



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 3712/81

(73) Inhaber:
Bellaplast Maschinenbau GmbH, Heidesheim
(DE)

(22) Anmeldungsdatum: 05.06.1981

(72) Erfinder:
Hofer, Johann Georg, Heidesheim (DE)

(24) Patent erteilt: 13.09.1985

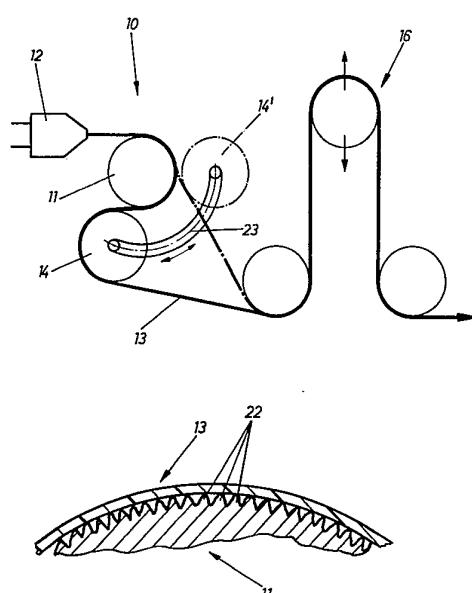
(74) Vertreter:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von dünnwandigen Formlingen aus thermoplastischem Kunststoff.

(57) Der Kunststoff wird durch Erhitzen und Verdichten in einen stark plastifizierten Zustand gebracht und als Band extrudiert. Zwecks Stabilisieren wird das Band an seinen beiden Oberflächen mit wärmeleitenden, auf eine bestimmte Temperatur gehaltenen Flächen in Berührung gebracht, abgekühlt und verfestigt, wonach die Thermoformung zum Rohling erfolgt. Um eine bessere Führung und Stabilisierung zu erreichen, wird es über eine aufgerauhte Kühlfläche geführt, wodurch insbesondere in der Querrichtung eine Verzahnung erfolgt.

Die Stabilisierungseinrichtung (10) weist eine Kühlwalze (11) mit Rauheitsspitzen (22) auf, über welche das aus der Extruderdüse (12) stammende Band (13) geführt wird. Dieser aufgerauhten Walze (11) kann eine glatte Walze (14) nachgeschaltet sein. Anschliessend gelangt das Band in eine Einrichtung (16) zum Umsetzen der Geschwindigkeit und anschliessend in eine Thermoformeinrichtung.

Durch die bessere Führung werden die sonst auftretenden Schrumpfspannungen und die Streifenbildung vermieden, bzw. vermieden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Herstellen von dünnwandigen Formlingen aus thermoplastischem Kunststoff, wobei dieser durch Erhitzen und Verdichten bis zur Fliessfähigkeit in stark plastischem Zustand plastifiziert und durch Extrudieren aus der Düse in die Form eines Bandes extrudiert wird, dieses Band zum Stabilisieren an beiden Oberflächen mit wärmeleitenden, auf vorbestimmte Temperatur gehaltenen Flächen in Berührung gebracht und in beiden Bandoberflächenbereichen bis zu deren Tragfähigkeit abgekühlt und verfestigt wird und das so stabilisierte Band einer Thermoformung zur Bildung der Formlinge unterworfen wird, dadurch gekennzeichnet, dass das aus der Extruderdüse ausgepresste Band beim Stabilisieren an mindestens einer Oberfläche über mindestens eine aufgerauhte Kühlfläche geführt und dabei in Berührung nur mit in diesen Kühlflächen vorhandenen Rauheitsspitzen gebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das aus der Extruderdüse ausgepresste Band an beiden Oberflächen über mindestens eine aufgerauhte Kühlfläche geführt und dabei in Berührung nur mit in diesen Kühlflächen vorhandenen Rauheitsspitzen gebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass anschliessend an das Erststabilisieren auf aufgerauhter Kühlfläche ein Zweitstabilisieren mittels glatter Kühlflächen vorgenommen wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit mindestens einer Extruderpresse, die thermoplastisches Material in körniger Form aufzunehmen und kontinuierlich bis zur Fliessfähigkeit zu verdichten und zu erhitzen vermag;

einer an die Extruderpresse bzw. Extruderpressen angegeschlossene Extruderdüse, die als Breitschlitzdüse ausgebildet und mit Einrichtungen zur Temperaturregelung versehen ist;

einer an die Extruderdüse angeschlossene Einrichtung zum Stabilisieren der Oberflächen des aus der Extruderdüse kommenden Bandes und eine Thermoformeinrichtung zum Bilden von Formlingen aus dem Band durch Tiefziehen oder Prägen und Einrichtungen zum Ausschneiden der Formlinge aus dem Band, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisierungseinrichtung (10) mit einer aufgerauhten Walze (11) bzw. einer Anzahl von hintereinander angeordneten aufgerauhten Walzen für die Erststabilisierung des aus der Extruderdüse (12) gegossenen Bandes (13) zumindest an dessen einer Oberfläche ausgerüstet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Stabilisierungseinrichtung (10) im Anschluss an die aufgerauhte Walze (11) bzw. Walzen mindestens eine bzw. eine Anzahl von glattpolierten Walzen (14) zum Zweitstabilisieren angeordnet ist bzw. sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in Wanderrichtung des Bandes (13) hintereinander angeordneten, aufgerauhten Walzen (11) mit jeweils geringerer Rauheitstiefe zueinander abgestuft sind und die letzte, am Ausgang der Stabilisierungseinrichtung (10) angeordnete Walze (14) im wesentlichen einer glattpolierten Walze (14) entspricht.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die rauhe zylindrische Umfangsfläche der Walzen (11) oberflächenvergütet ist.

zen und Verdichten bis zur Fliessfähigkeit in stark plastischem Zustand plastifiziert und durch Extrudieren aus der Düse in die Form eines Bandes extrudiert wird, dieses Band zum Stabilisieren an beiden Oberflächen mit wärmeleitenden, auf vorbestimmte Temperatur gehaltenen Flächen in Berührung gebracht und in beiden Bandoberflächenbereichen bis zu deren Tragfähigkeit abgekühlt und verfestigt wird und das so stabilisierte Band einer Thermoformung zur Bildung der Formlinge unterworfen wird.

10 Das Herstellen von dünnwandigen Formlingen aus thermoplastischem Kunststoff in einem derartigen Verfahren ist bereits aus der DE-AS 2 252 219 bekannt. Bei diesem Verfahren wird das extrudierte Material besonders hoch erhitzt und stark plastifiziert, so dass es beim Extrudieren wie bei einem Giessen aus der Düse ausläuft. Ein solches Extrudieren bei hoher Materialtemperatur und hohem Plastifizierungsgrad ist nur deshalb möglich, weil das extrudierte Band gemäss der DE-AS 2 252 219 unmittelbar nach dem Verlassen der Breitschlitzdüse zum Stabilisieren an seinen beiden Oberflächen von auf vorbestimmter Temperatur gehaltenen glatten Stabilisierungs- und Kühlflächen aufgefangen wird und so in Berührung mit diesen glatten, wärmeleitenden Flächen an seinen beiden Oberflächen bis zur Tragfähigkeit abgekühlt und verfestigt wird. Das so in seinen Oberflächenbereichen abgekühlte und verfestigte Band wird in seiner Verformbarkeit durch Thermoformen nicht beeinträchtigt, weil nämlich auf dem Weg zur Thermoformung in beiden Oberflächenbereichen durch Wärmeleitung von dem auf Extrudertemperatur gebliebenen Bandinneren her eine Rückstellung oder Konditionierung für Thermoformung geeignete Oberflächentemperatur erfolgt, wenn man dem Band hierzu zwischen dem Stabilisieren und dem Thermoformen Gelegenheit dazu bietet. Als nachteilig hat sich jedoch erwiesen, dass beim Extrudieren relativ dünner Bänder und insbesondere bei Herstellung sehr dünnwandig ausgebildeten Formlingen die Formlingswand über die gesamte Fläche eine Streifenbildung aufweist.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zu grunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Stabilisieren des aus der Extruderdüse kommenden Bandes zu schaffen, bei dem das in plastischem Zustand zu stabilisierende Band quer zu seiner Laufrichtung mechanisch auf der Kühlwalze fixiert wird.

Diese Aufgabe wird gemäss der Erfindung dadurch gelöst, dass das aus der Extruderdüse ausgepresste Band beim Stabilisieren an mindestens einer Oberfläche über mindestens eine aufgerauhte Kühlfläche geführt und dabei in Berührung nur mit in diesen Kühlflächen vorhandenen Rauheitsspitzen gebracht wird.

50 Dabei wird von der Erkenntnis ausgegangen, dass die oben erwähnte Streifenbildung offenbar auf die glatte Ausbildung der beim Stabilisieren des gegossenen Bandes benutzten Kühlflächen zurückzuführen ist. Bedingt durch die glattpolierte Ausführung der Kühlflächen kann sich die aus der Breitwanddüse kommende Kunststoff-Folie auf dieser glatten Oberfläche nicht verzähnen, um den quer zur Bewegungsrichtung auftretenden Schrumpfspannungen, die während dem Abkühlen entstehen, entgegenzuwirken. Bedingt durch diese Schrumpfspannungen tritt eine Faltenbildung innerhalb des Bandes auf, die zu der oben erwähnten Streifenbildung führt. Weiterhin von Nachteil ist die glattpolierte Ausführung der Kühlwalzenoberflächen dahingehend, dass die sich bildenden Monomer-Dämpfe zwischen dem extrudierten Band und der Oberfläche der Kühlwalze zur Blasenbildung beitragen und somit ebenfalls zur qualitativen Verschlechterung der Formlingwand beitragen.

Überraschenderweise hat es sich herausgestellt, dass die Kühlwalzen mit aufgerauhter Oberfläche der extrudierten

Kunststoff-Folie infolge der Rauheitsspitzen eine Fixierung während des Stabilisierens verleiht. Diese Fixierung des zu stabilisierenden Bandes quer zur Wanderrichtung wird dadurch erreicht, dass sich die Kunststoff-Folie mit der aufgerauhten Oberfläche einer Kühlwalze entsprechend verzahnt und somit den Schrumpfspannungen während dem Stabilisieren entgegenwirkt. Der Oberflächenabdruck der aufgerauhten Walze auf dem zu stabilisierenden Band wird bedingt durch den plastischen Kern des zu stabilisierenden Bandes in der Thermoformvorrichtung beseitigt. Dabei kommt es zu einem funktionellen Zusammenwirken, nämlich einem offenbar hydraulischen Einwirken des plastischen Materials des Kerns auf die schalenartigen Oberflächenbereiche. Dies bewirkt ein sehr genaues, besonders festes Einformen in die Oberfläche des Werkzeugtempels und dadurch zur Beseitigung des Rauheitsabdruckes der aufgerauhten Walze. In ebenso vorteilhafter Weise kann die rauhe Oberfläche der Walze, die sich während der Bearbeitung bildenden Monomerdämpfe aufnehmen, um somit einer Blasenbildung während des Stabilisierens entgegenzuwirken. Bedingt durch die vorteilhafte punktförmige Auflage des extrudierten Bandes wird auch die Kühlung des Bandes nicht so schroff durchgeführt, was sich wiederum positiv auf die weitere Verarbeitbarkeit auswirkt.

In einer besonders vorteilhaften Weise kann das aus der Extruderdüse ausgepresste Band an beiden Oberflächen über mindestens eine aufgerauhte Kühlfläche geführt und dabei in Berührung nur mit in diesen Kühlflächen vorhandenen Rauheitsspitzen gebracht werden.

In einem weiteren vorteilhaften Verfahrensschritt kann im Anschluss an das Erststabilisieren auf aufgerauhten Kühlflächen ein Zweitstabilisieren mittels glatter Kühlflächen vorgenommen werden. In einer weiteren vorteilhaften Weise kann bei Herstellung von Formlingen z. B. aus Polystyrol das Auspressen des Bandes bei etwa 240 °C und das Stabilisieren auf aufgerauhten Kühlflächen bzw. das erste Stabilisieren bei etwa 210 bis 230 °C erfolgen.

Das Verfahren gemäß der Erfindung lässt sich mit einer Vorrichtung ausführen, die mit mindestens einer Extruderresse ausgerüstet ist, die thermoplastisches Material in körniger Form aufzunehmen und kontinuierlich bis zur Fliessfähigkeit zu verdichten und zu erhitzen vermag; sowie eine an die Extruderresse bzw. Extruderpressen angeschlossene Extruderdüse, die als Breitschlitzdüse ausgebildet und mit Einrichtungen zur Temperaturregelung versehen ist; eine an die Extruderdüse angeschlossene Einrichtung zum Stabilisieren der Oberfläche des aus der Extruderdüse kommenden Bandes und eine Thermoformeinrichtung zum Bilden von Formlingen aus dem Band durch Tiefziehen oder Prägen und Einrichtungen zum Ausschneiden der Formlinge aus dem Band, umfasst.

Eine solche Vorrichtung soll sich gemäß der Erfindung dadurch kennzeichnen, dass die Stabilisierungseinrichtung mit einer aufgerauhten Walze bzw. einer Anzahl von hintereinander angeordneten aufgerauhten Walzen für die Erststabilisierung des aus der Extruderdüse gegossenen Bandes zumindest an dessen einer Oberfläche ausgerüstet ist.

In einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform kann in der Stabilisierungseinrichtung im Anschluss an die aufgerauhte Walze bzw. Walzen mindestens eine bzw. eine Anzahl von glattpolierten Walzen zum Zweitstabilisieren angeordnet sein.

In einer weiteren möglichen Ausführungsform können die in Wanderrichtung des Bandes hintereinander angeordneten aufgerauhten Walzen mit jeweils geringerer Rauheitstiefe zueinander abgestuft sein und die letzte, am Ausgang der Stabilisierungseinrichtung angeordnete Walze im wesentlichen einer glattpolierten Walze entsprechen.

Die aufgerauhte Walze kann z. B. eine Rauheitstiefe zwischen 30 bis 70 µm, vorzugsweise 50 µm aufweisen. Jedoch kann die Rauheitstiefe der Walze bzw. Walzen von Fall zu Fall dem zu verarbeitenden Material und dem Material der Walze angepasst sein. In besonders vorteilhafter Weise kann die aufgerauhte, zylindrische Umfangsfläche der Walze bzw. Walzen oberflächenvergütet sein. Aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit von Aluminium bieten sich Vorteile, wenn die zylindrische Umfangsfläche der Walzen aus Aluminium gebildet sind. Bei solchen Walzen mit Aluminium-Oberfläche bietet sich beispielsweise Harteloxieren als eine solche Oberflächenvergütung.

Das Aufrauhen der Walzenumfangsfläche kann in verschiedenster Weise geschehen, beispielsweise mechanisch, z. B. durch Sandstrahlen, aber auch in anderer Weise wie beispielsweise Ätzen, Erodieren, Metallspritzen u. dgl. Wenn durch das Aufrauhen eventuell zu starke Rauheitsspitzen entstehen, können diese leicht abgeflacht werden, beispielsweise mittels eines Schmirgelbandes feiner Körnung.

Sind die Walzen der Stabilisierungsvorrichtung an ein regelbares Kühlmediumsystem angeschlossen, dann lassen sich die durch die Oberflächen-Rauigkeit ergebenden Veränderungen in der Kühlwirkung sehr leicht durch Einregeln einer entsprechend geänderten Walzentemperatur auffangen. Eine andere Möglichkeit zum Auffangen der sich durch die Oberflächen-Rauigkeit ergebenden Veränderungen in der Kühlwirkung der Walzen bietet sich durch entsprechende Regelung der Walzendrehzahl in der Stabilisierungseinrichtung, wenn der Bandvorschub und damit auch die Stabilisierungseinrichtung an einen regelbaren, vorzugsweise stufenlos regelbaren Antrieb angeschlossen ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schaubildliche Wiedergabe für den Verfahrensablauf zum Herstellen von dünnwandigen Formlingen aus thermoplastischem Kunststoff;

Fig. 2 eine Stabilisierungseinrichtung für das extrudierte Kunststoffband;

Fig. 3 eine Stabilisierungseinrichtung in einer anderen Ausführungsform; und

Fig. 4 ein stark vergrößerter Teilschnitt einer aufgerauhten Walze der Stabilisierungseinrichtung.

Der in Figur 1 gezeigte Verfahrensablauf zum Herstellen von dünnwandigen Formlingen aus thermoplastischem Kunststoff besteht aus mindestens einer Extruderresse 15, die den thermoplastischen Kunststoff zu einer mit Einrichtungen zur Temperaturregelung versehenen Extruderdüse 12 in Form einer Breitschlitzdüse befördert. Das aus der Extruderdüse 12 kommende Band 13 wird sofort nach dem Verlassen der Düse einer Stabilisierungseinrichtung 10, die später detaillierter beschrieben wird, zugeführt. Im Anschluss an die Stabilisierungsvorrichtung 10 schliesst sich eine Einrichtung 16 zum Umsetzen des kontinuierlichen Bandvorschubes in einen schrittweisen Vorschub an. Das nun schrittweise fortbewegte Kunststoffband 13 wird in der Thermoformeinrichtung z. B. durch Tiefziehen verformt. Die so in das Kunststoffband 13 eingeförmten Formlinge werden in einer Stanzeinrichtung 19 aus dem Materialband 13 geschnitten. Der Bandrest wird in eine Auffangstation 20 geleitet, die eine Zerkleinerungseinrichtung enthalten kann. Das aus der Zerkleinerungseinrichtung kommende körnige Material kann dann über eine Dosiereinrichtung 21 erneut der Extruderresse 15 zugeführt werden.

Die Figur 2 zeigt eine Ausführungsform der Stabilisierungseinrichtung 10, die das aus der Extruderdüse 12 kommende Band an seinen Oberflächen durch Kühlen stabilisiert. Dabei durchläuft das zu stabilisierende Band 13 eine Anordnung von Kühlwalzen 11, 14, von denen die Kühlwal-

ze 11 an ihrer zylindrischen Umfangsfläche aufgerauht und die Kühlwalze 14 an ihrer zylindrischen Umfangsfläche glattpoliert ausgeführt ist. Die an ihrer Oberfläche aufgerauhte Walze 11, wie aus der Figur 4 näher zu ersehen ist, fixiert mittels ihrer abgeflachten Rauheitsspitzen 22 das aus der Extruderdüse 12 kommende Band 13, das sich noch in einem stark plastischen Zustand befindet. Diese Rauheitsspitzen 22 verkrallen sich derart in das plastifizierte Band 13, dass es in seiner Querrichtung so fixiert wird, um auftretenden Schrumpfspannungen entgegenzuwirken, die eine entsprechende Faltenbildung verursachen würde. Dabei kann die aufgerauhte Walze 11 z.B. aus Aluminium eine Rauheitstiefe zwischen 30 bis 70 µm aufweisen. Die zylindrische Umfangsfläche der Walze 11 die z.B. aus Aluminium besteht, wird mittels Sandstrahlen aufgerauht, wobei nach dem Sandstrahlen die dabei entstehenden Rauheitsspitzen mechanisch, z.B. mittels eines Schmirgelbandes feiner Körnung leicht abgeflacht, um anschliessend harteloxiert zu werden.

Wie aus Figur 2 zu ersehen ist, ist eine glattpolierte Walze 14 innerhalb einer Führung 23 von etwa 90° um den Mittelpunkt der gegenüberliegenden aufgerauhten Kühlwalze 11 verstellbar angeordnet. Die strichpunktierte Anordnung der Walze 14' und der strichpunktierte Verlauf des Bandes 13 lassen erkennen, dass durch die Verstellung der glattpolierten Walzen 14' die Umschlingung der Kühlwalzen 11 und 14 mit dem Band 13 und damit die Länge der Berührungsfläche zwischen den Kühlwalzen 11 und 14 und dem Band 13 variiert wird. Eine solche nachgeschaltete glattpolierte Walze 14 ist dann einzusetzen, wenn die aufgerauhte Walze 11 eine grosse Rauheitstiefe aufweist. Durch diese nachgeschaltete glattpolierte Walze 14 wird im wesentlichen der Abdruck der rauen Oberfläche der Walze 11 beseitigt. Im Anschluss an

die Stabilisierungseinrichtung 10 schliesst sich dann die Einrichtung 16 an, die eine kontinuierliche Bewegung des Bandes 13 in eine Schrittbewegung umsetzt.

Die Figur 3 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform 5 der Stabilisierungseinrichtung 10. Dabei wird ebenfalls ein aus der Extruderdüse 12 kommendes Band 13 zum Zwecke der Stabilisierung seiner Oberfläche über eine Anzahl hintereinander angeordnete aufgerauhte Walzen 11 geführt, die bezüglich ihrer Rauheitstiefe zueinander so abgestuft sind, 10 dass die letzte, am Ausgang der Stabilisierungseinrichtung 10 angeordnete Walze die Rauheitstiefe einer glattpolierten Walze 14 aufweist. Die in der Figur 3 gezeigten Walzen 11, die entsprechend den Doppelpfeilen 24 und 25 zwischen der strichpunktiert dargestellten Lage 11' und der voll ausgezeichneten Lage verstellbar sind, dienen zum Variieren des Umschlingungswinkels des Bandes 13 auf der Walze 11 bzw. 14. Dadurch wird die Länge der Berührungsflächen des Bandes 13 so eingestellt, dass ein Stabilisieren je nach Dicke des Bandes 13 immer möglich ist. In einer anderen nicht dargestellten Ausführungsform besteht die Stabilisierungseinrichtung 10 nur aus gleichmässig aufgerauhten Walzen 11, die ebenso wie die in den Figuren 2 und 3 gezeigten Ausführungen an ein regelbares Kühlmediumsystem angeschlossen sind. Dabei werden je nach gefordertem Stabilisierungsgrad 20 die Walzen 11 und 14 entsprechend gekühlt. Durch die strichpunktierte Auflage des Kunststoffbandes 13 auf der Oberfläche der aufgerauhten Walze 11 wird ein allzu schroffes Abkühlen an der Oberfläche des Bandes 13 verhindert. Durch dieses mildere Abkühlen des Bandes 13 werden grössere Schrumpfspannungen infolge des Abschreckens vermieden. 25

