebilde, wobei er dieses unter Ausbildung der fertigen Gestalt des Werkstückes gegen die Innenwand der Hohlform presst.

Das Verfahren ermöglicht kurze Taktzeiten und ist flexibel, indem die Art und die relative Grösse des aufkaschierten Flächengebildes weitgehend frei gewählt werden können.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Formgebung und zur Kaschierung eines Konstruktionsteiles aus Schaumkunststoff, dadurch gekennzeichnet, dass ein geschlossenzelliger, thermoplastischer Schaumkunststoff eingesetzt wird und dass aus diesem ein Rohling gebildet wird, welcher bis zum Anschmelzen seiner Oberfläche und zur plastischen Verformbarkeit seiner Kernzone erwärmt wird, wonach er zusammen mit einem aufzukaschierenden Flächengebilde in eine Hohlform eingebracht wird, in welcher er während der und im Anschluss an die Schliessbewegung an seiner Oberfläche mit dem Flächengebilde verklebt, wobei er das Flächengebilde unter Ausbildung der Gestalt des fertigen Werkstückes gegen die Innenwand der Hohlform presst.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als geschlossenzelliger Schaumkunststoff ein vernetztes Polyolefin, vorzugsweise ein vernetztes Polyäthylen, eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohling aus einem Bahnensmaterial gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohling mehrschichtig aufgebaut wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten des Rohlings voneinander abweichende Raumgewichte aufweisen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohling mit Hilfe von Infrarotstrahlen erwärmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmung so durchgeführt wird, dass die Oberfläche des Rohlings bis zu einer Tiefe von 1 mm verflüssigt wird, während die Kernzone eine plastische Formbarkeit erhält.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als aufzukaschierendes Flächengebilde ein Bahnensmaterial eingesetzt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in verschiedenen Bereichen der Hohlform hinsichtlich der physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften voneinander abweichende Bahnensmaterialien eingesetzt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als aufzukaschierendes Flächengebilde ein vorprofiliertes Flächenelement eingesetzt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Flächengebilde aus Metall, Holz, Kunststoff oder Leder eingesetzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Flächengebilde eingesetzt wird, das flexibel ist und/oder tiefziehfähige Eigenschaften aufweist.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Flächengebilde in Form einer Folie und/oder eines textilen Flächengebildes aus natürlichen oder synthetischen Werkstoffen eingesetzt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlform Schneide- und/oder Prägewerkzeuge aufweist, welche parallel oder im Anschluss an die Schliessbewegung der Hohlform betätigt werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlform während des Formprozesses evakuiert wird.

Die CH-PS 289 307 schildert ein Verfahren zur Herstellung von Konstruktionselementen aus duroplastischen Schaumkunststoffen, deren Oberfläche zumindest in einem Teilbereich mit einer Deckschicht kaschiert ist. Zur Herstellung dieser Teile wird eine Hohlform verwendet, deren Innenwand mit der vorgesehenen Deckschicht verkleidet ist. In die solcher Art vorbereitete Form wird anschliessend das Reaktionsgemisch des vorgesehenen Kunststoffes eingegeben, welches mehr oder weniger spontan aufschäumt und hierbei unter Ausfüllung des vorhandenen Hohlraumes in eine feste Verbindung zu den Deckschichten tritt. Das erhaltene Werkstück wird anschliessend innerhalb der Form erwärmt, wodurch seine chemische Aushärtung beschleunigt wird. Da dieser Vorgang hinsichtlich seiner Zeittafel nicht beliebig verkürzt werden kann, ist es üblich, einer zentral angeordneten Dosier- und Einspritzmaschine für die einzelnen Kunststoffkomponenten eine Vielzahl von Hohlformen zuzuordnen, die in einem exakt abgestimmten zeitlichen Rhythmus vorbereitet, mit dem Reaktionsgemisch gefüllt, ausgeheizt und entleert werden. Die dabei erzielte Mengenausbringung pro Zeiteinheit ist im wesentlichen abhängig von der Anzahl der eingesetzten Hohlformen, und da deren Beschaffungskosten im Vergleich zu den Kosten der verfahrenstechnisch unumgänglich notwendigen Einrichtungen eine untergeordnete Größenordnung haben, besteht ausser aus Gründen der Produktivität auch aus Gründen der Rentabilität ein gewisser Zwang zum Bau von Anlagen mit einer grösseren Anzahl von Hohlformen. Bei bestimmten Fertigungen, beispielsweise solchen, die einem umfangreichen Typenprogramm bzw. breitgefächerten Größenreihen innerhalb der einzelnen Typen unterliegen, ergeben sich hieraus jedoch erhebliche Schwierigkeiten, die insbesondere aus wirtschaftlichen Gründen die Anwendung dieses Verfahrens erschweren oder ausschliessen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Formgebung und zur Kaschierung eines Konstruktionsteiles aus Schaumkunststoff zu entwickeln, bei dem die Art und die relative Grösse des aufkaschierten Flächengebildes in weitgehender Hinsicht dem freien Ermessen überlassen bleibt und welches, durch Ermöglichung kurzer Taktzeiten, insbesondere die wirtschaftliche Fertigung von Konstruktionsteilen aus häufig wechselnden Typenprogrammen bzw. umfangreichen Größenreihen erlaubt.

Um diese Aufgabe zu lösen, ist das erfindungsgemäss Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass ein geschlossenzelliger, thermoplastischer Schaumkunststoff eingesetzt wird und dass aus diesem ein Rohling gebildet wird, welcher bis zum Anschmelzen seiner Oberfläche und zur plastischen Verformbarkeit seiner Kernzone erwärmt wird, wonach er zusammen mit einem aufzukaschierenden Flächengebilde in eine Hohlform eingebracht wird, in welcher er während der und im Anschluss an die Schliessbewegung an seiner Oberfläche mit dem Flächengebilde verklebt, wobei er das Flächengebilde unter Ausbildung der Gestalt des fertigen Werkstückes gegen die Innenwand der Hohlform presst.

Als geschlossenzelliger Schaumkunststoff kann zweckmässig ein vernetztes Polyolefin, vorzugsweise ein vernetztes Polyäthylen, eingesetzt werden. Der Rohling kann aus einem Bahnensmaterial gebildet werden, und zwar gegebenenfalls mehrschichtig, wobei die Schichten gegebenenfalls voneinander abweichende Raumgewichte aufweisen können. Als besonders zweckmässig hat es sich erwiesen, wenn der Rohling mit Hilfe von Infrarotstrahlen erwärmt wird, und es können ausserordentlich vorteilhafte Ergebnisse erzielt werden, wenn diese Erwärmung so durchgeführt wird, dass die Oberfläche des Rohlings bis zu einer Tiefe von 1 mm verflüssigt wird, während die Kernzone eine plastische Formbarkeit erhält.

Als aufzukaschierendes Flächengebilde kann ein Bahnensmaterial eingesetzt werden, wobei in verschiedenen Bereichen

der Hohlform gegebenenfalls hinsichtlich der physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften voneinander abweichende Bahnenmaterialien verwendet werden können. In einer anderen Ausführungsform kann als Flächengebilde ein gegebenenfalls vorprofiliertes Flächenelement hoher mechanischer Festigkeit eingesetzt werden, welches vorzugsweise aus Metall, Holz, Kunststoff, Leder und/oder einem Kombinationswerkstoff aus diesen Werkstoffen bestehen kann. Stattdessen kann man auch ein Flächengebilde einsetzen, welches eine hohe Flexibilität und/oder tiefziehfähige Eigenschaften aufweist, insbesondere in Form einer Folie und/oder eines textilen Flächengebildes aus natürlichen und/oder synthetischen Werkstoffen.

Für die Fertigung vieler Werkstücke kann zweckmässig sein, die Hohlform mit Schneide- und/oder Prägewerkzeugen zu versehen, welche parallel oder im Anschluss an die Schliessbewegung betätigt werden können. Weiterhin kann die Hohlform in der oberen und/oder in der unteren Formhälfte Öffnungen aufweisen, die gegebenenfalls mit einem Vakuum- und/oder Druckluftanschluss versehen sein können.

Ausführungsbeispiele des erfundungsgemässen Verfahrens werden nachfolgend anhand der Fertigung eines Schuhunterteiles näher erläutert. Die Anwendbarkeit des Verfahrens ist aber selbstverständlich nicht auf die Fertigung solcher Teile beschränkt, sondern es besteht eine Vielzahl von weiteren Anwendungsmöglichkeiten.

Unterteile von Schuhen werden herkömmlicherweise aus mehreren einzeln ausgestanzten Teilen zusammengeklebt. Sie bestehen insbesondere aus einer Brandsohle, einem mehr oder weniger anatomisch geformten Fussbett sowie einer Deckenschicht für dieses Fussbett. Hinsichtlich der verwendeten Materialien kamen bisher insbesondere Lederfaserwerkstoffe, echtes Leder bzw. Kunstleder sowie Werkstoffe auf Zellstoffbasis zur Anwendung. Neben dem Zwang zu einer handwerklichen Fertigungsmethode war damit allerdings der Nachteil verbunden, dass sich so auf wirtschaftliche Weise kaum ein anatomisch richtig ausgebildetes Fussbett herstellen liess.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird nunmehr für die Ausbildung eines Fussbettes ein geschlossen-zellig geschäumter, thermoplastischer Kunststoff eingesetzt. Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung geschlossen-zelliger, vernetzter Polyolefinschäume erwiesen, insbesondere die Verwendung von geschlossen-zelligen, vernetzten Polyäthylen-schäumen, wobei deren Wichte in weitem Rahmen schwanken kann, sich jedoch insbesondere in einem Bereich 30 bis 300 kg/m<sup>3</sup> bewegt.

Das Volumen des in eine Hohlform einzusetzenden Rohlings soll im wesentlichen dem Volumen des fertigen Werkstückes entsprechen. Da einer Ausweitung dieses Volumens in horizontaler Richtung, bedingt durch die Kontur des Werkzeuges, Grenzen gesetzt sind, ist es erforderlich, dessen Dicke zu variieren, was beispielsweise erfolgen kann, indem mehrere Lagen eines entsprechenden flächenhaften Materials zusammenkaschiert werden. Zur Erzielung besonderer Eigenschaften des fertigen Werkstückes, beispielsweise in schwingungstechnischer Hinsicht, ist es hierbei ohne weiteres möglich, für die einzelnen Lagen Werkstoffe mit voneinander abweichender Wichte einzusetzen.

Das Material wird vorwiegend in Bahnenform eingesetzt, und es lässt sich auf diese Weise ein außerordentlich hoher Automatisierungsgrad bei der Durchführung des Verfahrens erzielen. Es ist auch möglich, gegebenenfalls speziell angepasste Bahnenzuschnitte oder Rohlinge einer sonstigen Form einzusetzen.

Der gegebenenfalls auf eine der vorstehend geschilderten Weisen vorbereitete Rohling wird anschliessend intensiv erwärmt, wobei es von wesentlicher Bedeutung ist, einen ganz bestimmten Temperaturverlauf über den Querschnitt des Roh-

lings zu erzeugen. Während insbesondere im Bereich seiner zu kaschierenden Oberflächen ein Überschreiten des Schmelzpunktes unerlässlich ist, soll im Bereich der Kernzone lediglich eine plastische Verformbarkeit erreicht werden. Unter Bezugnahme auf die Verwendung eines geschlossen-zelligen, vernetzten Polyäthylen-schaumes für die Ausbildung des Rohlings bedeutet das, dass die Oberfläche eine Temperatur von ca. 150 bis 250 °C aufweisen muss, während die Kernzone den Temperaturbereich von 70 bis 120 °C keinesfalls überschreiten darf. Hinsichtlich der technischen Realisierung einer derartigen Erwärmung bestehen verschiedene Möglichkeiten. Besonders günstige Ergebnisse wurden unter Verwendung von Infrarotsstrahlern erzielt, die in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des zu erwärmenden Schaumkunststoffes angebracht werden.

Der erwärmte Rohling wird anschliessend zusammen mit dem oder mit den aufzukaschierenden Flächengebildern in eine Hohlform eingebracht, die unverzüglich geschlossen und gegebenenfalls evakuiert wird. Bei diesem Vorgang kommt es unter Ausbildung der Gestalt des fertigen Werkstückes zu einer festen Verbindung der Oberfläche des Rohlings mit den aufzukaschierenden Teilen und diese werden gegebenenfalls unter Veränderung ihrer Form fest gegen die Innenwand der Hohlform gepresst. Bedingt durch die anschliessende Abkühlung verliert der Kunststoff seine weitere Fliessfähigkeit, und das fertige Werkstück kann unmittelbar entnommen werden, ein Vorgang, der beispielsweise durch das Einblasen von Druckluft unter das Werkstück auf einfache Weise automatisiert werden kann. Bei einer verhältnismässig hohen Taktfolge dient diese Druckluft außerdem dazu, die Temperatur der verwendeten Werkzeuge innerhalb der verfahrenstechnisch günstigen Grenzen zu halten. Die Anwendung von Schneid- und/oder Prägewerkzeugen in Verbindung mit den Formwerkzeugen hat insbesondere den Zweck, das bisher erforderliche separate Randbeschneiden der Werkstücke zu vermeiden. Auf diese Weise wird nochmals eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens erzielt.

Hinsichtlich der aufzukaschierenden Flächengebilde bestehen außerordentlich weitgespannte Möglichkeiten, da die vorgezugsweise verwendeten geschlossen-zelligen, vernetzten Polyolefinschäume gegebenenfalls unter Anwendung von Haftvermittlern ausgezeichnete Bindeeigenschaften zu allen einschlägig verwendbaren Werkstoffen aufweisen. Deren spezifische Auswahl ergibt sich infolgedessen aus den spezifischen Erfordernissen, denen die Beschichtung in dem entsprechenden Bereich zu genügen hat.

Da die Brandsohle in einem Schuhunterteil in erster Linie die Aufgabe hat, dem Schuh insgesamt eine hohe mechanische Stabilität zu verleihen, eignen sich hierfür insbesondere relativ steife Materialien, beispielsweise Lederfaserwerkstoffe. Materialien dieser Art haben jedoch häufig eine zu hohe Eigenstabilität, um durch den Schaum verformt werden zu können. In diesen Fällen ist es erforderlich, die Teile im Rahmen eines separaten Prägevorganges vor dem Einbringen in die Hohlform an deren Konturen anzupassen. Kommen diesbezüglich Werkstoffe zur Anwendung, die eine sehr hochliegende spezifische Wärme haben, beispielsweise metallische Werkstoffe, dann kann es erforderlich sein, diese vor dem Einbringen in die Form gegebenenfalls leicht vorzuwärmen.

Da die Oberflächenkaschierung von Schuhunterteilen ebenso wie die Innenauskleidung von Schuhen weitgehend von ästhetischen Gesichtspunkten bestimmt wird, können hierfür leichte Flächengebilde mit einer hohen Flexibilität und tiefziehfähigen Eigenschaften eingesetzt werden, beispielsweise in Form von Folien oder in Form von textilen Flächengebildern. Besonders gute Ergebnisse werden unter Anwendung thermoplastischer Materialien erzielt. Daneben kann eine ausgezeichnete Konturenschärfe insbesondere im Bereich der Randzonen

des erzielten Formkörpers dadurch begünstigt werden, dass die Formhälften während und im Anschluss an den Schliessvorgang evakuiert werden.

Der besondere Vorteil des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass eine Automatisierung mit relativ einfachen Mitteln möglich ist. Das Verfahren arbeitet mit kürzesten

Taktzeiten in der Größenordnung von 5 Sekunden, und es gewährleistet bei Verwendung von Mehrfachwerkzeugen neben einer hohen Mengenausbringung eine verblüffend einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Änderung des Fertigungsprogrammes.