



(10) **DE 10 2016 106 972 B4** 2018.04.19

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 106 972.8**
(22) Anmeldetag: **15.04.2016**
(43) Offenlegungstag: **19.10.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.04.2018**

(51) Int Cl.: **B29C 44/44 (2006.01)**
B29C 44/06 (2006.01)
B29C 44/58 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Vereinigung zur Förderung des Instituts
für Kunststoffverarbeitung in Industrie und
Handwerk an der Rhein.-Westf. Technischen
Hochschule Aachen e.V., 52062 Aachen, DE**

(72) Erfinder:
**Theunissen, Matthias, 52074 Aachen, DE; Behm,
Henrik Wolfgang, 70469 Stuttgart, DE; Steeger,
Stefan, 51789 Lindlar, DE**

(74) Vertreter:
Kohlmann, Kai, Dipl.-Ing., 52078 Aachen, DE

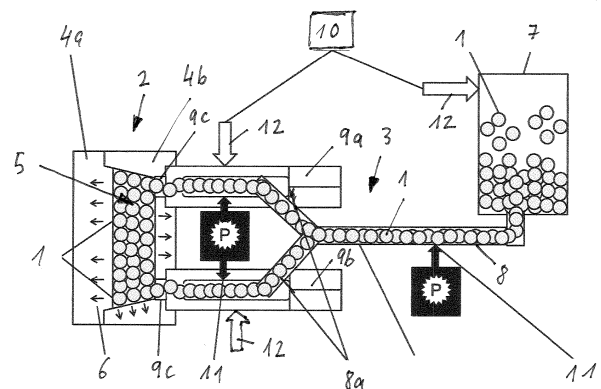
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2011 004 502	A1
EP	1 813 408	A1

(54) Bezeichnung: **Formteilprozess und Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen**

(57) Hauptanspruch: Formteilprozess zum Herstellen von Formteilen umfassend die Schritte:

- diskontinuierliches Einbringen von Schaumstoffpartikeln (1) aus Kunststoff mit Hilfe eines Trägergases (12) in eine Form (5),
- Vorbehandeln der Schaumstoffpartikel (1) mit einem Plasma vor dem Einbringen,
- Verschweißen der eingebrachten Schaumstoffpartikel (1) zu dem Formteil in der Form (5) und
- Entformen des Formteils, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Schaumstoffpartikel (1) mittels mindestens eines Füllinjektors (9a, 9b) als Bestandteil der Füllstrecke (3) in die Form (5) eingebracht werden und
- die Vorbehandlung in dem mindestens einen Füllinjektor (9a, 9b) erfolgt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Formteilprozess nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Formteilprozesses zum Herstellen von Formteilen aus Schaumstoffpartikeln aus Kunststoff nach dem Oberbegriff des Anspruchs 17. Die granularen Schaumstoffpartikel bestehen beispielsweise aus Polypropylen, Polystyrol, Polyethylen oder thermoplastischem Polyurethan und weisen einen Durchmesser von ca. 1-6 mm auf; sie weisen eine geschlossenzellige Struktur auf, wobei die einzelnen Zellen mit Luft oder einem Treibmittel, wie beispielsweise Butan/Pentan, gefüllt sind.

[0002] Die Schaumstoffpartikel werden zyklisch in eine gasdurchlässige Form eingeblasen und mittels eines Wärmeträgermediums, üblicherweise unter Überdruck stehender Heißdampf, miteinander verschweißt. Nach einer Abkühlphase kann das Formteil entformt werden.

[0003] Aus der DE 41 32 429 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Formteilen, insbesondere Sonnenblenden für Kraftfahrzeuge bekannt, bei dem Schaumstoffpartikel aus Polypropylen (EPP) mit einem Partikeldurchmesser im Bereich von etwa 2-2,5 mm zusammen mit einem Heißdampf von ca. 120°C in eine Form eingebracht, verdichtet und verschweißt werden.

[0004] Die EP 1 155 799 A1 beschreibt ein weiteres Verfahren zum Herstellen eines Formteils aus Schaumstoffpartikeln, die aus Polypropylen (EPP) oder expandiertem Polystyrol (EPS) bestehen, wobei in einem Füllschritt die Schaumstoffpartikel in eine Form eingebracht werden, um eine die Form im Wesentlichen ausfüllende Partikelschüttung zu erzielen. In einem anschließenden Aufquellschritt wird Heißdampf, gegebenenfalls alternierend durch die Form zum Aufquellen der Schaumstoffpartikel hindurchgeleitet, sodass die Schaumstoffpartikel miteinander verschweißen. Die Form weist zwei Formhälften auf, über die Heißdampf zu- und abgeführt werden kann.

[0005] Die DE 10 2013 110 242 A1 beschreibt ein Verfahren zum Herstellen von Formteilen bei dem nach dem Einbringen von Schaumstoffpartikeln aus thermoplastischem Polyurethan (ETPU) Dampf, vorzugsweise trockener Heiß- oder Satttdampf in die Kavität der Form eingeleitet wird. Dabei erfolgt zum einen eine Spülung des zwischen den Schaumstoffpartikeln verbliebenen Zwickelvolumens mit Verdrängung der darin enthaltenen Luft und zum anderen eine Erhitzung der Schaumstoffpartikel, verbunden mit einer Volumenvergrößerung und einem flächigen Verschweißen der Schaumstoffpartikel miteinander. Der zum Verschweißen erforderliche Dampf wird außerhalb der Form erzeugt und über eine Mehrzahl von gleichmäßig verteilten Dampfeinlässen in

die Form eingebracht, um eine gleichmäßige Temperaturverteilung zu gewährleisten.

[0006] Alternative Heizkonzepte ohne ein die Form durchströmendes Wärmeträgermedium für die Verschweißung der Schaumstoffpartikel sind für die industrielle Herstellung von Formteilen nicht verbreitet.

[0007] Ein wesentlicher Nachteil sämtlicher bekannter Formteilprozesse besteht darin, dass bei jedem Zyklus (Schuss) die Formen stark aufgeheizt und vor dem Entformen in einer Abkühlphase wieder abgekühlt werden müssen. Hieraus resultieren ein hoher Energieverbrauch und recht lange Zyklus-Zeiten.

[0008] Die DE 10 2011 004 502 A1 offenbart einen Formteilprozess zur Herstellung eines Formteils, bei dem Polypropylen - Schaumstoffpartikel über eine Förderstrecke einer Form zugeführt werden. In der Förderstrecke ist eine Vorbehandlungseinheit zum Vorbehandeln der Polypropylen - Schaumstoffpartikel vorgesehen. Die Vorbehandlung erfolgt vor dem Einbringen der Schaumstoffpartikel in die Form. Die Vorbehandlung kann eine Koronabehandlung oder auch eine Plasmabehandlung sein. Durch die Vorbehandlung soll die Polarität der Oberfläche des hergestellten Formteils erhöht werden, damit dieses durch Verbinden mit einem weiteren Bauteil zu einem zusammengesetzten Erzeugnis weiterverarbeitet werden kann, ohne dass die Zykluszeit zur Herstellung des zusammengesetzten Erzeugnisses verlängert wird.

[0009] Die EP 1 813 408 A1 betrifft ein Verfahren zum Befüllen von Formwerkzeugen mit expandierten Polymerpartikeln, wobei man die Polymerpartikel mit einem Trägergas einer Füllvorrichtung zuführt und anschließend mittels der Füllvorrichtung mit dem Trägergas in das Formwerkzeug einbringt, wobei die Polymerpartikel temperiert werden, bevor oder während sie die Füllvorrichtung verlassen.

[0010] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Formteilprozess mit verbesserter Energiebilanz und kürzeren Zyklus-Zeiten zu schaffen. Des Weiteren soll eine Funktionalisierung der Schaumstoffpartikel ermöglicht werden. Schließlich soll eine Vorrichtung zur Durchführung des Formteilprozesses vorgeschlagen werden.

[0011] Diese Aufgabe wird durch einen Formteilprozess mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 17 gelöst. Um ein Abkühlen der Schaumstoffpartikel auf dem Weg zur Form zu vermeiden, erfolgt das Vorbehandeln der Schaumstoffpartikel mit dem Plasma unmittelbar vor dem Einbringen in die Form. Hierzu ist der Plasmaerzeuger an einem Füllinjektor angeordnet, der unmittelbar in der Form mündet.

[0012] Durch die Vorbehandlung mit einem Plasma wird die für die Verschweißung erforderliche Wärmeenergie den Schaumstoffpartikeln ganz oder teilweise vor dem Einbringen in die Form zugeführt. Wird die erforderliche Wärmeenergie nur teilweise zugeführt, wird die übrige für das Verschweißen erforderliche Wärmeenergie mittels eines die Form durchströmenden Wärmeträgermediums, insbesondere Heißdampf, zugeführt.

[0013] Durch das Vorbehandeln der Schaumstoffpartikel mit einem Plasma wird die für das Verschweißen erforderliche Wärmeenergie nahezu ausschließlich in die Schaumstoffpartikel eingebracht. Im Stand der Technik heizt der in die Form eingebrachte Heißdampf indes zu einem nicht unerheblichen Teil das aus Metall bestehende Formwerkzeug auf. Folglich wird durch die Vorbehandlung der Schaumstoffpartikel der Energieverbrauch für die Verschweißung deutlich reduziert.

[0014] Aufgrund der gezielten Aufheizung vorzugsweise lediglich der Oberfläche der Schaumstoffpartikel und der geringeren Aufheizung des Formwerkzeuges verkürzt sich die Aufheizzeit der Schaumstoffpartikel und die Abkühlzeit des Formteils nach dem Verschweißen. Die Reduktion der Aufheiz- und Abkühlzeiten verkürzt die Zyklus-Zeit für die Herstellung eines Formteils und verbessert damit die gesamte Wirtschaftlichkeit des Formteilprozesses.

[0015] Zugleich bewirkt die Vorbehandlung eine Funktionalisierung der Oberflächen der Schaumstoffpartikel, die deren Oberflächenenergie erhöht. Bei der anschließenden Verschweißung der Schaumstoffpartikel kann sich hieraus eine verbesserte Verschweißbarkeit und eine erhöhte Verbundfestigkeit ergeben. Zudem hat das Plasma eine reinigende Wirkung auf die Oberflächen der Schaumstoffpartikel. Ein Teil der niedermolekularen Spezies wird aus der gasdurchlässigen Form mit dem Gasstrom abtransportiert. Die Funktionalisierung der Oberfläche der Schaumstoffpartikel kann zu Vernetzungsreaktionen, Brüchen der polymeren Ketten sowie dem Einbau funktioneller Gruppen in die Oberfläche sowie topographischen Veränderungen der Oberfläche führen.

[0016] Ein weiterer Effekt der Vorbehandlung durch das Plasma besteht darin, dass eine elektrostatische Aufladung der Schaumstoffpartikel kompensiert und hierdurch das Einbringen der Schaumstoffpartikel in die Form deutlich vereinfacht wird. Schließlich bedarf es für die Vorbehandlung der Schaumstoffpartikel mittels Plasma keiner Benetzung oder Additivierung der typischerweise unpolaren Schaumstoffpartikel aus Kunststoff.

[0017] Sofern die vollständige Wärmeenergie zum Verschweißen durch die Vorbehandlung mittels Plasma eingebracht wird, bietet der erfindungsgemäße

Formteilprozess den weiteren Vorteil, dass kein Wärmeträgermedium bereitgestellt, der Form zugeführt und schließlich aus der Form entfernt werden muss.

[0018] Das Einbringen der Schaumstoffpartikel in die Form erfolgt vorzugsweise mit einem Druckfüllverfahren, bei dem die Schaumstoffpartikel mithilfe eines Trägergases entlang einer Füllstrecke zu der Form transportiert werden. Die in einem Vorratsbehälter unter Druck stehenden Schaumstoffpartikel werden entlang der Füllstrecke, insbesondere mittels mindestens eines Füllinjektors in die Form gefördert, wobei zwischen der Form und der Füllstrecke eine Druckdifferenz besteht.

[0019] Um eine möglichst gleichmäßige Erwärmung und Funktionalisierung der Schaumstoffpartikel zu erreichen, wird in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung eine turbulente Strömung des Trägergases in der Füllstrecke erzeugt.

[0020] Vorzugsweise wird über die Vorbehandlung der Schaumstoffpartikel mittels Plasma so viel Energie in die Schaumstoffpartikel eingebracht, dass diese bis zu der Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT) des Kunststoffes erwärmt werden, aus dem die Schaumstoffpartikel bestehen. Eine Erwärmung über diese Temperatur hinaus bis zur Schmelztemperatur des Kunststoffes bewirkt, dass ein Verschweißen der Schaumstoffpartikel bereits in der Füllstrecke auftritt. Im Ergebnis muss daher die Erwärmung durch das Plasma abhängig von dem jeweils verwendeten Kunststoffmaterial der Schaumstoffpartikel bestimmt werden.

[0021] Bei einer Erwärmung der Schaumstoffpartikel bis zu der Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT) muss für die Verschweißung in der Form lediglich noch eine geringe Wärmemenge in die Schaumstoffpartikel eingebracht werden, um die Temperatur an der Oberfläche der Schaumstoffpartikel auf einen Wert größer oder gleich der Schmelztemperatur anzuheben.

[0022] Wird durch das Vorbehandeln der Schaumstoffpartikel so viel Wärmeenergie zugeführt, dass die Oberflächentemperatur der Schaumstoffpartikel größer oder gleich der Schmelztemperatur des Kunststoffes ist, beginnt eine Verschweißung der Schaumstoffpartikel bereits in der Füllstrecke. Die teilweise miteinander verschweißten Schaumstoffpartikel werden ähnlich einem Extruder in die Form eingebracht, wo das formfixierende Verschweißen der Schaumstoffpartikel vollendet wird.

[0023] Das Plasma kann durch Anregung eines Prozessgases erzeugt werden, wobei das in den Plasmazustand überführte Prozessgas beispielsweise über eine Düse oder Einlassöffnung in das Träger-

gas eingeleitet wird. Alternativ wird das Plasma durch unmittelbare Anregung des Trägergases erzeugt.

[0024] Zur Einstellung der Zufuhr der Wärmeenergie zu den Schaumstoffpartikeln kann die Anleistungsleistung des Plasmaerzeugers und/oder der Volumenstrom und/oder der Druck und/oder die Zusammensetzung des Prozessgases beziehungsweise des Trägergases eingestellt werden. Wird das Plasma durch unmittelbare Anregung des Trägergases erzeugt, kann lediglich der Volumenstrom, der Druck und die Zusammensetzung des Trägergases eingestellt werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Plasma jedoch durch Anregung des Prozessgases erzeugt, das in das Trägergas eingeleitet wird. In diesem Fall kann die Zufuhr der Wärmeenergie zusätzlich durch Einstellen des Volumenstroms, des Drucks und der Zusammensetzung des Prozessgases eingestellt werden.

[0025] Anlagentechnisch ist es vorteilhaft, wenn das Plasma in einem Prozessgas bei einem Druck erzeugt wird, der ungefähr dem Druck des Trägergases entspricht. Der Druck des Trägergases in dem Füllinjektor beträgt beispielsweise etwa 6 bar. Das Plasma wird ähnlich einem Atmosphärendruckplasma in dem unter Überdruck stehenden Strom des Prozessgases erzeugt.

[0026] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Formteilprozesses werden die Schaumstoffpartikel vor dem Einbringen komprimiert. Die Kompression kann mechanisch oder durch Beaufschlagung der Schaumstoffpartikel mit einem Druck oberhalb des Atmosphärendrucks erfolgen. Die Kompression bewirkt, dass der Druck in den geschlossenen Zellen der Schaumstoffpartikel steigt. Beim Verschweißen der Schaumstoffpartikel in der Form führt dies zu einer stärkeren Expansion der Schaumstoffpartikel, sodass das fertige Formteil eine geringere Dichte aufweist. Die Kompression hat damit letztendlich die Wirkung eines Treibmittels.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das verschweißte Formteil vor dem Entformen aus der Form umgeformt werden. Die Umformung kann beispielsweise mithilfe eines Pressstempels oder im Wege einer gezielten Druckbeaufschlagung in der Form erfolgen. Derartige Umformschritte sind insbesondere dann sinnvoll, wenn sich das gewünschte Formteil in der Form nicht in einem Schritt herstellen lässt.

[0028] Eine vorteilhafte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ergibt sich aus den Merkmalen der Ansprüche 17-22.

[0029] Nachfolgend werden das erfindungsgemäße Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung

des Verfahrens anhand der einzigen Figur näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0030] **Fig. 1** zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung eines Formteilprozesses zum Herstellen von Formteilen aus Schaumstoffpartikeln (1) aus Kunststoff umfassend ein Formwerkzeug (2) und eine Füllstrecke (3).

[0031] Das Formwerkzeug (2) umfasst zwei Formwerkzeughälften (4a, 4b), die in geschlossenem Zustand eine Form (Kavität) (5) begrenzen. In den Formwerkzeughälften (4a, 4b) sind mit der Form (5) kommunizierende Ein- bzw. Auslässe (6) zum Ausleiten eines Trägergases aus der Form (5) beziehungsweise zum Einleiten eines Wärmeträgermediums (Heißdampf) in die Form (5), enthalten.

[0032] Die Füllstrecke (3) umfasst einen Vorratsbehälter (7) zur Aufnahme der Schaumstoffpartikel (1), eine an den Vorratsbehälter (7) angeschlossene Rohrleitung (8), eine Verzweigung (8a), die an einem Ende mit der Rohrleitung (8) und an den beiden anderen Enden mit zwei Füllinjektoren (9a, 9b) verbunden ist. Jeder der beiden Füllinjektoren (9a, 9b) weist einen Ein- und Auslass (9c) sowie eine Treibdüse auf, die mit einer Trägergaszufuhr (10), beispielsweise in Form einer Druckluftquelle, verbunden ist.

[0033] Zum Einbringen der Schaumstoffpartikel (1) im Wege des Druckfüllverfahrens ist die Trägergaszufuhr (10) zudem mit dem Vorratsbehälter (7) verbunden, sodass die Schaumstoffpartikel in dem Vorratsbehälter (7) unter einem gegenüber dem Atmosphärendruck erhöhten Druck stehen. Die Füllinjektoren (9a, 9b) arbeiten nach dem Prinzip der Strahlpumpe. Über die Treibdüse wird das Trägergas (12) als Treibmedium in die Füllinjektoren (9a, 9b) eingeleitet. In einer Mischkammer der Füllinjektoren (9a, 9b) trifft der Trägergasstrahl auf ein mit Schaumstoff beladenes Gasgemisch enthaltend das über die Rohrleitung zugeführte Trägergas (12) sowie ein plasmabehandeltes Prozessgas, das ebenfalls in den Füllinjektor (9a, 9b) eingeleitet wird. Durch Impulsübertragung wird in jedem Füllinjektor (9a, 9b) das mit Schaumstoffpartikeln (1) beladene Gasgemisch beschleunigt und in Richtung des Auslasses (9c) mitgerissen, der unmittelbar in der Form (5) mündet. Die Füllinjektoren (9a, 9b) sind nach dem Einbringen der Schaumstoffpartikel (1) in die Form (5) über einen Nadelverschluss verschließbar.

[0034] Der Plasmaerzeuger (11) zur Vorbehandlung der Schaumstoffpartikel (1) mittels eines Plasmas kann unmittelbar an den Füllinjektoren (9a, 9b) oder im Bereich der zu den Füllinjektoren führenden Rohrleitung (8) angeordnet sein. Im dargestellten Aus-

führungsbeispiel weist der Plasmaerzeuger (11) eine zur Anregung eines Prozessgases eingerichtete Entladungsstrecke auf und ist derart an die Rohrleitung (8) beziehungsweise die Füllinjektoren (9a,9b) angeschlossen, dass das angeregte Prozessgas in das Trägergas in der Rohrleitung (8) beziehungsweise den Füllinjektoren (9a,9b) eingeleitet wird.

[0035] Die Plasmaerzeugung erfolgt vorzugsweise in den Füllinjektoren (9a, 9b), d.h. kurz vor dem Einbringen der Schaumstoffpartikel in die Form (5). Hierdurch wird auf dem weiteren Transportweg der Schaumstoffpartikel in die Form (5) eine Abkühlung der vorerwärmten Schaumstoffpartikel verhindert. Sofern jedoch, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel mehrere Füllinjektoren (9a,9b) in der Form (5) münden, die über eine zentrale Rohrleitung (8) mit dem Vorratsbehälter (7) verbunden sind, kann es sich aus konstruktiven Gründen empfehlen, lediglich in der zentralen Rohrleitung (8) einen Plasmaerzeuger für mehrere Füllinjektoren anzuordnen. Hierdurch wird der apparative Aufwand für die Plasmaerzeugung reduziert.

[0036] Der Plasmaerzeuger (11) zur Vorbehandlung der Schaumstoffpartikel (1) mittels eines Plasmas kann alternativ unmittelbar in die Rohrleitung (8) beziehungsweise die Füllinjektoren (9a, 9b) integriert werden und eine zur unmittelbaren Anregung des Trägergases eingerichtete Entladungsstrecke aufweisen.

[0037] Die durch die Plasmaanregung erwärmten Schaumstoffpartikel (1) werden in die Form (5) eingebracht. Über die Auslässe (6) in den Formwerkzeughälften kann das in die Form zusammen mit den Schaumstoffpartikeln (1) gelangende Trägergas entweichen, während die Schaumstoffpartikel (1) in der Form verbleiben.

[0038] Nach vollständiger Füllung der Form (5) mit Kunststoffpartikeln (1), wie in Fig. 1 angedeutet, wird die Verschweißung der vorerhitzten Schaumstoffpartikel über an sich bekannte Verfahren mittels eines Wärmeträgermediums, insbesondere Heißdampf, durchgeführt, das über die Einlässe (6) in die Form (5) eingeleitet wird.

[0039] Die Verschweißung wird durch die Plasmafunktionalisierung ebenso verbessert, wie die Eigenschaften der Oberfläche des mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Formteils.

Nr.	Bezeichnung
1.	Schaumstoffpartikel
2.	Formwerkzeug
3.	Füllstrecke
4a, 4b.	Formwerkzeughälften

Nr.	Bezeichnung
5.	Form
6.	Ein- bzw. Auslass
7.	Vorratsbehälter
8.	Rohrleitung
8a.	Verzweigung
9a, 9b.	Füllinjektoren
9c.	Auslass
10.	Trägergaszufuhr
11.	Plasmaerzeuger
12.	Trägergas

Patentansprüche

1. Formteilprozess zum Herstellen von Formteilen umfassend die Schritte:

- diskontinuierliches Einbringen von Schaumstoffpartikeln (1) aus Kunststoff mit Hilfe eines Trägergases (12) in eine Form (5),
- Vorbehandeln der Schaumstoffpartikel (1) mit einem Plasma vor dem Einbringen,
- Verschweißen der eingebrachten Schaumstoffpartikel (1) zu dem Formteil in der Form (5) und
- Entformen des Formteils, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Schaumstoffpartikel (1) mittels mindestens eines Füllinjektors (9a, 9b) als Bestandteil der Füllstrecke (3) in die Form (5) eingebracht werden und
- die Vorbehandlung in dem mindestens einen Füllinjektor (9a, 9b) erfolgt.

2. Formteilprozess nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorbehandeln unmittelbar vor dem Einbringen erfolgt.

3. Formteilprozess nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaumstoffpartikel (1) vor dem Einbringen mit Hilfe des Trägergases (12) entlang einer Füllstrecke (3) zu der Form (5) transportiert werden.

4. Formteilprozess nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine turbulente Strömung des Trägergases (12) in der Füllstrecke (3) erzeugt wird.

5. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Plasma die Oberfläche der Schaumstoffpartikel (1) physikalisch und /oder chemisch funktionalisiert.

6. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch das Vorbehandeln den Schaumstoffpartikeln (1) aus Kunststoff höchstens so viel Wärmeenergie zugeführt wird, dass die maximale Oberflächentempera-

tur der Schaumstoffpartikel (1) kleiner oder gleich der Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT) des Kunststoffes ist.

7. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch das Vorbehandeln den Schaumstoffpartikeln (1) aus Kunststoff so viel Wärmeenergie zugeführt wird, dass die Oberflächentemperatur der Schaumstoffpartikel (1) größer oder gleich der Schmelztemperatur des Kunststoffes ist.

8. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Plasma durch Anregung eines Prozessgases erzeugt wird und das in den Plasmazustand überführte Prozessgas in das Trägergas (12) eingeleitet wird.

9. Formteilprozess nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Plasma in dem Prozessgas mit einem Druck erzeugt wird, der dem Druck des Trägergases (12) entspricht.

10. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Plasma durch unmittelbare Anregung des Trägergases (12) erzeugt wird.

11. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Plasma als Hochdruckplasma erzeugt wird.

12. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zufuhr der Wärmeenergie zu den Schaumstoffpartikeln (1) durch Einstellen der Anregungsleistung und/oder des Volumenstroms und/oder des Drucks und/oder der Zusammensetzung des Prozessgases und/oder des Trägergases (12) eingestellt wird.

13. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verschweißen im Anschluss an das vollständige Einbringen der Schaumstoffpartikel (1) in die Form (5) erfolgt.

14. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Verschweißen der Schaumstoffpartikel (1) ein Wärmeträgermedium in die Form (5) eingeleitet wird.

15. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaumstoffpartikel (1) während des Verschweißens in der Form (5) komprimiert werden.

16. Formteilprozess nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaumstoffpartikel (1) vor dem Einbringen komprimiert werden.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Formteilprozesses nach einem der Ansprüche 1 bis 16 umfassend

- eine Form (5) eingerichtet zum Verschweißen von Schaumstoffpartikeln (1) aus Kunststoff,
- eine Füllstrecke (3) zum Einbringen von Schaumstoffpartikeln (1) aus Kunststoff in die Form (5),
- eine an die Füllstrecke (3) angeschlossene Trägergaszufuhr (10), eingerichtet für einen Transport der Schaumstoffpartikel (1) mittels des zugeführten Trägergases (12) entlang der Füllstrecke (3) in Richtung der Form (5) und
- mindestens einen an der Füllstrecke (3) angeordneten Plasmaerzeuger (11), der für eine Vorbehandlung der Schaumstoffpartikel (1) mit Plasma vor dem Einbringen in die Form (5) eingerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Füllstrecke (3) einen Füllinjektor (9a, 9b) mit einem Ein- und einem Auslass (9c) sowie einer Treibdüse aufweist und die Trägergaszufuhr (10) an die Treibdüse angeschlossen ist und
- mindestens ein Plasmaerzeuger (11) an dem Füllinjektor (9a, 9b) angeordnet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllstrecke (3) einen Vorratsbehälter (7) zur Aufnahme der Schaumstoffpartikel (1) aufweist und die Trägergaszufuhr (10) an den Vorratsbehälter (7) angeschlossen ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auslass (9c) in der Form (5) mündet.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17-19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Plasmaerzeuger (11) eine zur Anregung des Trägergases (12) eingerichtete Entladungstrecke aufweist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17-20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Plasmaerzeuger (11) eine zur Anregung eines Prozessgases eingerichtete Entladungstrecke aufweist und derart an die Füllstrecke (3) angeschlossen ist, dass das angelegte Prozessgas in das Trägergas (12) eingeleitet wird.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17-21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Form (5) Öffnungen zum Hindurchleiten eines Wärmeträgermediums aufweist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

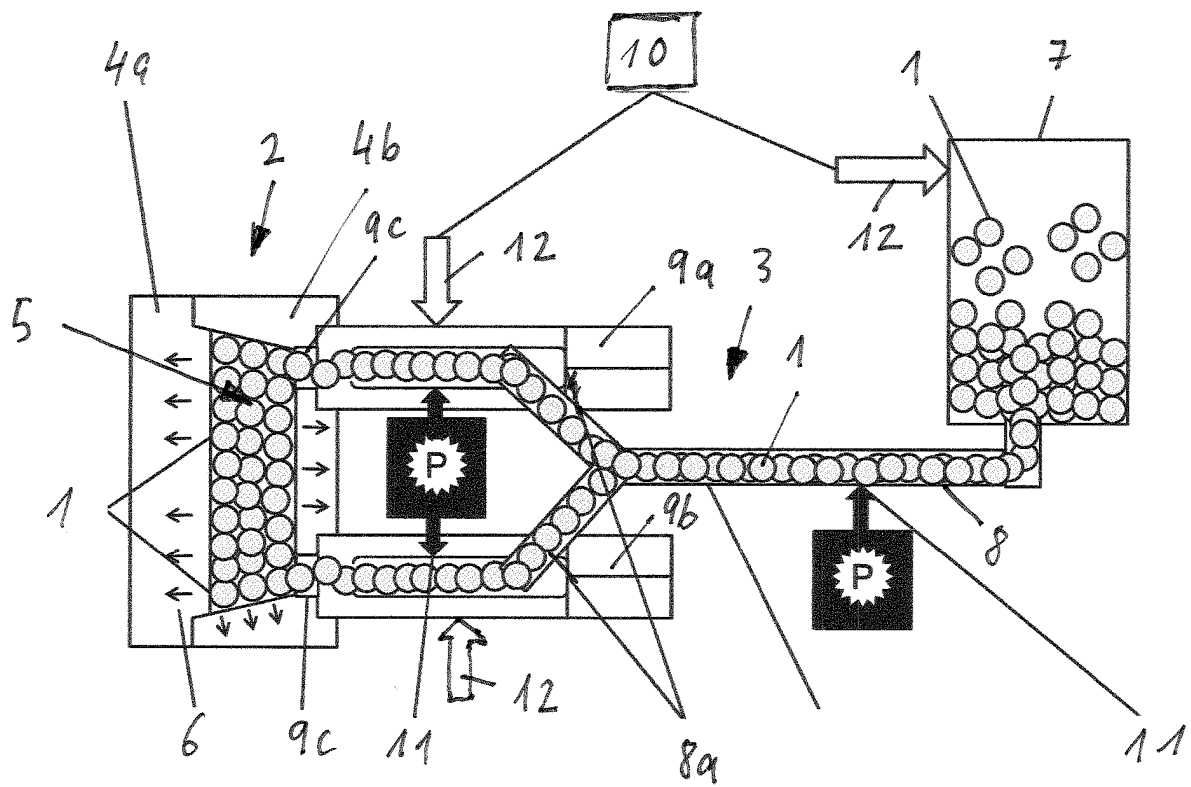


Fig. 1