



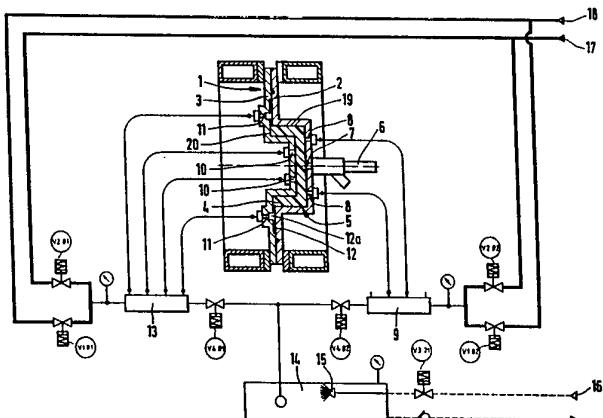
(51) Internationale Patentklassifikation 5 :	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/09973 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. Mai 1994 (11.05.94)
B29C 67/22, 33/38, 35/06		
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE93/00783		(81) Bestimmungsstaaten: AU, BB, BG, BR, BY, CA, CZ, FI, HU, JP, KP, KR, KZ, LK, MG, MN, MW, NO, NZ, PL, RO, RU, SD, SK, UA, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. August 1993 (27.08.93)		
(30) Prioritätsdaten: P 42 36 081.1 26. Oktober 1992 (26.10.92) DE		
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PH. KURTZ EISENHAMMER GMBH & CO. [DE/DE]; D-97907 Hasloch am Main (DE).		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : BEHL, Erhard, Konrad [DE/DE]; Weinweg 13, D-97906 Faulbach (DE).		
(74) Anwalt: HUFNAGEL, Walter; Bad Brückenauer Strasse 19, D-90427 Nürnberg (DE).		

(54) Title: METHOD OF MANUFACTURING MOULDED ARTICLES FROM CELLULAR PLASTIC, AND A MOULD FOR CARRYING OUT THE METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON FORMKÖRPERN AUS GESCHÄUMTEN KUNSTSTOFF UND FORM ZUR AUSÜBUNG DIESES VERFAHRENS

(57) Abstract

The method proposed for manufacturing moulded articles from cellular plastic is designed so that production of the mouldings requires little vacuum and steam and the mouldings have a very low moisture content. This is achieved by using a mould whose cavity walls are made of poorly heat-conducting material or have a suitable low-conducting coating. The mould cavity is evacuated, the expandable granulated material is fed under pressure into the evacuated mould and, when the cavity is filled, steam passed into the evacuated mould. The steam is switched off and the mould cavity again evacuated, the vacuum thus produced being maintained during the stabilization phase. After the stabilization phase, the mould is opened and the moulding ejected using pressure.



(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren zum Herstellen eines Formkörpers aus geschäumtem Kunststoff ist so ausgestaltet, daß der Formkörper bei geringem Vakuum- und Dampfbedarf herstellbar ist und eine sehr geringe Restfeuchte besitzt. Dies wird dadurch erreicht, daß eine Form verwendet wird, deren den Formhohlraum bildende Wände selbst aus schlecht wärmeleitfähigem Material bestehen oder entsprechend beschichtet sind, daß der Formhohlraum zunächst evakuiert, das expandierbare Granulat mit Überdruck in die evakuierte Form gefüllt und nach dem Füllvorgang in die evakuierte Form Dampf eingeschlossen wird. Nach dem Abschalten des Dampfdruckes wird der Formhohlraum erneut evakuiert und es wird das Vakuum während der Stabilisierungsphase aufrechterhalten. Nach der Stabilisierungsphase wird die Form geöffnet und der Formkörper mittels Überdruck ausgestoßen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BC	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowakenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolci	VN	Vietnam

Verfahren zum Herstellen von Formkörpern
aus geschäumtem Kunststoff und Form zur
Ausübung dieses Verfahrens

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen von Formkörpern aus geschäumtem Kunststoff und auf eine Form zur Ausübung dieses Verfahrens.

Ein derartiges Verfahren zum Herstellen vom Formkörpern aus geschäumtem Kunststoff ist in dem DE-Buch: "Expandierbares Polystyrol (EPS)", Reihe Kunststofftechnik, VDI-Verlag, Düsseldorf 1984, Seiten 99 bis 103 beschrieben. Dort ist ausgeführt, daß der Füllvorgang mit Granulat aus schäumbarem Polystyrol durch Vakuumfüllen durchgeführt werden kann. Hierzu wird der Formhohlraum vor dem Füllen evakuiert und anschließend das Füllventil geöffnet. Als Vorteile des Vakuumfüllens werden angegeben: Ersparnis an Füllluft, Füllen ohne Crack-Spalt mit entsprechender Materialersparnis, Verkürzung der Füllzeit und keine Luft zwischen den Perlen, die durch Dampf ausgetrieben oder erwärmt werden muß, was eine Dampfersparnis vermuten läßt.

Als nachteilig werden eine geringe Packungsdichte der EPS-Perlen und der dadurch notwendige Verfahrensschritt "Spülen mit Dampf" vor dem Querbedämpfen angegeben. Außerdem ergibt sich eine weniger schöne Oberfläche und in der Regel eine geringere Qualität als beim Druckfüllen. Deshalb wird dem Druckfüllen der Vorzug gegeben, zumal dadurch eine

Vakuumpumpe mit weitaus geringerer Leistung vorgesehen werden muß. Außerdem kommt man beim Druckfüllen infolge dichterer Packung mit weniger Füllinjektoren aus.

Nach dem Druckfüllen wird vorgeschlagen, eine Vakuumspülung zum Absaugen der Luft zwischen den Perlen anstelle einer Dampfspülung durchzuführen. Beim anschließenden Querbedampfen kann dann der Dampf besser zwischen den Perlen hindurchströmen und seine Wärme an diese abgeben. Hierdurch wird eine Dampfersparnis erreicht. Anschließend wird die Bedampfung in bekannter Weise durchgeführt.

Zur Abkühlung und Stabilisierung des ausgeschäumten Materials wird die Form üblicherweise mittels Kühlwasser abgekühlt. Genannt ist auch die sogenannte Kondensationskühlung, bei der in die die Form umgebende Dampfkammer kaltes Kühlwasser eingespritzt wird und dadurch ein Unterdruck von etwa 0,2 bis 0,4 bar erzeugt wird. Bei Anwendung der Kondensationskühlung werden Formkörper mit geringer Restfeuchte von etwa 4 bis 5 Gewichtsprozent erreicht.

Das Entformen und Auswerfen wird in üblicher Weise, beispielsweise mit Ausstoßern, unterstützt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine dafür geeignete Form anzugeben, mit dem bzw. mit der Formkörper aus geschäumtem Schaumstoff kostengünstig bei geringem Vakuum- und Dampfbedarf hergestellt werden können und die ferner eine sehr geringe Restfeuchte besitzen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruches 1.

Überraschenderweise wird durch die gleichzeitige Anwendung der bei der Vakuum- und Druckfülltechnik in Verbindung mit der Kondensationskühlung zur Anwendung gelangenden Verfahrensschritte eine erhebliche Energieeinsparung, insbesondere durch einen geringeren Dampfeinsatz und dem Entfallen besonderer Kühlmedien erreicht. Durch die Anwendung von Vakuum vor dem Füllvorgang und dem Füllen mittels Druckluft wird eine sehr intensive Füllung bei gleichmäßiger Fülldichte innerhalb sehr kurzer Zeit erreicht.

Durch das Einlassen des Dampfes unmittelbar in den evakuierten Formhohlraum ohne das übliche Beaufschlagen der die Form umgebenden Kammern mit diesem Dampf bleibt der Dampfzustand erhalten und es wird daher eine gleichmäßige Verteilung des Dampfes in der Form erreicht, wobei eine Kondensation des Dampfes an den schlecht wärmeleitenden Forminnenwänden bzw. an den schlecht wärmeleitenden Formwandschichten weitestgehend vermieden wird. Beim direkten Beschicken der Form mit Dampf erfolgt eine gleichmäßige Kondensation des Dampfes und daher eine intensive Energieabgabe an das während dieses Verfahrensschrittes ausschäumende Granulat. Bei der anschließenden erneuten Evakuierung der Form mit dem darin befindlichen Formkörper verdampft das Kondensat des Dampfes. Dadurch wird einerseits eine Kühlung des geschäumten Formkörpers und andererseits der Entzug von Feuchtigkeit am Formkörper bewirkt, so daß eine schnelle Stabilisierung des geschäumten Formkörpers und eine geringe Restfeuchte desselben erhalten wird. Schließlich ist durch den Ausstoß des geschäumten Formkörpers mit Unterstützung von Druckluft eine schnelle und rückstandslose Entformung möglich.

Die Gesamtheit der angewendeten Verfahrensschritte bedingt daher gegenüber bekannten Schäumungsverfahren eine hohe Energieersparnis bis zu 70% und ermöglicht damit Fertigungsanlagen mit geringerer installierter Leistung bei verkürzter Zykluszeit zum Herstellen von sehr trockenen Schaumstoff-Formkörpern einzusetzen.

Gelöst wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe auch mit den Merkmalen des gegenständlichen Anspruches 12, wobei wichtig ist, daß neben den Formwerkzeugteilen für die eigentliche Form keinerlei die Form nach außen hin umgebende, zusätzliche Kammern vorgesehen sind, um einen zusätzlichen Aufwand an Dampf, für die Evakuierung sowie auch um ein besonderes Kühlmedium zu vermeiden.

Weitere vorteilhafte Einzelheiten der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Steuerungsplan mit einer Form zur Ausübung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 1 a als Einzelheit einen Ausschnitt des einen von zwei Formwerkzeugteilen mit einer wärmeisolierenden Innenschicht,
- Fig. 2 eine Ansicht der mit einem Füllinjektor versehenen Außenseite der Form,
- Fig. 3 die der Außenseite der Fig. 2 gegenüberliegende Innenseite der Form und
- Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt des in Fig. 1 dargestellten Werkzeugs mit den vorgesehenen Auswerfstöpfeln.

In Fig. 1 ist mit 1 eine aus zwei Formwerkzeugteilen 2 bzw. 3 bestehende Form bezeichnet, die im Querschnitt in geschlossenem Zustand dargestellt ist. Sie bildet einen mit einem Formkörper 4 aus geschäumtem Kunststoff, beispielsweise aus expandierbarem Polystyrol, aus expandierbaren Copolymerisaten aus Polystyrol oder Polyäthylen oder aus expandierbarem Polymethylenmethacrylat, ausgefüllten Formhohlraum 5.

Das Formwerkzeugteil 2 ist mit einem Füllinjektor 6 versehen, der in eine Füllöffnung 7 desselben mündet. Weiterhin besitzt das Formwerkzeugteil 2 Öffnungen 8, die an einen ersten Verteiler 9 angeschlossen sind. Ebenso besitzt das Formwerkzeugteil 3 Öffnungen 10 im Bereich des Formhohlraumes 5 und eine Mehrzahl von Öffnungen 11, die im Bereich außerhalb des Formhohlraums 5 vorgesehen sind und die mit den Trennstellen 12 zwischen den beiden Formwerkzeugteilen 2, 3 in Verbindung stehen.

Sofern das Volumen der Trennstellen 12 für die Bedampfung und/oder für das Evakuieren nicht ausreichend sein sollte, können zusätzliche, mit den Trennstellen 12 in Verbindung stehende Erweiterungen 12a vorgesehen sein.

Die Öffnungen 10, 11 sind an einen zweiten Verteiler 13 angeschlossen.

Die Verteiler 9 bzw. 13 sind über je ein Ventil V 4.02 bzw. V 4.01 mit einem Unterdruckbehälter 14 verbunden, der an eine Zentralvakuumeinrichtung oder an eine Vakuumpumpe angeschlossen ist. Im Unterdruckbehälter 14 ist ein Zerstäuber 15 vorgesehen, der über ein Ventil V 3.21 mit einer Wasserleitung 16 verbunden ist.

Die Verteiler 9 bzw. 13 sind außerdem über je ein Ventil V 2.02 bzw. V 2.01 mit einer Druckluftleitung 17 und über je ein Ventil V 1.02 bzw. V 1.01 mit einer Dampfleitung 18 verbunden.

Die dem Formhohlraum 5 zugewandten Wandungen 19 bzw. 20 der Formwerkzeugteile 2, 3 sind mit einer etwa 0,3 mm bis 4 mm, insbesondere etwa 0,5 mm bis 3 mm dicken Formwandschicht 21 (siehe Fig. 1a und 4) aus schlecht wärmeleitfähigem Material versehen. Diese Formwandschicht 21 kann beispielsweise aus einer Glasur, aus Email, aus Kunststoff, insbesondere aus Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyesterimid, Polyimid oder dgl., bestehen. Diese Formwandschicht 21 bedeckt auch die dem Formhohlraum 5 zugewandten Oberflächen 22 der Auswerfstößel 23, wie in Fig. 4 veranschaulicht ist. Die Auswerfstößel 23 können hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch angetrieben sein. Die übrigen Teile der Formwerkzeugteile 2, 3, 23 bestehen aus Metall, beispielsweise aus Aluminium, Stahl, Stahllegierungen oder dgl.. Die Schichtdicke der Formwandschicht 21 und die Dicke des Metalls für die übrigen Teile der Form 1 werden so gewählt, daß einerseits beim Einlassen von Dampf praktisch keine Kondensation an den innenliegenden Formwandschichten 21 erfolgt und daß andererseits während des Prozeßablaufes an den Außenseiten der Formwerkzeugteile 2 bzw. 3 bei reiner Luftkühlung, also ohne besondere bzw. zusätzliche Kühlmittelanwendung, eine Oberflächentemperatur von höchstens etwa zwischen 50° bis 70°C, insbesondere von etwa 55° bis 60°C, auftritt.

Die Formwerkzeugteile 2, 3, 23 können auch aus einem entsprechend abgestimmten Kunststoff bestehen, d.h. jeweils einteilig ausgebildet sein. Beispielsweise kann ein hitzebeständiger, mit gut wärmeleitenden Partikeln und/oder

Fasern, beispielsweise aus Metall, versetztes Gießharz verwendet werden, mit dem sich thermisch, d.h. hinsichtlich der Oberflächentemperatur der Formwerkzeugteile 2, 3 vergleichbare Verhältnisse einstellen, wie vorstehend beschrieben.

Gegebenenfalls können insbesondere bei Formwerkzeugteilen 2, 3 aus Kunststoff die Außenkonturen dieser Formwerkzeugteile 2, 3 so gestaltet sein, daß die als vorteilhaft angesehene Oberflächentemperatur der Form 1 von 50° bis 70°C erreicht wird. Sie können beispielsweise gerippt oder auf andere Art und Weise mit einer unregelmäßigen Oberfläche versehen sein, was durch gießtechnische Maßnahmen ohne weiteres möglich ist.

Der Verfahrensprozeß zum Herstellen eines formstabilen Formkörpers 4 aus geschäumtem Kunststoff, insbesondere aus expandierbarem Polystyrol, läuft folgendermaßen ab:

Zunächst wird die - wie dargestellt - zweiteilige oder auch mehrteilige Form 1, wie bekannt, im Eilgang und kurz vor der Schließstellung im Kriechgang geschlossen. Anschließend wird durch Öffnen der Ventile V 4.02 und V 4.01 innerhalb des Formhohlraums 5 Unterdruck angelegt und dieser auf einen Wert von mindestens etwa 0,05 bis 0,1 bar eingestellt. Ebenso wird über die Öffnungen 11 von außen her ein entsprechender Unterdruck an die Trennstellen 12 gelegt.

Nachdem der gewünschte Unterdruck im Formhohlraum 5 erreicht ist, wird über den Füllinjektor 6 ein expandierbares Granulat mit einem Überdruck von etwa 1,0 bis 2,0 bar in den Formhohlraum 5 gefüllt. Durch den im Formhohlraum 5 vorhandenen Unterdruck und durch den Füllüberdruck wird eine

sehr schnelle und gleichmäßige Füllung des Formhohlraums 5 mit weitestgehend homogener Packungsdichte erreicht.

Nach dem Schließen des Füllinjektors 6 bleiben die Ventile V 4.01 und V 4.02 für die Anlegung von Unterdruck geöffnet und durch Öffnen des Ventils V 1.02 wird über die Dampfleitung 18 Dampf in den Verteiler 9 eingelassen, wobei die restliche Luft im Rohrsystem durch das Unterdruckventil V 4.02 in den Unterdruckbehälter 14 gespült wird. Danach schließt das Unterdruckventil V 4.02 und der Dampf wird in den gefüllten Formhohlraum 5 eingelassen. Es kommt zu einem Spüleffekt durch Bedampfung, wobei die Luftreste in den Zwickelvolumina des Granulats über das Rohrsystem in den Verteiler 13 und über das Unterdruckventil V 4.01 in den Unterdruckbehälter 14 gespült werden. Anschließend wird durch Öffnen des Ventils V 1.01 Dampf in den Verteiler 13 eingelassen, wobei noch möglicherweise vorhandene Luftreste im Rohrsystem durch das Unterdruckventil V 4.01 in den Unterdruckbehälter 14 gespült werden. Danach schließt auch das Unterdruckventil V 4.01 und der Dampf wird mit etwa 120 Grad Celsius und etwa 1 bar (Überdruck) zu den Öffnungen 10, 11 geführt. Dadurch wird im Formhohlraum 5 ein Dampfdruck mit einer Temperatur entsprechend der Erweichungstemperatur des Granulats aufgebaut, wobei der Dampf auf dem Granulat kondensiert und die Kondensationsenergie an das Granulat abgegeben wird. Dabei expandiert das Granulat zu einem Formkörper 4, der den Formhohlraum 5 vollständig ausfüllt und dessen Oberfläche offenporig ausgebildet ist.

Nach dem Expansionsvorgang werden die Ventile V 2.02 und V 2.01 geschlossen und die Ventile V 4.02 und V 4.01 wieder geöffnet. Dadurch entsteht im Formhohlraum 5 erneut ein Unterdruck. Dieser bewirkt, daß das Kondensat wieder in den dampfförmigen Zustand übergeht und eine Kühlung des

Formkörpers 4 eintritt, da die Verdampfungswärme dem Formkörper 4 entzogen und durch den Unterdruck umgehend abgeführt wird. Dieser Zustand wird während der Stabilisierungsphase, das heißt während der Zeit, in der der Formkörper 4 seine endgültige Form annimmt, die er auch nach dem Entformen beibehält, aufrechterhalten. Hiernach werden die Ventile V 4.02 und V 4.01 geschlossen und dann die Form 1 bzw. die Formwerkzeugteile 2, 3 zunächst im Kriechgang und dann im Eilgang geöffnet und es wird dann durch Öffnen der Ventile V 2.02 und V 2.01 der Schaumstoff-Formkörper 4 bevorzugt mit Unterstützung durch Druckluft mittels der Auswerfstöbel 23 ausgestoßen.

Während dieses Prozesses wird durch die gezielte Abstimmung des Formmaterials oder des Form- und Schichtmaterials 2, 3 bzw. 21 an der Außenoberfläche der Form eine Temperatur von höchstens etwa 50° bis 70° C, insbesondere von etwa 55° bis 60° C erhalten, ohne daß eine Kühlung der Form 1 durch zusätzliche Kühlmittel notwendig ist.

Um beim Kühlén des Formkörpers 4 durch Anlegen des Vakuums während der Stabilisierungsphase eine schnellere Unterdruckerzeugung zu erreichen, wird während dieser Zeit in den Unterdruckbehälter 14 durch Öffnen des Ventils V 3.21 kaltes Wasser über den Zerstäuber 15 eingesprührt. Hierdurch erfolgt erneut eine Kondensation des abgesaugten Dampfes.

Durch das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren erhält man bei kurzen Arbeitszyklen sehr formstabile, trockene Formkörper 4, ohne daß die Form 1 von besonderen Dampf- oder Unterdruckkammern umgeben sein muß. Vakuum und Dampf gelangen also jeweils auf kürzestem Weg äußerst energiesparend ausschließlich in den Formhohlraum 5, ohne

daß zusätzliche Luftvolumina evakuiert bzw. erhitzt werden müssen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die Oberfläche der Formwandschichten 21, die die Innenwandungen des Formhohlraums 5 bilden, mit in eine oder mehrere Öffnungen mündenden Nuten von etwa 0,1 mm bis 0,3 mm Breite und etwa 0,5 mm bis 1,0 mm Tiefe versehen sein. Hierdurch ist eine beschleunigte Evakuierung und Heißdampfbeschickung möglich und damit eine weitere Verkürzung des Fertigungszyklus gegeben.

Als Oberflächen bzw. Schichten aus schlecht wärmeleitfähigem Material sind Kunststoffe bzw. Kunststoffsichten mit einer geringeren Wärmeleitfähigkeit als 0,25 W/mK zu verstehen.

Bei dem vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren entspricht der Formhohlraum 5 volumenmäßig dem Formkörper 4, d.h. das Luftvolumen im Formhohlraum 5 ist so gering wie möglich gehalten. Der Dampf wird direkt und auf kürzestem Wege in die zwei- oder mehrteilige Form 1 eingeleitet. Dadurch ist sichergestellt, daß die Kondensation des Dampfes an der Umgebung des Formkörpers 4 auf ein Minimum gehalten werden kann. Günstig ist, daß der Formkörper 4 aufgrund der Ausgestaltung der innenliegenden Wandungen bzw. Formwandschichten 21 der Formwerkzeugteile 2, 3 eine offenporige Oberfläche erhält, die einen schnellen Druckabbau des unter einem inneren Überdruck stehenden Formkörpers 4 während der Stabilisierungsphase von innen nach außen ermöglicht. Die als besonders vorteilhaft angesprochene Energieeinsparung bis zu 70% beruht auf der minimalen Aufheizung der zwei- bzw. mehrteiligen Form aufgrund der vorgesehenen Isoliermaßnahmen bzw. Herstellung der Form aus schlecht wärmeleitfähigem Material.

Zu dieser hohen Energieeinsparung trägt insbesondere auch bei, daß das Dampfventil V 1.02 bereits bei noch geöffneten Unterdruckventilen V 4.01 und V 4.02 geöffnet wird und zwar mit der Wirkung, die im Verteiler bzw. im Leitungssystem 9 verbliebenen Luftvolumina entsprechend auszuspülen.

Auch trägt zu dieser hohen Energieeinsparung bei, daß kurze Zeit nach dem Beginn der Bedämpfung, d.h. nach etwa einer Sekunde oder nur wenig mehr, das Unterdruckventil V 4.02 geschlossen und bei weiterer Dampfzufuhr über das Dampfventil V 1.02 die erwähnte Bedämpfung des Formhohlraums 5 eingeleitet und dadurch die restliche Luft aus den Zwickelvolumina des Granulats ausgespült wird.

Schließlich ist es für eine günstige Energiebilanz auch vorteilhaft, wenn das Dampfventil V 1.01 bei noch geöffnetem Unterdruckventil V 4.01 geöffnet wird, um die restliche Luft im Verteiler bzw. im Leitungssystem 13 auszuspülen.

Anstelle der anhand der Fig. 1 beschriebenen Bedämpfung des Formkörpers 4 vom Formwerkzeugteil 2 zum Formwerkzeugteil 3 kann diese auch in umgekehrter Richtung vom Formwerkzeugteil 3 zum Formwerkzeugteil 2 erfolgen. Dabei werden die einzelnen Ventile in der entsprechenden Reihenfolge geschaltet.

Bei einer mehr als zweiteiligen Form 1 können an mehreren oder an allen Formwerkzeugteilen wenigstens je ein Unterdruck - und/oder Dampfanschluß vorgesehen sein.

Die Bedampfung des Formkörpers 4 erfolgt - wie üblich - mit trockenem Dampf (Sattdampf) mit etwa 120° C und etwa 1 bar Überdruck.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem erfindungsgemäßen Formwerkzeug hergestellte Formkörper 4 besitzen eine Restfeuchte von höchstens nur noch 3 Gewichtsprozent.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Formkörpers aus geschäumtem Kunststoff, gekennzeichnet durch die Anwendung der folgenden Verfahrensschritte:

- Verwendung einer zwei- oder mehrteiligen Form (1), deren den Formhohlraum (5) bildende Wandungen, gegebenenfalls Formwandschichten (21), gasdicht ausgebildet sind und deren dem Formhohlraum (5) zugewandten Oberflächen aus schlecht wärmeleitfähigem Material bestehen;
- Schließen der Form (1) zur Bildung des Formhohlraums (5);
- Anlegen von Unterdruck an die Form (1) und Evakuierung des Formhohlraums (5), sowie Anlegen von Unterdruck an die Form (1) außerhalb des Bereiches des Formhohlraums (5) zur Evakuierung der Trennstellen (12) zwischen den Formwerkzeugteilen (2, 3);
- Einfüllen eines durch Erhitzen expandierenden Granulats in den Formhohlraum (5) über wenigstens einen Füllinjektor (6) mit über dem Atmosphärendruck liegenden Druck;
- Schließen der Einfüllöffnung (7) bzw. Abschalten des Füllinjektors (6);
- Bedämpfung des evakuierten Formhohlraums (5) und gegebenenfalls auch der Trennstellen (12) zwischen den Formwerkzeugteilen (2, 3);

- Abschalten des Unterdrucks durch Schließen der Unterdruckventile (V 4.01; V 4.02) während der Zufuhr von Dampf zwecks Ausschäumens des Formkörpers (4);
- Abkühlen des im Formhohlraum (5) gebildeten Formkörpers (4) ausschließlich durch Anlegen von Unterdruck an die Form (1) und gegebenenfalls auch an die Trennstellen (12) zwischen den Formwerkzeugteilen (2, 3) während der Stabilisierungsphase;
- Öffnen der Form (1) nach der Stabilisierungsphase und Ausstoßen des gebildeten Formkörpers (4).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Dampfventil (V 1.02) bei noch geöffneten Unterdruckventilen (V 4.01 und V 4.02) geöffnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß kurze Zeit nach dem Beginn der Bedämpfung das dem entsprechenden Dampfventil (V 1.01 bzw. V 1.02) benachbarte Unterdruckventil (V 4.01 bzw. V 4.02) geschlossen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Dampfventil (V 1.01) bei noch geöffnetem Unterdruckventil (V 4.01) geöffnet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlegung des Unterdruckes und die Einleitung des Dampfes unmittelbar an bzw. in die Form (1) bzw. in den Formhohlraum (5) erfolgen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Unterdruck und der Dampf über dieselben Öffnungen (8, 10, 11) der Form (1) angelegt bzw. zugeführt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Unterdruck derart gewählt wird, daß die Luft im Formhohlraum (5) auf mindestens etwa 5% bis 10%, also auf etwa 0,05 bis 0,1 bar reduziert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeleitfähigkeit der Wände der Form (1) bzw. der den Formhohlraum (5) bildenden Wände bzw. Formwandschichten (21) der Formwerkzeugteile (2,3,23) derart gewählt und/oder die Außenoberfläche derselben derart ausgebildet wird, daß die Außentemperatur der Form (1) keinen höheren Wert als etwa 50° bis 70° C, insbesondere keinen höheren Wert als etwa 55° bis 60° C, annimmt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Dampf von etwa 120° C mit einem Überdruck von etwa 1 bar in die Form (1) eingeleitet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Stabilisierungsphase etwa 5 sec bis 10 sec beträgt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Unterdruck und der Dampf jeweils über mehrere Öffnungen (8, 10, 11) dem Formhohlraum (5) unmittelbar zugeführt werden.

12. Zwei- oder mehrteilige Form zur Herstellung von Formkörpern nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte, dem Formhohlraum (5) zugewandte Oberfläche (19, 20, 22) der Form (1) zumindest eine innere Formwandschicht (21) aus schlecht wärmeleitfähigem Material und jedes Formwerkzeugteil (2, 3) jeweils wenigstens eine Öffnung (8, 10, 11) zum unmittelbaren Anschluß von Unterdruck und/oder Dampf aufweist.

13. Form nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Formwerkzeugteile (2, 3) eine oder mehrere Einfüllöffnungen (7) aufweist, in die jeweils ein Füllinjektor (6) mündet.

14. Form nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Formwerkzeugteile (2, 3) wenigstens einen Auswerfstöbel (23) mit in den Formhohlraum (5) ragender Oberfläche (22) aufweist.

15. Form nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Form (1) eine oder mehrere Unterdrucköffnung(en) (11) zum Evakuieren der Trennstellen (12) zwischen den zwei oder mehr Formwerkzeugteilen (2, 3) aufweist.

16. Form nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Formwerkzeugteile (2, 3, 23) aus Metall und die schlecht wärmeleitfähigen Formwandschichten (21) aus Kunststoff, aus einer Glasur oder aus Email bestehen.

17. Form nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kunststoff aus oder auf der Basis von Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyesterimid oder Polyimid verwendet ist.

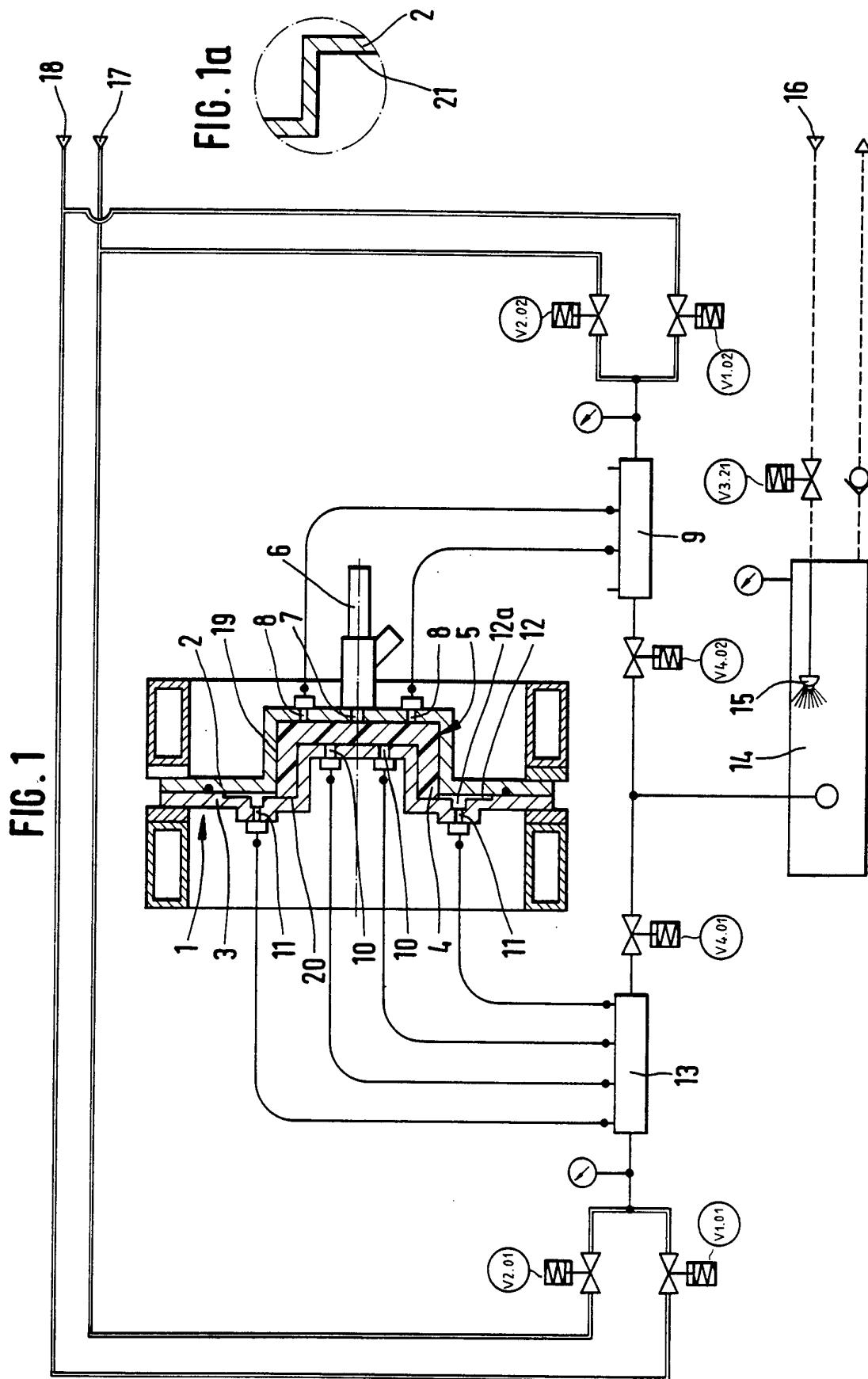
18. Form nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Formwandschicht (21) etwa 0,5 mm bis 3 mm beträgt.

19. Form nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Formwerkzeugteile (2, 3) aus einem mit gut wärmeleitfähigen Partikeln und/oder Fasern versetzten Kunststoff bestehen.

20. Form nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Oberfläche der den Formhohlraum (5) bildenden Wände Nuten mit einer Breite von etwa 0,1 mm bis 0,3 mm und einer Tiefe von etwa 0,5 mm bis 1,0 mm vorgesehen sind, die in wenigstens eine der Öffnungen (8, 10) münden.

21. Form nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Formwerkzeugteile (2, 3, 23) bzw. die innere Formwandschicht (21) eine Wärmeleitfähigkeit von höchstens etwa 0,25 W/mK aufweist.

1/2

**ERSATZBLATT**

2/2

FIG. 2

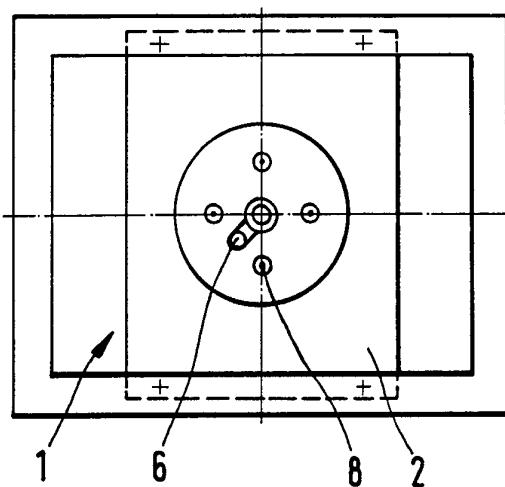


FIG. 3

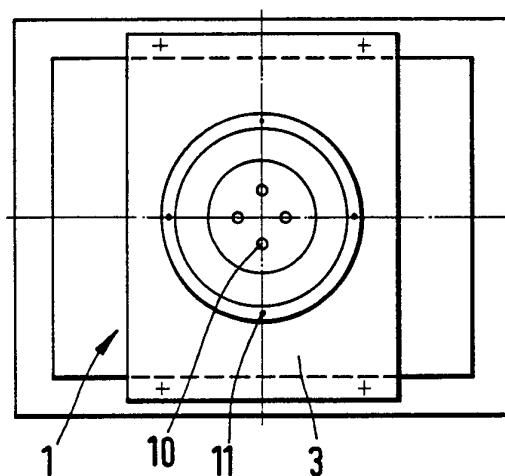
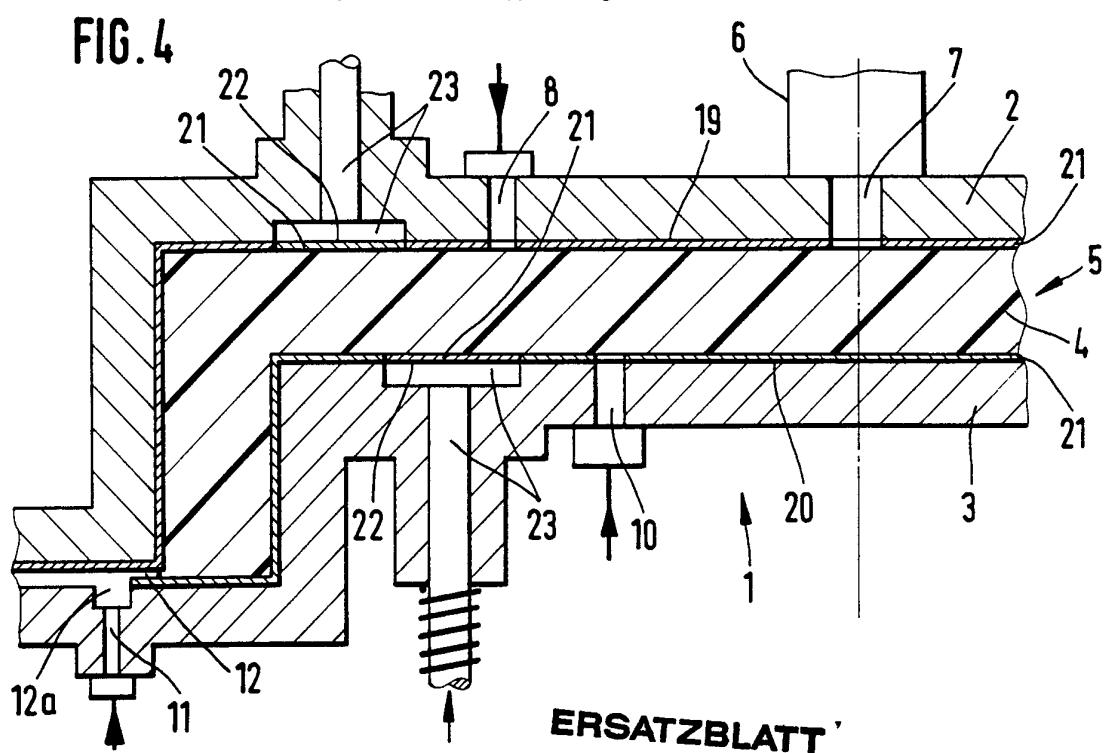


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 93/00783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁵: B29C 67/22, B29C 33/38, B29C 35/06

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)

IPC⁵ 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 practicable, 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,A2,0259597 (HAHN, ORTWIN, PROF. DR.-ING.), 16 March 1988 (16.03.88)	1-13,15
Y	---	14,16-21
Y	Derwent's abstract, No.90-221191/29, week 9029, ABSTRACT OF JP,A2,2150335 (MITSUBISHI YUKA-BAR), 8 June 1990 (08.06.90)	1-11
A		12-21
Y	Derwent's abstract, No. 75-38319W/23, week 7523, ABSTRACT OF JP,A2,49112970 (KANEKA FUCHI CHEM IND) 28 October 1974 (28.10.74)	1-11
A	---	12-21
Y	US,A,4615849 (HAHN) 7 October 1986 (07.10.86)	1-11
A	column 4, line 15 - column 8, line 7, abstract	12-21

		.//..



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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 25 November 1993 (25.10.93)	Date of mailing of the international search report 22 December 1993 (22.12.93)
Name and mailing address of the ISA/ EUROPEAN PATENT OFFICE	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/DE 93/00783
--

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US,A,5100597 (ERLENBACH) 31 March 1992 (31.03.92) column 5, line 18 - line 34 , figures 1,3 abstract	20
A	---	1-19,21
Y	GB,A,2210576 (THE GOODYEAR TIRE AND RUBBER COMPANY) 14 June 1989 (14.06.89) abstract	16,17,21
A	---	12-15,18-20
Y	EP,A2,0335100 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 4 October 1989 (04.10.89) figure 1, claims 1-4, abstract	16,18
A	---	12-15,17, 19-21
Y	GB,A,1416080 (POLAR-GRAFIK GMBH) 3 December 1975 (03.12.75) page 1, line 82 - page 2, line 59	14,19
A	---	1-13,15-18, 20-21

S. 78760

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

01/10/93

International application No.

PCT/DE 93/00783

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP-A2-	0259597	16/03/88	DE-C-	3629885	10/03/88	
US-A-	4615849	07/10/86	DE-A- EP-A,B-	3243632 0112501	30/05/84 04/07/84	
US-A-	5100597	31/03/92	DE-A,C- EP-A,B- JP-A-	3902002 0379857 2292027	26/07/90 01/08/90 03/12/90	
GB-A-	2210576	14/06/89	NONE			
EP-A2-	0335100	04/10/89	JP-A- US-A-	1299013 5064597	01/12/89 12/11/91	
GB-A-	1416080	03/12/75	BE-A- CH-A- DE-A- FR-A,B- JP-A-	801837 542035 2323585 2191983 49085156	05/11/73 15/11/73 24/01/74 08/02/74 15/08/74	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 93/00783

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPC5: B29C 67/22, B29C 33/38, B29C 35/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPC5: B29C

Recherte, 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, A2, 0259597 (HAHN, ORTWIN, PROF. DR.-ING.), 16 März 1988 (16.03.88)	1-13,15
Y	--	14,16-21
Y	Derwent's abstract, Nr 90-221191/29, week 9029, ABSTRACT OF JP, A2, 2150335 (MITSUBISHI YUKA-BAR), 8 Juni 1990 (08.06.90)	1-11
A	--	12-21

 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, durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie zugeführt)
- "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 der der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipien 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nabeliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22-12-1993

25 November 1993

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Kristina Sköld

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 93/00783

C (Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Derwent's abstract, Nr 75-38319W/23, week 7523, ABSTRACT OF JP, A2, 49112970 (KANEGAFUCHI CHEM IND), 28 Oktober 1974 (28.10.74)	1-11
A	--	12-21
Y	US, A, 4615849 (HAHN), 7 Oktober 1986 (07.10.86), Spalte 4, Zeile 15 - Spalte 8, Zeile 7, Zusammenfassung	1-11
A	--	12-21
Y	US, A, 5100597 (ERLENBACH), 31 März 1992 (31.03.92), Spalte 5, Zeile 18 - Zeile 34, Figuren 1,3, Zusammenfassung	20
A	--	1-19,21
Y	GB, A, 2210576 (THE GOODYEAR TIRE AND RUBBER COMPANY), 14 Juni 1989 (14.06.89), Zusammenfassung	16,17,21
A	--	12-15,18-20
Y	EP, A2, 0335100 (GENERAL ELECTRIC COMPANY), 4 Oktober 1989 (04.10.89), Figur 1, Ansprüche 1-4, Zusammenfassung	16,18
A	--	12-15,17, 19-21
Y	GB, A, 1416080 (POLAR-GRAFIK GMBH), 3 Dezember 1975 (03.12.75), Seite 1, Zeile 82 - Seite 2, Zeile 59	14,19
A	--	1-13,15-18, 20-21

S./ 8760

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT
 Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören
 01/10/93

Internationales Aktenzeichen	
PCT/DE 93/00783	

Im Recherchenbericht angefundenes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
EP-A2- 0259597	16/03/88	DE-C-	3629885	10/03/88	
US-A- 4615849	07/10/86	DE-A- EP-A,B-	3243632 0112501	30/05/84 04/07/84	
US-A- 5100597	31/03/92	DE-A,C- EP-A,B- JP-A-	3902002 0379857 2292027	26/07/90 01/08/90 03/12/90	
GB-A- 2210576	14/06/89	KEINE			
EP-A2- 0335100	04/10/89	JP-A- US-A-	1299013 5064597	01/12/89 12/11/91	
GB-A- 1416080	03/12/75	BE-A- CH-A- DE-A- FR-A,B- JP-A-	801837 542035 2323585 2191983 49085156	05/11/73 15/11/73 24/01/74 08/02/74 15/08/74	