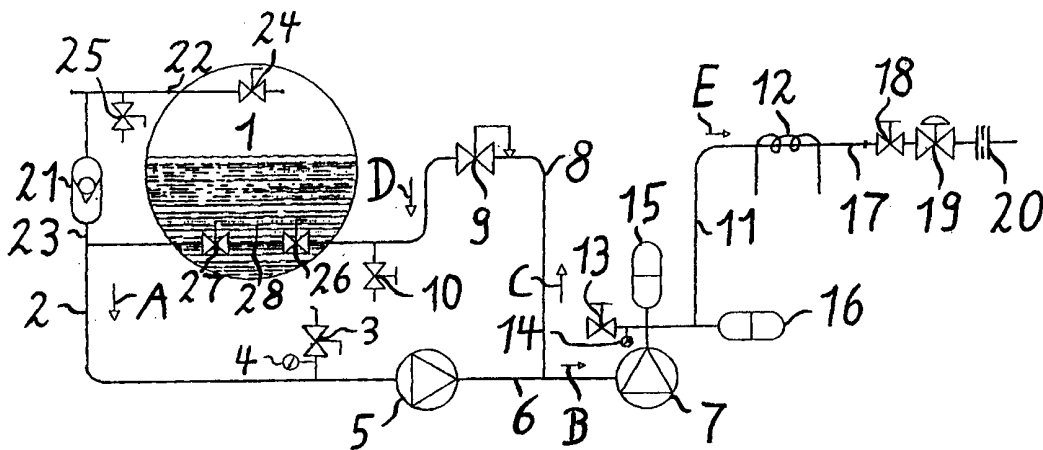


<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B29C 44/34</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/43483</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. September 1999 (02.09.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/01071</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 19. Februar 1999 (19.02.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 08 266.5 27. Februar 1998 (27.02.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MESSER FRANCE S.A. [FR/FR]; 84, rue Charles Michels, F-93206 Saint Denis Cedex (FR).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BEAUGE, Claude [FR/FR]; 109, rue de la Marne, F-95610 Eragny-sur-Oise (FR). LE MOUAL, Michel [FR/FR]; 49, rue des Vignes, F-94230 Cachan (FR). DUCCELLIER, Christophe [FR/FR]; 9, place Cusino, F-77290 Mitry-Mory (FR).</p> <p>(74) Anwalt: BERDUX, Klaus; Höhenstrasse 17, D-63829 Krombach (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, CA, CZ, HU, MX, PL, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FOAMING PLASTICS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHÄUMEN VON KUNSTSTOFFEN



(57) Abstract

The invention relates to a method for foaming plastics by using carbon dioxide as a foaming agent. According to the inventive method, liquid or supercritical carbon dioxide is placed under an increased pressure and fed to the plastic in order to foam the plastic. The invention also relates to a device for foaming plastic by using carbon dioxide as a foaming agent where a source for liquid or supercritical carbon dioxide is connected to at least one device provided for increasing the pressure of the carbon dioxide.

(57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Schäumen von Kunststoff unter Verwendung von Kohlendioxid als Schäumungsmittel wird flüssiges oder überkritisches Kohlendioxid auf einen erhöhten Druck gebracht und dem Kunststoff zugeführt, um den Kunststoff zu schäumen. Bei einer Vorrichtung zum Schäumen von Kunststoff unter Verwendung von Kohlendioxid als Schäumungsmittel steht eine Quelle für flüssiges oder überkritisches Kohlendioxid in Verbindung mit mindestens einer Einrichtung zur Erhöhung des Druckes des Kohlendioxids.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidtschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren und Vorrichtung zum Schäumen von Kunststoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtung zum Schäumen von Kunststoffen mit Hilfe von Kohlendioxid.

5

Kunststoffe in zäh fließbaren Verarbeitungszuständen kann man derart begasen, daß echte Schäume aus zusammengewachsenen Gasblasen oder Strukturen mit Poren von typisch 0,2 bis 3 mm Durchmesser entstehen, deren Wandungen durch chemisches Vernetzen und Abkühlen standfest werden. Die meisten Schäume von
10 Kunststoffen, in folgenden als „Schaumstoffe“ bezeichnet, sind porig mit durchgehendem Kunststoffgerüst (Saechtling-Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser Verlag 1974, Seite 47, Kap. 3.2.1.: Allgemeines über Schaumstoffe).

15 Schaumstoffe werden durch Begasungen hergestellt.

Es sind Verfahren bekannt, bei denen permanente Gase, meist Stickstoff, unter ca. 200 atü Druck in heißplastische Kunststoffmassen eingebracht werden (Saechtling-Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser
20 Verlag 1974, Seite 48, Kap. 3.2.2.1.: Begasungsarten, permanente Gase).

Bei anderen Verfahren werden als physikalische Treibmittel leicht verdampfende Kohlenwasserstoffe, z. B. Pentan bis Heptan, Chlorkohlenwasserstoffe, wie Methylchlorid, Methylenchlorid, Trichlor-Aethylen oder Chlor-Fluor-Alkane,
25 eingesetzt (Saechtling-Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser Verlag 1974, Seite 48, Kap. 3.2.2.2.: Begasungsarten, physikalische Treibmittel).

Auch chemische Treibmittel, die sich bei höheren Temperaturen unter Bildung
30 inerte Gase und geruch- und geschmackloser, nicht-toxischer Rückstände zersetzen, werden verwendet. Chemische Treibmittel sind für alle Verfahren der

Porenbildung bei höheren Temperaturen brauchbar (Saechtling-Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser Verlag 1974, Seite 50, Kap. 3.2.2.3.: Begasungsarten, chemische Treibmittel).

- 5 Es ist bekannt, Schäum-Mischungen mit physikalischen oder chemischen Treibmitteln geringe Mengen feinteiliger Feststoffe oder Kohlendioxyd abspaltende Mischungen von Natriumhydrogencarbonat und festen organischen Säuren zuzusetzen (Saechtling-Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser Verlag 1974, Seite 50, Kap. 3.2.2.4.: Begasungsarten, Keimbildner und Porenregler).
- 10

- Ferner sind Verfahren bekannt, um Polyamid-Schaumstoff durch Kohlendioxyd-Abspaltung bei der Syntese aus Caprolactam herzustellen. Hierzu wird Isocyanat-haltiges und Natrium-Borhydrid-haltiges Caprolactam bei einer
- 15 Temperatur zwischen 100 bis 140° C unter Druck vermischt. Auch bei der Polyurethan-Schaumbildung wird die Wirkung der Kohlendioxid -Abspaltung ausgenutzt, wobei für bestimmte Produkte eine Ergänzung oder Ersetzung durch Schäumen mit leicht flüchtigen, physikalischen Treibmitteln vorgenommen wird (Saechtling-Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser
- 20 Verlag 1974, Seiten 50-15, Kap. 3.2.2.5.: Begasungsarten, Kohlendioxid-Abspaltung bei der Synthese).

- Polyurethan-Hart-Schaum kann chemisch, durch Kohlendioxid-Gasabspaltung bei Zugabe von Wasser zum Reaktionsgemisch, und mit Halogenalkanen als
- 25 physikalische, durch die Reaktionswärme verdampfende Treibmittel geschäumt werden. Das zweite überwiegend angewandte Verfahren gibt gleichmäßigere und wärmetechnisch bessere Produkte. Beim freien Schäumen werden Raumgewichte von 23 bis 26 kg/m³, unter Gegendruck (Formschäumen) von größer 100 kg/m³ erreicht. Billiger arbeitet man durch unmittelbares Vermischen der Komponenten
- 30 in "One Shot"-Verfahren, bessere Produkte mit mehr geschlossenen Zellen erhält man mit Hilfe des Prepolymer-Verfahrens. Beim "One-Shot"-Verfahren wird aus

dem Polyol, Isocyanat, Katalysator, Treibmittel und Emulgator ein
Reaktionsgemisch hergestellt und daraus der Polyurethan-Schaum gewonnen.
Beim Prepolymer-Verfahren wird aus Polyol und Isocyanat im Überschuß ein
Prepolymer mit freien Isocyanat-Gruppen hergestellt und aus Polyol, Katalysator,
5 Emulgator und Treibmittel wird eine Polyol-Komponente hergestellt, welche mit
dem dem Prepolymer zur einem Reaktionsgemisch vermischt wird (Saechtling-
Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser Verlag 1974,
Seiten 399-402, Kap. 4.6.1.9.3.1.: Polyurethan (PUR)-Schaumstoffe, PUR-
Hart-Schaum).

10

Polyurethan-Weich-Schaum wird frei, überwiegend mit Wasser als chemischem
Treibmittel geschäumt. Es entstehen offenporig luftdurchlässig, hochelastisch
weiche Polyäther-Schäume, die insbesondere als Sitzpolsterungen,
Verpackungen, Isolierungen sowie für viele Haushaltsartikel eingesetzt werden
15 (Saechtling-Zebrowski, "Kunststoff Taschenbuch", 19. Auflage, Carl Hanser
Verlag 1974, Seite 402, Kap. 4.6.1.9.3.2.: Polyurethan (PUR)-Schaumstoffe,
PUR-Weich-Schaum).

20

Es ist die Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zum
Schäumen von Kunststoff bereitzustellen, mit welchem die Porengröße und
Porengrößenverteilung in dem geschäumten Kunststoff optimiert wird.

25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit Verfahren unter Verwendung
von Kohlendioxid als Schäumungsmittel, bei dem flüssiges oder überkritisches
Kohlendioxid auf einen erhöhten Druck gebracht wird und dem Kunststoff
zugeführt wird, um den Kunststoff zu schäumen.

30

Unter dem Begriff "Kunststoff" sind hier alle denkbaren Arten von Kunststoff sowie
deren Mischungen zu verstehen, die geeignet sind, geschäumt zu werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist ein Einsatz von Chlor-Fluor-Carbonat oder -Hydrocarbonat oder von Isocyanat als Schäumungsmittel nicht mehr notwendig. Kohlendioxid ist vergleichsweise kostengünstig und -im Gegensatz zu beispielsweise Isocyanat- nicht giftig.

5

Durch den relativ hohen Druck des Kohlendioxids, der vorzugsweise deutlich höher ist als der Druck des Volumenstroms des zu schäumenden Kunststoffes, können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Kunststoffe mit einer relativ geringen Porengröße hergestellt werden.

10

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, daß das flüssige oder überkritische Kohlendioxid auf eine erhöhte Temperatur gebracht wird und dem Kunststoff zugeführt wird, um den Kunststoff zu schäumen.

15 Nach der Erfindung beträgt der erhöhte Druck des Kohlendioxids 150 bis 300 bar, vorzugsweise aber 220 bis 280 bar.

Erfindungsgemäß beträgt die erhöhte Temperatur des Kohlendioxids 30 bis 50 °C, vorzugsweise ca. 40°C.

20

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, daß das Kohlendioxid nach Erhöhung des Drucks oder des Drucks und der Temperatur eine Viskosität von 12×10^{-4} bis 35×10^{-4} poise aufweist. Unter dem Begriff "Viskosität" ist hier die dynamische Viskosität zu verstehen.

25

Nach der Erfindung weist das Kohlendioxid nach Erhöhung des Drucks oder des Drucks und der Temperatur eine Dichte von 300 bis 1000 g/l auf.

Vorzugsweise befindet sich das Kohlendioxid nach Erhöhung des Drucks oder des
30 Drucks und der Temperatur im überkritischen Zustand.

Erfindungsgemäß beträgt der Volumenstrom des Kohlendioxids 0,5 bis 5 g/sec, bevor das Kohlendioxid dem Kunststoff zugeführt wird.

5 Es ist nach der Erfindung vorgesehen, daß der Druck in mindestens zwei Stufen erhöht wird, wobei vorzugsweise der Druck in einer ersten Stufe erhöht wird auf einen Wert zwischen 20 und 80 bar, anschließend der Druck in einer zweiten Stufe erhöht wird auf einen Wert zwischen 200 und 300 bar und anschließend die Temperatur erhöht wird auf einen Wert zwischen 30 bis 50 °C.

10 Nach der Erfindung ist es vorgesehen, daß das Kohlendioxid dem Kunststoff diskontinuierlich, vorzugsweise intermittierend mit einer Frequenz von 1 bis 10 mal pro Minute, zugeführt wird. Die intermittierende Zuführung kann zum Beispiel mit Hilfe eines Steuerventils, beispielsweise mit elektronischer oder pneumatischer Steuerung erfolgen.

15 Erfindungsgemäß erfolgt die diskontinuierliche Zufuhr des Kohlendioxids synchron mit einer diskontinuierlichen Zufuhr des Kunststoffs in eine Vorrichtung zu dessen Weiterverarbeitung oder Formgebung.

20 Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung zum Schäumen von Kunststoff unter Verwendung von Kohlendioxid als Schäumungsmittel gelöst, bei der eine Quelle für flüssiges oder überkritisches Kohlendioxid in Verbindung steht mit mindestens einer Einrichtung zur Erhöhung des Druckes des Kohlendioxids, die in Verbindung steht mit einer Einrichtung zum
25 Schäumen des Kunststoffs. Als Einrichtung zur Erhöhung des Druckes wird gemäß der Erfindung eine Pumpe, vorzugsweise eine pneumatische Pumpe, eingesetzt. Diese Pumpe hat den Vorteil einer relativ sicheren und zuverlässigen Arbeitsweise und ist zudem relativ kostengünstig. Vorzugsweise wird die
30 Einrichtung zur Erhöhung des Druckes ebenfalls mit gasförmigem Kohlendioxid betrieben. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß im Grundsatz keine Druckluft zum

Betreiben der Vorrichtung und des Verfahrens notwendig ist. Ein Einsatz von Druckluft ist aber ebenso denkbar und durch die Erfindung nicht ausgeschlossen.

5 Nach der Erfindung ist es vorgesehen, daß einer Einrichtung zur Erhöhung des Drucks des Kohlendioxids mindestens eine Einrichtung zur Erhöhung der Temperatur des Kohlendioxids nachgeschaltet ist. Mit Hilfe der Einrichtung zur Erhöhung der Temperatur des Kohlendioxids wird vorzugsweise eine Heizeinrichtung mit dazugehöriger Temperaturregeleinrichtung verwendet. Beispielsweise kann ein Wärmetauscher in einem Ölbad und eine Einrichtung zur
10 Thermostatisierung des Ölbad eingesetzt werden.

Erfindungsgemäß ist der Einrichtung zur Erhöhung des Drucks des Kohlendioxids mindestens eine Einrichtung zur Regelung des Volumenstroms des Kohlendioxids nachgeschaltet. Als Einrichtung zur Regelung des Volumenstroms des
15 Kohlendioxids wird vorzugsweise eine Drosselblende eingesetzt.

Nach der Erfindung weist die Vorrichtung zwei Einrichtung zur Erhöhung des Drucks des Kohlendioxids in zwei Stufen auf. Erfindungsgemäß wird der Druck in einer ersten Stufe erhöht mit Hilfe einer geeigneten Druckerhöhungseinheit, z. B.
20 einer pneumatischen Pumpe, und anschließend der Druck in einer zweiten Stufe weiter erhöht mit Hilfe einer weiteren Druckerhöhungseinheit als Hochdruckpumpe.

Das erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtung wird vorteilhaft zur zur
25 Herstellung eines Schaumes aus einem Polypropylen, einem Polyurethan oder einem Polystyrol verwendet.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung wird vorteilhaft verwendet, um die üblichen Schäumungsmittel, wie Pentan, Methylenchlorid oder andere
30 Kohlenwasserstoffe oder Lösungsmittel, zu ersetzen.

Die Erfindung ist beispielhaft anhand von Zeichnungen (Fig. 1 und Fig. 2) dargestellt.

Es zeigen:

5

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung mit einer zweistufigen Druckerhöhung und

10 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung mit einer einstufigen Druckerhöhung zur Herstellung von Polyurethan Schaumstoff.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung mit einer zweistufigen Druckerhöhung dargestellt. Aus einem Vorratstank 1 wird flüssiges Kohlendioxid mit einem Druck von ca. 20
15 bar und einer Temperatur von ca. -20 °C durch eine Leitung 2 mit Absperr-einrichtung 3 und Meßeinrichtung 4 einer ersten Druckerhöhungseinheit 5, beispielsweise einer Förderpumpe, zugeführt (siehe Pfeil A) und auf einen Druck von ca. 80 bar gebracht (erste Stufe der Druckerhöhung). Das in der ersten Stufe druckerhöhte Kohlendioxid wird über eine Leitung 6 einer zweiten
20 Druckerhöhungsstufe zugeführt (siehe Pfeil B) und mit einer zweiten Druckerhöhungseinheit 7, beispielsweise einer zweiten Förderpumpe. Ein Teilstrom des in der ersten Stufe druckerhöhten Kohlendioxids kann im Bedarfsfall rückgeführt werden (siehe Pfeile C und D) in den Vorratstank 1 über eine Leitung 8 und Absperr-einrichtungen 9 und 10. In dem zweiten Verdichter wird das
25 Kohlendioxid auf einen Druck von ca. 250 bar verdichtet und anschließend über eine Leitung 11 einer Einrichtung zur Temperaturerhöhung 12 zugeführt (siehe Pfeil E). In der Leitung 11 sind eine Absperr-einrichtung 13 mit Meßeinrichtung 14 sowie Druckbehälter 15 und 16 angeordnet. Die Druckbehälter 15 und 16 haben die Aufgabe, die durch die hohe Verdichtung auftretenden Pulsationen zu
30 dämpfen bzw. zu eliminieren. Mit Hilfe der Einrichtung zur Temperaturerhöhung 12 wird eine Temperatur des Kohlendioxids von ca. 40 °C eingestellt und gehalten

und anschließend wird das Kohlendioxid mit einem Druck von ca. 250 bar und einer Temperatur von ca. 40 °C über eine Leitung 17 mit Absperreinrichtungen 18 und 19 und über eine Drosselblende 20 dem Kunststoff zugeführt, um diesen zu schäumen (hier nicht dargestellt). In dem Vorratstank 1 für flüssiges Kohlendioxid wird die Temperatur und der Druck über eine Einrichtung, zum Beispiel eine Druckaufbauvorrichtung 21 und damit in Verbindung stehende Leitungen 22 und 23 mit Absperreinrichtungen 24 und 25 eingestellt. Die Entnahme und die Rückführung von Kohlendioxid in und aus dem Vorratstank 1 wird über im Vorratstank 1 angeordnete Absperreinrichtungen 26 und 27 in einer Leitung 28 eingestellt.

In Fig. 2 ist schematisch eine Vorrichtung mit einer einstufigen Druckerhöhung zur Herstellung von Polyurethan-Schaumstoff dargestellt. Analog zu der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung wird hier aus einem Vorratstank 1 flüssiges Kohlendioxid entnommen. Das Kohlendioxid wird über eine Leitung 2, über eine Filtereinrichtung 29 und über eine Leitung 30 einer Druckerhöhungseinheit 7 zugeführt. In der Leitung 26 ist vor der Filtereinrichtung 29 eine Absperreinrichtung 3 mit Meßeinrichtung 4 angeordnet. Mit Hilfe der Druckerhöhungseinheit 7 wird das Kohlendioxid auf einen Druck von ca. 250 bar verdichtet. Über einen mit der Leitung 30 verbundenen Druckspeichertank 31, einen Erhitzer 32 und nachfolgenden Absperreinrichtungen 33 und 34 wird die Druckerhöhungseinheit 7 betrieben. Es ist ebenso möglich, eine Druckerhöhungseinheit 7 einzusetzen, welche mit Druckluft betrieben wird. Das in der Druckerhöhungseinheit 7 auf einen Druck von ca. 250 bar verdichtete Kohlendioxid wird anschließend über eine Leitung 11 einer Einrichtung zur Temperaturerhöhung 12 zugeführt. In der Leitung 11 sind Absperreinrichtung 13 mit Meßeinrichtung 14 und Absperreinrichtung 35 sowie ein Druckbehälter 15 angeordnet. Mit Hilfe des Druckbehälters 15 werden die Pulsationen abgedämpft bzw. eliminiert. Durch die Einrichtung zur Temperaturerhöhung 12 wird die Temperatur des Kohlendioxids auf ca. 40 °C eingestellt. Als Einrichtung zur Temperaturerhöhung 12 wird beispielsweise ein Wärmetauscher in einem Ölbad

und eine Einrichtung zur Thermostatisierung des Ölbad eingesetzt. Als Wärmetauscherrohr, durch welches das Kohlendioxid geleitet wird, kann beispielsweise ein Kupferrohr mit einem Außendurchmesser von ca. 10mm und einem Innendurchmesser von ca. 5 mm verwendet werden. Das Kupferrohr wird

5 in einem Ölbad, beispielsweise mit einem Volumen von 10 bis 15 l, angeordnet, welches mit einem Erhitzer und einer Temperaturmeß und -regeleinrichtung auf eine bestimmte Temperatur mit einer Genauigkeit von ca. ± 2 °C eingestellt und gehalten werden kann. Anschließend wird das Kohlendioxid über eine Leitung 36, die vorteilhaft thermisch isoliert ist, einer Einrichtung zur Regelung des

10 Kohlendioxid-Durchflusses 37 zugeführt. Danach wird das Kohlendioxid mit einem Druck von ca. 250 bar und einer Temperatur von ca. 40 °C über weitere Leitungen 38 und 39, die ebenso vorteilhaft thermisch isoliert sind und mit Absperreinrichtungen 18 und 19 und einer Drosselblende 20 versehen sind, dem Kunststoff zugeführt, um diesen in einer Einrichtung 40 zu schäumen und im

15 Bedarfsfall in einer Einrichtung zur Formgebung 41 in eine bestimmte äußere Form zu bringen. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des Verfahrens ergibt sich daraus, daß bereits bestehende Anlagen zur Herstellung von Polyurethan-Schaumstoff mit einer Leitung für das Polyol 42 und einer Leitung für das Isocyanat 43 auf relativ einfache und kostengünstige Weise

20 auf einen Betrieb mit dem erfindungsgemäßen Verfahren umgerüstet werden können, wobei eine Schaumbildung durch Isocyanat ganz oder teilweise durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Schaumbildung ersetzt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schäumen von Kunststoff unter Verwendung von Kohlendioxid als Schäumungsmittel,
5 bei dem flüssiges oder überkritisches Kohlendioxid auf einen erhöhten Druck gebracht wird und dem Kunststoff zugeführt wird, um den Kunststoff zu schäumen.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
10 bei dem flüssiges oder überkritisches Kohlendioxid auf eine erhöhte Temperatur gebracht wird und dem Kunststoff zugeführt wird, um den Kunststoff zu schäumen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
15 bei dem der erhöhte Druck des Kohlendioxids 150 bis 300 bar beträgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
bei dem der erhöhte Druck des Kohlendioxids 220 bis 280 bar beträgt.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
bei dem die erhöhte Temperatur des Kohlendioxids 30 bis 50 °C beträgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
25 bei dem das Kohlendioxid nach Erhöhung des Drucks oder des Drucks und der Temperatur eine Viskosität von 12×10^{-4} bis 35×10^{-4} poise aufweist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
30 bei dem das Kohlendioxid nach Erhöhung des Drucks oder des Drucks und der Temperatur eine Dichte von 300 bis 1000 g/l aufweist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
bei dem der Volumenstrom des Kohlendioxids 0,5 bis 5 g/sec beträgt, bevor das Kohlendioxid dem Kunststoff zugeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
bei dem der Druck in mindestens zwei Stufen erhöht wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
5 bei dem der Druck in einer ersten Stufe erhöht wird auf einen Wert zwischen 20 und 80 bar, bei dem anschließend der Druck in einer zweiten Stufe erhöht wird auf einen Wert zwischen 200 und 300 bar und bei dem anschließend die Temperatur erhöht wird auf einen Wert zwischen 30 bis 50 °C.
- 10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
bei dem das Kohlendioxid dem Kunststoff diskontinuierlich zugeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
bei dem das Kohlendioxid dem Kunststoff intermittierend zugeführt mit einer
15 Frequenz von 1 bis 10 mal pro Minute.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
bei dem die diskontinuierliche Zufuhr des Kohlendioxids synchron erfolgt mit
einer diskontinuierlichen Zufuhr des Kunststoffs in eine Vorrichtung zu dessen
20 Weiterverarbeitung oder Formgebung.
14. Vorrichtung zum Schäumen von Kunststoff unter Verwendung von
Kohlendioxid als Schäumungsmittel,
bei der eine Quelle für flüssiges oder überkritisches Kohlendioxid (1) in
25 Verbindung steht mit mindestens einer Einrichtung zur Erhöhung des Druckes des Kohlendioxids (7), die in Verbindung steht mit einer Einrichtung zum Schäumen des Kunststoffs (40).
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
30 bei der einer Einrichtung zur Erhöhung des Druckes des Kohlendioxids (7) mindestens eine Einrichtung zur Erhöhung der Temperatur des Kohlendioxids (12) nachgeschaltet ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15,
35 bei der der Einrichtung zur Erhöhung des Druckes des Kohlendioxids (7) mindestens eine Einrichtung zur Regelung des Volumenstroms des

Kohlendioxids (37) nachgeschaltet ist.

- 5 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
die zwei Einrichtung zur Erhöhung des Drucks des Kohlendioxids (5, 7) in
zwei Stufen aufweist.
- 10 18. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder einer
Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17 zur Herstellung eines
Schaumes aus einem Polypropylen, einem Polyurethan oder einem Polystyrol.
- 15 19. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder einer
Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17 zum vollständigen oder
teilweisen Ersetzen der üblichen Schäumungsmittel.

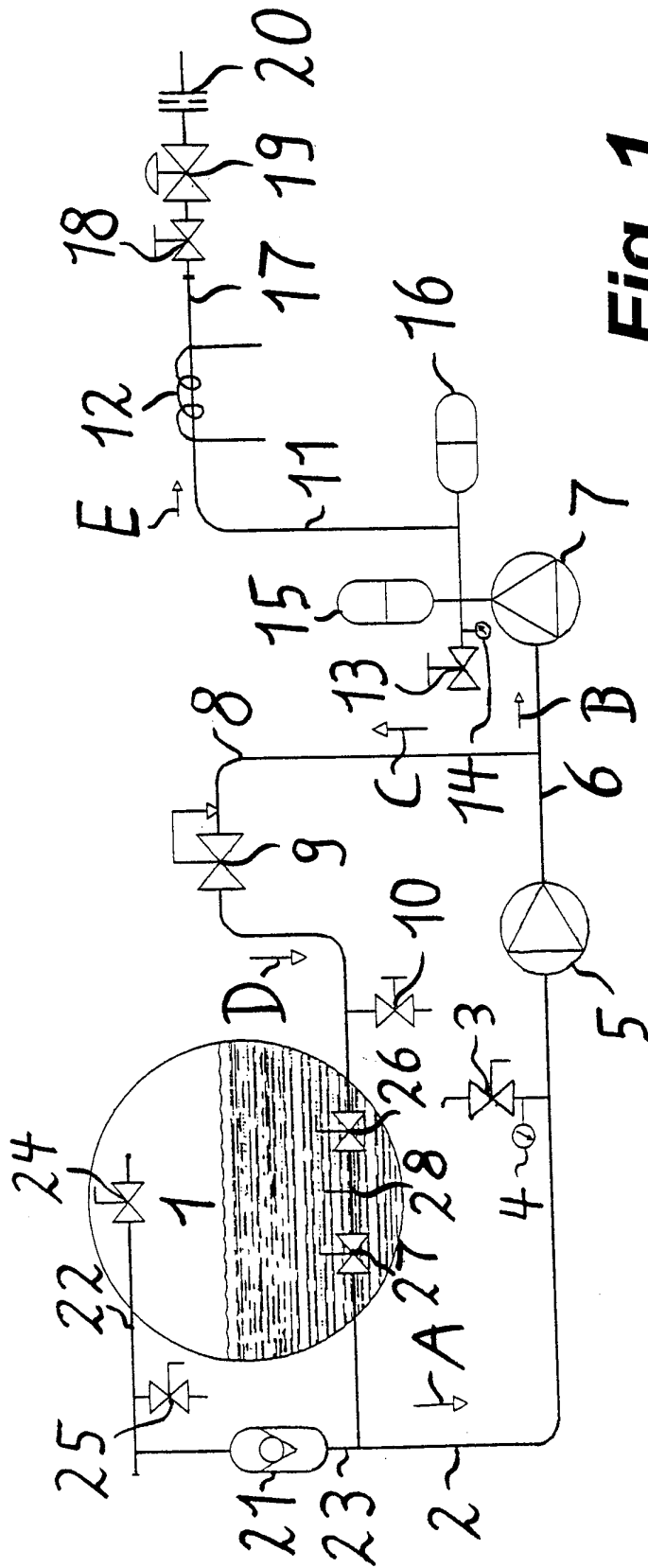


Fig. 1

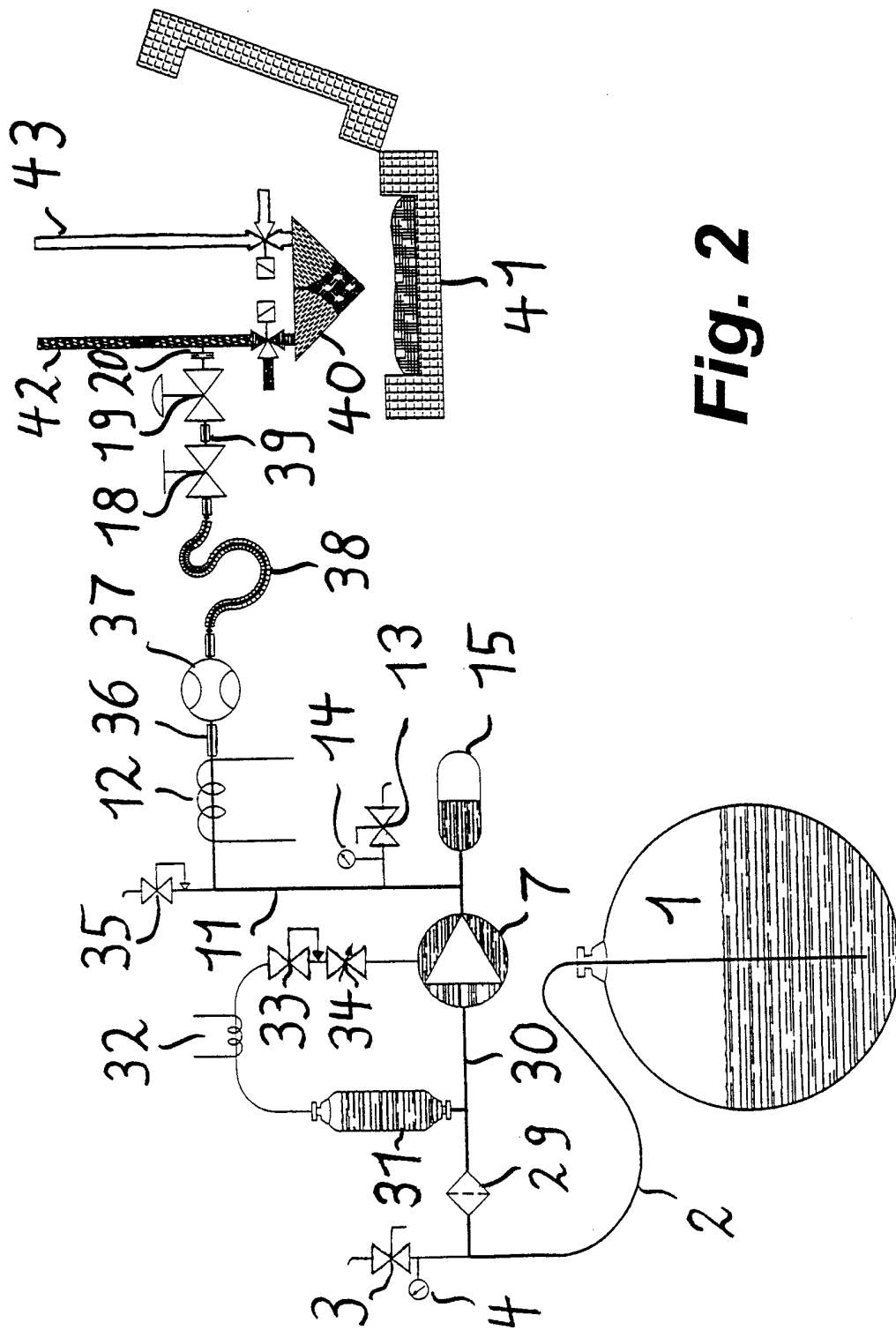


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No
PCT/EP 99/01071

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B29C44/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 818 292 A (MITSUI TOATSU CHEMICALS) 14 January 1998 see page 9, line 56 - page 10, line 13 -----	1-8, 14-16, 18, 19
A	EP 0 615 830 A (LINDE AG) 21 September 1994 see the whole document -----	1, 6-9, 14, 16-19

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 June 1999

Date of mailing of the international search report

21/06/1999

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pipping, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/01071

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0818292 A	14-01-1998	JP 10076560 A US 5830393 A	24-03-1998 03-11-1998
EP 0615830 A	21-09-1994	DE 4305866 A AT 161465 T CZ 9400325 A DE 59404849 D ES 2111783 T	01-09-1994 15-01-1998 15-02-1995 05-02-1998 16-03-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/01071

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B29C44/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 818 292 A (MITSUI TOATSU CHEMICALS) 14. Januar 1998 siehe Seite 9, Zeile 56 - Seite 10, Zeile 13 ---	1-8, 14-16, 18,19
A	EP 0 615 830 A (LINDE AG) 21. September 1994 siehe das ganze Dokument -----	1,6-9, 14,16-19

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Juni 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/06/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pipping, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/01071

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0818292 A	14-01-1998	JP 10076560 A US 5830393 A	24-03-1998 03-11-1998
EP 0615830 A	21-09-1994	DE 4305866 A AT 161465 T CZ 9400325 A DE 59404849 D ES 2111783 T	01-09-1994 15-01-1998 15-02-1995 05-02-1998 16-03-1998