

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5688921号  
(P5688921)

(45) 発行日 平成27年3月25日(2015.3.25)

(24) 登録日 平成27年2月6日(2015.2.6)

(51) Int.Cl.

F 1

**B29C 51/42** (2006.01)

B29C 51/42

**B29C 51/26** (2006.01)

B29C 51/26

**B29K 67/00** (2006.01)

B29K 67:00

請求項の数 8 (全 28 頁)

(21) 出願番号

特願2010-118489 (P2010-118489)

(22) 出願日

平成22年5月24日 (2010.5.24)

(65) 公開番号

特開2011-245643 (P2011-245643A)

(43) 公開日

平成23年12月8日 (2011.12.8)

審査請求日

平成25年4月12日 (2013.4.12)

(73) 特許権者 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番1号

(73) 特許権者 594128522

ウツミリサイクルシステムズ株式会社

大阪府大阪市中央区久太郎町二丁目4番2

7号

(74) 代理人 110000796

特許業務法人三枝国際特許事務所

(72) 発明者 福村 三樹郎

奈良県奈良市中山町西三丁目535番地の

91

審査官 増田 亮子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ポリエステル系熱成形品およびその製造法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

ポリエステル系樹脂の延伸シートを用いて熱成形する方法において、熱浸透率( $\text{kJ} / \text{m}^2 \text{s}^{1/2} \text{K}$ )が0.01以上で、かつ1.5以下である材料により形成した成形型を用い、以下の(1)及び/または(2)の手段を用い、次いで(3)及び/または(4)の手段、すなわち

(1)；成形型表面への高温気体の接触及び/又は赤外線照射による加熱，

(2)；賦形体裏面への高温気体の接触及び/又は赤外線照射による加熱，

(3)；賦形体裏面への冷却用気体流及び/又は冷却用液体との接触による冷却，

(4)；成形型表面への冷却用気体流及び/又は冷却用液体との接触による冷却，

を繰り返す中で、成形型の表面温度をサイクルの所定の頂点温度と所定の底点温度に到達せしめ、かつそれぞれの温度を一定値として繰り返すように調整または制御して行う工程の中で賦形と離形を行うことを特徴とする繰り返しの連続的な熱成形品の製造法。

## 【請求項2】

シートの予熱賦形から離型までの過程において、賦形体がシートの予熱温度以上でかつ(成形材料樹脂の $T_g + 60$ )以上である該表面に接触する過程を含み、次いでその表面温度がそれより5以上低い温度に降下してから離型することを特徴とする請求項1に記載の熱成形品の製造法。

## 【請求項3】

賦形体裏面、または該表面若しくはこの表面から15mm以内の位置の成形サイクルに

10

20

伴う温度軌跡を観測し、該表面温度が連続成形の中でその頂点温度及び底点温度が所定の一定温度を繰り返すように、該加熱手段または該冷却手段の強弱を手動調整又は自動制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の熱成形品の製造法。

【請求項4】

該高温気体を用いた圧空賦形により賦形と賦形体裏面への高温気体または高温気体流の接触をほぼ同時に行うか、または真空賦形とほぼ同時に該裏面への高温気体流を接触させるか、または公知の方法による賦形に続いて高温気体流を接触させることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の熱成形品の製造法。

【請求項5】

圧空賦形及び又は真空賦形とほぼ同時に赤外線を賦形体裏面に照射するか、または公知の方法による賦形に続いて赤外線を賦形体裏面に照射することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の熱成形品の製造法。 10

【請求項6】

賦形とほぼ同時にあるいは賦形後に賦形体裏面への高温気体(又は高温気体流)の接触およびまたは赤外線照射を行って該表面温度を昇温させて、次いで賦形体裏面に冷却用気体流及び又は冷却用液体を接触させて該表面温度を降下させて離型することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の熱成形品の製造法。

【請求項7】

賦形とほぼ同時にあるいは賦形後に賦形体裏面への高温気体(又は高温気体流)の接触およびまたは赤外線照射を行って該表面温度を昇温させたのち、この表面温度の自然低下を待って離型し、次いで該表面直接に冷却用気体流及び又は冷却用液体を接触させて温度降下させることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の熱成形品の製造法。 20

【請求項8】

該表面直接に高温気体流の接触または赤外線照射を行って該表面温度を昇温させ、次いで賦形と同時にあるいは賦形後に、賦形体裏面へ冷却用気体流及び又は冷却用液体を接触させて該表面温度を降下させて離型することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の熱成形品の製造法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は延伸された熱可塑性ポリエステル系樹脂のシート又はフィルムを用いた熱成形品及びその製造方法に関する。本発明の製造方法は、賦形体を高速で加熱及びまたは冷却し、更には熱成形の過程において予熱温度以上の高温の熱処理を行うことにより耐熱等の向上した透明性等の高い熱成形品を高速で効率よく製造するものである。

【背景技術】

【0002】

40

ポリエチレンテレフタレート(PET)を代表とする熱可塑性ポリエステルは、成形品は強度が大きく、耐薬品性、耐光性、耐摩耗性等の耐久性にも優れており、シートや各種形態の容器等に成形し飲料、液体食品等の容器や食品トレーなどとして広く用いられている。しかしながら、用途によっては、なお耐熱性、耐衝撃性、ガスバリヤ性などが充分でなく、古くから種々の検討がなされてきた。この結果、熱成形の過程において高温の熱処理を行うことにより耐熱性等の増加し且つ透明性等の高い熱成形品を製造する種々の方法が開発されてきた。しかしながら、このような方法で高速で効率のよい製造方法はなく、特に延伸材料を使用した透明性のあるものは未だ商業的成功には至っていない。

【0003】

例えば(1)特公昭44-5108には、特定の結晶化度等を有するポリエチレンテレフタレートの板またはシートを輻射熱で予熱して真空成型に賦し、そのまま再び輻射熱にて加熱するなどして成形型内で熱処理する方法が開示されているが、この方法では熱処理に非常に長い時間がかかるており実用的ではない。また、(2)特公昭56-7855にはポリエステルシートを一度1軸延伸配向させ次いでこれを加熱収縮させたシートを用い

50

て熱成形する方法が開示されている。ここでは必要により成形時に熱風を用いる方法により熱固定する方法を例示しているが熱処理に非常に長い時間がかかり実用的ではなく、また冷却離型して良品を得る概念も含まれていない。また、(3)特公平5-45412では、特定条件で2軸延伸し更に熱収縮させたシートを用いて熱成形と熱処理を行う方法が開示されている。ここでは、加熱型への移し替え、熱風、熱水、赤外線などによる加熱法を例示しているが、その具体的な方法について触れておらず、また冷却して離型するプロセスは含まれていない。(4)特公昭60-031651には特定の複屈折率を有するポリエチル延伸シートを熱成形し熱処理する方法が開示され、具体的には加熱された金型で成形し、冷却して成型品を得ることが示されているが、冷却方法は示されておらず、例えば金型マニホールドに熱媒を通じて加熱冷却しながらこのプロセスを行うとすれば時間がかかり実用的ではない。更にはまた、(5)特公昭59-051407では、特定の複屈折率を有する2軸配向ポリエチルシートを熱盤に接触させ特定の温度に加熱し特定の圧力で圧空成形する方法が開示されているが、成形時の熱処理は実質的になされていない。

また、特許3053245号は一軸延伸ポリエチルを用いた熱成形について開示しているが、熱成形方法についての開示はなく、また示された耐熱向上も微々たるもので実質的な効果はない。

#### 【0004】

一方、特開2000-355091、特開2000-297162等のように通常CPEと呼ばれる結晶化促進の為の核剤を含むポリエチレンテレフタレート樹脂を押出機よりシートに成形し、これを用いて熱成形と熱処理を行い結晶化を進める技術が知られており、球晶が発達し耐熱性については大幅に向上的もの白色不透明となり、耐衝撃性、特に低温における耐衝撃性が大きく低下する。しかし、これらのCPE成形では、熱処理すなわち結晶化に時間をかけば、熱処理温度以上の耐熱が得られ、材料が高温のまま離型しても変形が少なく冷却はあまり問題にならない。そして熱成形サイクル短縮とより安定な生産のために冷却型から加熱型へ、あるいは加熱型から冷却型へ移して処理することも容易である。

また、特許2668848号は、延伸された合成樹脂シートを成型する熱成形装置を開示し、その効果としては延伸により熱収縮性の材料となったポリスチレン等の材料を、加熱されたプラグと加熱された空気を用いて、深絞り等の成形ができる事を述べている。この発明は熱収縮しやすくなった材料を定位置でクランプ固定して熱風で予熱しながら、延伸により成形しにくくなつた材料をプラグで強制的に押し延ばしながら成形するもので、熱処理については何の記載もないが、こうした装置で予熱温度以上の熱処理はできない。また特許2668847号も前記同様の材料を同様にクランプ固定するようにし、加熱凹型に対して低温の凸型プラグを押し込み圧空成形する装置を開示している。この場合も延伸配向の熱固定を進める程の高温の熱処理については何の開示もしていないが、仮に高温の熱処理ができたとしても、シワの発生などが問題となり、またオフセットまたはアンダーカット形状のある成型品には適用しにくい。

【特許文献1】特公昭44-5108号公報

【特許文献2】特公昭56-7855号公報

【特許文献3】特公平5-45412号公報

【特許文献4】特公昭60-031651号公報

【特許文献5】特公昭59-051407号公報

【特許文献6】特許3053245号公報

【特許文献7】特開2000-355091号公報

【特許文献8】特開2000-297162号公報

【特許文献9】特許2668848号公報

【特許文献10】特許2668847号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

本発明はこのような従来技術の問題点に鑑みてなされたものである。その主な目的は、延伸されたポリエステル系樹脂シートの熱成形の賦形から離型までの過程において、賦形のためのシート予熱温度以上の高温の熱処理を行って離型する熱成形を高速で効率良く連続的に行う方法を提供することである。

**【課題を解決するための手段】**

**【0006】**

(1) ポリエステル系樹脂の延伸シートを用いて熱成形する方法において、熱浸透率( $k$  J /  $m^2 s^{1/2} K$ )が0.01以上で、かつ1.5以下である材料により形成した成形型を用い、(1)及びまたは(2)の手段を用い、次いで(3)及びまたは(4)の手段、すなわち  
 1) ; 成形型表面への高温気体の接触及び又は赤外線照射による加熱，  
 2) ; 賦形体裏面への高温気体の接触及び又は赤外線照射による加熱，  
 3) ; 賦形体裏面への冷却用気体流及び又は冷却用液体の接触による冷却、  
 4) ; 成形型表面への冷却用気体流及び又は冷却用液体の接触による冷却、  
 を繰り返す中で、成形型の表面温度をサイクルの所定の頂点温度と所定の底点温度に到達せしめ、かつそれぞれの温度を一定値として繰り返すように調整または制御して行う工程の中で賦形と離形を行うことを特徴とする繰り返しの連続的な熱成形品の製造法を提供するものである。また、本発明は下記(2)~(10)の発明を提供するものである。

10

**【0007】**

(2) シートの予熱賦形から離型までの過程において、賦形体がシートの予熱温度以上でかつ(成形材料樹脂のTg + 60)以上である該表面に接触する過程を含み、次いでその表面温度がそれより5以上低い温度に降下してから離型する(1)の(1)~(3)の熱成形品の製造方法。

20

**【0008】**

(3) 賦形体裏面、または該表面若しくはこの表面から15mm以内の位置の成形サイクルに伴う温度軌跡を観測し、該表面温度が連続成形の中でその頂点温度及び底点温度が所定の一定温度を繰り返すように、該加熱手段または該冷却手段の強弱を手動調整又は自動制御する(1)又は(2)の方法。

**【0009】**

(4) 該高温気体を用いた圧空賦形により賦形と賦形体裏面への高温気体または高温気体流の接触をほぼ同時に行うか、または真空賦形とほぼ同時に該裏面への高温気体流を接觸させるか、または公知の方法による賦形に続いて高温気体流を接觸させる(1)~(3)の熱成形品の製造方法。

30

**【0010】**

(5) 圧空賦形及び又は真空賦形とほぼ同時に赤外線を賦形体裏面に照射するか、または公知の方法による賦形に続いて赤外線を賦形体裏面に照射する(1)~(3)の熱成形品の製造方法。

**【0011】**

(6) 賦形とほぼ同時にあるいは賦形後に賦形体裏面への高温気体(又は高温気体流)の接觸およびまたは赤外線照射を行って該表面温度を昇温させて、次いで賦形体裏面に冷却用気体流及び又は冷却用液体を接觸させて該表面温度を降下させて離型する(1)~(5)の熱成形品の製造方法。<パターンA>

40

(7) 賦形とほぼ同時にあるいは賦形後に賦形体裏面への高温気体(または高温気体流)の接觸およびまたは赤外線照射を行って該表面温度を昇温させのち、この表面温度の自然低下を待って離型し、次いで該表面直接に冷却用気体流及び又は冷却用液体を接觸させて温度降下させる(1)~(5)の熱成形品の製造方法。<パターンB>

(8) 該表面直接に高温気体流の接觸または赤外線照射を行って該表面温度を昇温させ、次いで賦形と同時にあるいは賦形後に、賦形体裏面へ冷却用気体流及び又は冷却用液体を接觸させて該表面温度を降下させて離型する(1)~(5)の熱成形品の製造方法。(パターンC)

(9) ポリエステル系の同樹脂の非延伸シートを用いた通常の熱成形品に比べ、耐熱性が

50

少なくとも 10 向上した熱成形品を得る(1)~(8)の熱成形品の製造方法。

**【0012】**

(10)前記(1)~(8)の何れかの方法を用いることにより得られたものが、ポリエステル系の同樹脂の非延伸シートを用いた通常の熱成形品に比べ、耐熱性が少なくとも 10 向上した熱成形品。

**【図面の簡単な説明】**

**【0013】**

【図1】本発明の成形型の断面図である。

【図2】本発明の成形型の断面図である。

【図3】連続繰り返し成形中の成形表面温度の変化を示す模式図である(パターンA)。 10

【図4】連続繰り返し成形中の成形表面温度の変化を示す模式図である(パターンB)。

【図5】連続繰り返し成形中の成形表面温度の変化を示す模式図である(パターンC)。

**【発明を実施するための形態】**

**【0014】**

以下本発明の内容をさらに詳細に説明する。

**ポリエステル樹脂**

本発明の延伸されたシートに用いられポリエステル系樹脂は、ポリエチレンテレフタレート系樹脂、ポリ乳酸系等の結晶性熱可塑ポリエステル系樹脂であり、ポリエチレンテレフタレート系樹脂が好ましく、ポリエチレンテレフタレートのホモポリマーは勿論のこと、エチレンテレフタレート単位を 65 モル%以上、より好ましくは 90 %以上含む実質的に線状のコポリエステルを含有する。このコポリエステルを構成する成分として例えば、イソフタル酸、ナフタレン-2,6-ジカルボン酸、ジフェニルジカルボン酸、ジフェノキシエタンジカルボン酸、ジフェニルエーテルジカルボン酸、ジフェニルスルホンジカルボン酸、ヘキサヒドロテレフタル酸、ヘキサヒドロイソフタル酸、アジピン酸、セバチン酸、アゼライン酸、p- - -ヒドロキシエトキシ安息香酸、 -オキシカブロン酸の如き芳香族、脂環族、脂肪族の二官能性カルボン酸、トリメチレングリコール、テトラメチレングリコール、ネオペンチルグリコール、ヘキサメチレングリコール、デカメチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1,1-シクロヘキサンジメチロール、1,4-シクロヘキサンジメチロール、2,2-ビス(4'- - -ヒドロキシエトキシフェニル)スルホン酸のようなグリコール等が挙げられる。ここに挙げた化合物の 1 種または 2 種以上を含んでいてもよい。 30

**【0015】**

ポリエステルは、実質的に線状である範囲で少量の 3 官能以上の他官能化合物を共重合成分として含んでいるものであってもよい。

**【0016】**

またポリエステルの極限粘度(試料 1.0 g をフェノール / テトラクロロエタン 50 / 50 (重量比) の混合溶媒 100 ml 中に溶解した溶媒について 30 で測定した値)は 0.5 以上 ~ 1.3 dl / g、好ましくは 0.6 ~ 1.1 dl / g の範囲にあることが好ましい。またガラス転移点( $T_g$ ) (シートより 5 mg 採取して、それを窒素中にて 285 で 5 分間溶融後急冷し、急冷物を DSC にて昇温速度 20 / 分の条件下で測定した値)は、40 ~ 110 の範囲のものが好ましく、50 ~ 100 の範囲のものは更に好ましく、60 ~ 100 の範囲のものが特に好ましい。 $T_g$  がこれより小さい場合も大きい場合も、延伸シートの面配向度(  $P$  )を適正な範囲に制御すめることが困難になり好ましくない。 40

**【0017】**

更に融点( $T_m$ ) (上記  $T_g$  と同条件で測定した値)は 150 ~ 300 の範囲が好ましく、200 ~ 280 の範囲が更に好ましく、230 ~ 270 の範囲が特に好ましい。

**【0018】**

またポリエステルに添加剤、たとえば核剤、滑剤、紫外線吸収剤、熱安定剤、酸化防止

10

20

30

40

50

剤、着色剤、帶電防止剤等を添加してもよい。さらに、ポリメチルペンタンや、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート等の強化材も場合によっては添加してもよい。

#### 【0019】

##### 延伸シート

前記のポリエスチル樹脂からなるシートは実質的に延伸配向したものが用いられる。延伸方法は特に限定されるものではなく公知の延伸方法がいずれも用い得る。

ポリエスチルシート（未延伸）を製造するには、例えば、原料樹脂を押出機に供給し、樹脂温度260～320程度で溶融押し出し、押出機に接続したフラットダイを通じて押出されたシート状溶融物をキャスティングロールで引取り冷却固化して製造する。また、押出機にサーチュラーダイを接続してインフレーション成型したものを使用してもよく、またカレンダー機によりシーティング成形したものを使用してもよい。10

#### 【0020】

このようにして得られたシートは通常は有効な延伸処理はなされておらず、これをインラインあるいはアウトラインで延伸処理する。延伸装置は特に限定されず、物理的に延伸可能な方法であれば適宜の装置を採用することができ、1軸延伸、2軸延伸のいずれも採用することができる。

#### 【0021】

これらの内で、1軸延伸方式は温度調整したシートを1方向にのみ延伸する方法であり、通常は、複数のローラーを組合せた装置あるいは拡幅用のテンターと呼ばれる装置が用いられる。また、2軸延伸は予熱したシートを縦横2方向に延伸するものであり、通常は上記の1軸延伸に続いて、更に拡幅用のテンターにて幅方向の延伸が行われる。2軸延伸方式では、縦横交互に延伸する逐次法と、縦横ほぼ同時に延伸する同時法があるが何れの方法を用いてもよい。又上記した1軸延伸方式あるいは2軸延伸方式以外の方法として、例えば円筒状フィルムのバルーンを高い空気圧により膨張させることによって延伸してもよく、また温度調整したシートをローラーにより圧延してもよい。このようして得られる市販の延伸シートには通常熱固定処理が施されているが、本発明ではこうした熱固定処理が施されたものも、施されていないものも使用できるが、施されていないものが特に好みしい。また、こうした延伸方法の中では1軸延伸によるシートは、延伸装置も製造方法も比較的簡易で低コストででき、熱成形性も良く残して調整することができ、連続成形機へのクランプも容易で、また本発明の熱処理構成により配向の異方性の問題も解消することができるので非常に好みしい。20

このような延伸は、通常、ポリエスチル樹脂シートをその樹脂のガラス転移点以上、かつ結晶融点以下にして行われるが、延伸による配向効果をより發揮させるためには、ガラス転移点以上で、かつ結晶融点より60以上低い温度に調整して行われる。また、延伸プロセスの最後に延伸状態を保持しつつ通常は延伸時よりも高い温度で短時間加熱する所謂熱固定(ヒートセット)処理を行い配向効果(配向結晶化度)の向上をはかることが行われる。本発明の成形法では、このような熱固定を行っていないシートも、熱固定を行ったシートも用いることができるが、熱固定を行っていないシートはより好みしく、より大きな絞り率の成形が、また細部の成型状態がより良い成形が可能である。30

#### 【0022】

上記のようにして製造され本発明に使用される延伸シートは、その延伸配向効果を示す指標として面配向度( $P$ )が0.015～0.15であることが好みしく、0.02～0.10であることは更に好みしく、0.02～0.08であることが特に好みしい。また、かかるシートは流れ方向と幅方向のうち少なくとも一方向の延伸が1.2倍～6倍に、より好みしくは1.8～4倍に延伸して得られる。こうした中で1軸延伸で、延伸倍率が1.5～3倍のもの、あるいは $P$ が0.02～0.08のものが特に好みしく使用できる。40

#### 【0023】

また延伸したシートに熱をかけて収縮処理したシートも好みしく利用することができ、この場合は収縮処理した状態で上記の面配向度を有していることが好みしい。50

## 【0024】

面配向度(  $P$  )がこれより小さい場合は、熱成型品の耐熱性をはじめ機械的特性等の改善が十分ではなく、また、これらを超えるものは熱成形性に劣り深絞りのものや、精密に成形ができない。あるいは圧空賦形に非常に高い圧力を必要とし、商業生産にとうてい適さない程の堅固で高価な圧空成型機が必要になってしまう。

## 【0025】

上記の面配向度(  $P$  )は延伸による分子配向を示す指標であり、次式により求められたものである。

$$\text{シートの面配向度} (P) = (n_1 - n_2) / 2 + (n_2 - n_3) \dots \quad (2) \text{式}$$

$$\text{シートの複屈折率} (n) = n_1 - n_2 \dots \dots \dots \dots \dots \quad (3) \text{式}$$

ここで  $n_1$  ; シート面方向の最大屈折率

$n_2$  ;  $n_1$  に直角する屈折率

$n_3$  ; シート厚さ方向屈折率

ただし、 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$  はアッペ屈折計を用い、ナトリウムD線を光源として25℃の温度による測定値とする。

本発明にて用いられる延伸されたポリエステルシートの平均厚みは、通常 0.003 ~ 1.5 mm であり、0.06 ~ 1 mm であるのが好ましく、0.1 ~ 0.6 mm であることが更に好ましい。樹脂シートの厚みが前記の範囲より薄いと強度が不足するなど成形品として実用的でなく、一方、前記の範囲を超えると延伸シートの製作が難しくなる。

## 【0026】

ポリエステル樹脂は上記延伸工程により、長鎖の分子配向と結晶化が進み、延伸に際して熱固定処理がなされると更に結晶化が進み配向が安定する。そして、その結晶化度は熱成形性や成形品の特性に影響する。本発明に用いられる延伸シートのポリエステル樹脂がポリエチレンテレフタレートホモ樹脂である場合、結晶化度は 3 ~ 35 % であることが好ましく、5 ~ 25 % であるのが更に好ましい。結晶化度がこの範囲より低いと最終成形品の耐熱性向上効果が小さい。一方、この範囲を越えると熱成形が困難になり、また耐衝撃性が低下する傾向がある。なお、こうした配向結晶をしたものは着色剤等を配合したものでない限り高度に透明であるが、前記の熱固定処理に際して過剰に加熱したものなどは球晶が成長し透明度が低下したり、白化したりし熱成形性や耐衝撃性を低下させるので、これは避けることが好ましい。なお、結晶化度は密度勾配管を用いる常法によって求めることができる。

## 【0027】

なお上記のシートは事前に製作しておいたものを熱成形すればよいが、本発明においては延伸と熱成形を一貫ラインでおこなうこともでき、その場合延伸時の熱をできるだけ逃がさないようにして熱成形に利用することもできる。なおその場合は成形前の延伸品をそのまま冷却したとして前記のシートの諸特性を考慮すればよい。

## 【0028】

賦形方法と熱成形装置

熱成形あるいは圧空成形という用語はプロセス全体を表すもので、賦形はその中の一つ工程として説明する。本発明において賦形の基本的な方法としては、1) 真空成形法、2) 圧空成形法、3) 真空圧空成形法、4) プラグアシストを伴う前記成形法のいずれか、(5) 嵌合ダイを用いたプレス成形法など、通常の熱成形に使われる方法は何れも利用することができる。そしてこれらの方法の中では、真空圧空による賦形または圧空による賦形の方法が特に好ましく用いられる。

## 【0029】

なおこの賦形に先だっては、成形シートの予熱が行われるが、本発明使用される前記の材料シートは過剰な高温にしたり、長い時間予熱すると成形性が低下するなど好ましくない。材料の予熱温度は材料温度として  $T_g$  ~ ( $T_g + 50$ ) 度とすることが必要であり、また 75 ~ 120 度とすることが好ましい。また迅速に予熱し、予熱後は迅速に賦形することが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0030】

本発明の製造法にて用いられる熱成形装置としては、圧空成型機、真空圧空成型機などの圧空を使用して成形を行う通常の熱成形機に高温高圧の気体を供給あるいは冷却用気体をプロウする機構を付加することにより用いることができる。また、真空成型機、嵌合ダイのプレス成型機なども高温気体あるいは冷却用気体をプロウする機構などを付加して用いることができる。プラグアシストなど、公知の補助的方法も適宜組合わせて使用してよい。

## 【0031】

このような熱成形機には通常はシート予熱機構が備えられており、その予熱機構には遠赤外線ヒーター加熱などのオーブンによる間接加熱法か、あるいは加熱されたローラーや金属板等に接触させる直接加熱法が採用されているが何れも利用でき、シートの予熱と温度調整が可能な方法はどのような方法も利用できる。10

## 【0032】

なお、本発明の特別な対応として後述するようにこのような予熱機構を有しない熱成形機も利用できる。

## 【0033】

またこれらの熱成形機には、シートを一枚づつ成形する枚葉成型機と、長尺のシートを連続的に順次成形する連続成形機がありいずれも利用できるが、本発明の方法は後者の連続成形機を用いて連続成形を行うことを本領とする方法である。

## &lt;成形型の構造&gt;

本発明の型構成は、雄型、雌型、マッチドダイなど熱成形に通常使われているどのような成形型にも適用できる。具体的な例として図1のような構造を示すことができる。図1において1は成形体本体、3は真空孔、4は導気孔、5は熱媒通路を示す。20

## 【0034】

## &lt;熱浸透率について&gt;

本発明では特定の熱浸透率を有する材料から形成される成形型が用いられる。その熱浸透率( $\text{kJ} / \text{m}^2 \text{s}^{1/2} \text{K}$ )は $0.01 \sim 1.5$ であることが必要であり、この熱浸透率は次式(1)にて得られる値である。

## 【0035】

$$\begin{aligned} \text{熱浸透率} (b) &= \frac{(C)^{1/2}}{\text{熱伝導率} (\text{J s}^{-1} \text{m}^{-1} \text{K}^{-1})} \quad \dots \dots \dots (1) \\ &; \text{密度} (\text{kg m}^{-3}) \\ &; \text{C ; 非熱容量} (\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}) \end{aligned}$$

かかる熱浸透率は二つ物体の界面を通過して移動する熱量にかかる特性値であり、この値が小さいと界面は少ない熱量しか流さない。特定の熱浸透率(b値)を有する材料を用いる理由については後述する。下記の表1に、いくつかの材料のb値との参考値を示す。なおb値は測定温度により若干違った値を示すが、本願においては、厳密には20の値をもって基準とする。また、使用温度範囲で相変化をする材料を含むなどにより、これらの値が直線的変化を示さない場合は、20と150の時の値の平均値をもってこれに代えるものとする。30

## 【0036】

10

20

40

【表1】

整理番号	材料名	b値 kJ/m <sup>2</sup> s <sup>1/2</sup> K	備考
1	石膏	0.75	
2	大理石	2.4	
3	木材 まつ	0.32	
4	ソーダガラス	1.44	
5	アルミナ (キーセラ A479)	4.7	
6	ジルコニア(キーセラ Z220)	2.8	
7	炭化珪素 (東海高熱RS900)	21	
8	炭化珪素 (東海高熱RS230)	16	気孔含む
9	窒化珪素 (キーセラ SN220)	6.5	
10	エポキシ樹脂 (鉄粉入り)(三洋化成*)	2.8	* CA133
11	エポキシ樹脂 (日新樹脂 CEP-7)	0.67	
12	エポキシ樹脂(アルミ粉入り)(日新樹脂*)	1.66	* RT461
13	硬質ウレタンフォーム (サンミュール33)	0.70	
14	グラファイトシート SS400(大塚電機)	29.1 3.5	平面方向 厚み方向
15	亜鉛	17.5	
16	亜鉛合金(鋳物)	17.7	
17	アルミニウム(A1050)	23.3	
18	同 (A5052)	17.4	
19	鉄 (純)	16.1	
20	鑄鉄 (4C以下)	12.6	
21	炭素鋼 (0.5C以下)	14.0	
22	ニッケル鋼(10Ni)	9.7	
23	不鏽鋼 (SUS 304)	8.0	
24	銅	33.9	

## 【0037】

本発明の成形型の材料は、固体であって無害かつ強度や耐熱性等が熱成形に耐えられるものであり、b値(熱浸透率)が0.01以上、望ましくは0.1以上であり、そして15以下、望ましくは10以下、更に望ましくは6以下であれば何れの材料を用いてもよい。参考として身近な各種の材料の材料についてのb値を表1に示すが、この表の中にあるものも、表以外のものも任意の材料を選んで使用することができる。

## 【0038】

こうした材料の中で、表面層材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ウレタン樹脂、熱硬化性ポリエステル樹脂、フォスファゼン樹脂、熱硬化性ポリイミド等の熱硬化性樹脂、あるいはポリアミドイミド、POM、PEEK、等の耐熱性のある熱可塑性樹脂、あるいはこれらの樹脂の発泡体または多孔体、あるいはまたこれらの樹脂にアルミニウム、鉄、酸化チタン、グラファイト、ガラス、各種セラミックス等の粉体あるいは纖維

10

20

30

40

50

材料との複合体は、型の製作も容易で比較に安価であり特に好適に用いることができる。あるいはまた、アルミナ、ムライト、コーディライト、イットリア、チタニア、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミ、ジルコニア、サーメット、あるいはこれらを含む複合物や珪藻等のセラミックス材料は耐熱性、耐久性等が優れておの特に好適に用いられる。金属材料としては、ニッケル成分の多いニッケル鋼、SUS、チタン系材料が利用できる。

#### 【0039】

なお、このような $b$ 値は物体としてその値を示しておれば良く、例えば内部に気泡等の空隙含んだもの、あるいは他の物体を含んだ複合体も好適に使用することができる。この複合体は例えば多層体あってもよく、その場合は全厚みの $b$ 値の測定値あるいは計算値が上記を満足しておればよい。従って本発明の表面層の表面に上記の限りおいてどのような層を形成させてもよく、例えば極く薄いメッキ保護層を形成させてもよく、その $b$ 値はどのような値であってもよい。なお、 $b$ 値に異方性がある場合は該表面下の垂直方向の値が前記の値であればよい。

10

#### 【0040】

##### 成形型の温度調節機構

本発明に用いる成形型では、その材料特性からその外部あるいは内部に設けた温度調節機構では全体を均一に迅速に望む温度に調節することが難しく、後述の方法に依存することになる。従って温度調節機構を設けることは本来必要としないが、それでも事前にある程度予熱あるいは予冷して定常化時間の短縮をはかるなどしてもよく、その付設を排除するものではない。この温度調節機構は、加熱手段、あるいは冷却手段いずれものでもよいが、両者を兼ねて行うことのできるものはより好ましい。具体的な加熱の手段としては、電気ヒーターを貼附あるいは内包する方法が容易であり好ましく、この方法単独に用いる場合は自然冷却とあわせて温度制御を行うことになる。あるいは又内部に設けたマニホールドに加熱した熱媒を通ずる方法も好ましい。冷却は自然冷却を促進するためのフィンなど放熱手段を設けたり、あるいは内部に設けたマニホールドに冷却水等の熱媒を通してよい。このように熱媒を通ずる方法は加熱冷却を任意に行うことができ好ましい。加熱あるいは冷却の手段は特に限定するものではなく、公知の加熱冷却手段がいずれも採用できる。なお、特別な方法として型材を多孔体にしておき、外部から加熱あるいは冷却用気体を通すことにより冷却あるいは加熱を促進する方法も好ましき用いることができる。このときの気体は吹き込んで通じてもよくまた吸引によって通じてもよい。

20

#### 【0041】

前記の加熱、冷却手段の熱源、冷却源は型材料の内部に設けてもよくまた外部に設けてもよい。この熱源あるいは冷却源は、面状の広がりを有して均一な伝熱ができ、またできるかぎり該表面に近い程このましい。なお、表面温度を均一化の別途の手段を取り入れてもよく、例えばヒートパイプ等の高熱伝導材料の挿入やヒートパイプ構造を設けるなど種々の温度均一化手段を採用してよい。特別な構成として例えば、厚み方向に対して面方向の熱伝導率が極端に大きいグラファイトシート材料を挿入してもよい。

30

#### 【0042】

このような成形型は単独で用いてもよいが、多くの場合は複数成形型を共通のボックスに収容するかあるいは共通のパネルに集積して、いわゆる多数個どりの成形にも好適に用いることができる。なおこのボックスあるいはパネルに後述のような温度調節機構を内蔵あるいは外部付加してもよい。

40

#### 【0043】

##### 成形型の温度変化の計測

熱処理を伴う熱成形サイクルを管理あるいは制御するためには賦形体自体の温度変化を測定することが望ましいが、それは必ずしも容易ではない。本発明の方法では、成形型の該表面温度の変化、又はこれに代わる位置の温度変化あるいは賦形体裏面の温度変化を測定し、熱成形サイクルを管理あるいは制御を行う。なお表面温度に代わる制御温度は賦形体裏面側から赤外線測定する方法も利用してもよい。なお、圧空賦形などではこの測定には困難があるので特別な工夫は必要である。本出願においては、この表面温度（離型前は

50

界面温度もある)により、後述の成形パターンの調整または制御について述べる。しかしこの測定は成型品上に痕跡を残すなどの障害があるので、これにを嫌う場合は代わるものとして該表面下の浅層部で成形サイクルに伴う変化がある位置で温度測定し利用してもよく、実際的で望ましい方法となる。しかしこの浅層部温度の軌跡は該表面温度軌跡に比べ振幅が小さくなり、成形条件によっては振幅の中心位置等も変わるので、両者の違いを把握することが望ましい。その具体的な位置は該表面下 15 mm 以内の位置で求めることもできる。しかし、この範囲内であっても深部は応答性が悪く成形条件によっては殆ど応答しないこともあるので、該表面下 8 mm 以下であることが望ましい。本出願では、この位置を U 点とし、この位置の温度サイクルを U 線と呼ぶこととする。なお、このような温度測定は成型品の形状に対応して複数部位で行うようにすることは望ましい。

10

#### 【0044】

本発明に用いる成形型では、前述のような温度調節機構では、該表面温度を任意に温度に調整することは難しく、成形サイクルの温度変化はもっぱら賦形体裏面からの加熱冷却によってなされる。該表面下の U 点を超えた深い位置では、温度は成形サイクルに即時に追従した値は示さず、このいわゆる型温度を測定することはあまり意味がなく、実際の成形においてもこの温度とは無関係に定常運転を実現することになる。従ってその深層位置の温度の測定は測定してもよいが必ずしも必要としない。

#### 【0045】

なお、上記の表面温度等の測定を行う成形型は、成形型を集積した多数個どりのセットの中で少なくとも一個あればよいが、複数個あることは望ましい。

20

#### 【0046】

このようにして測定した結果をもとに、手動で成形条件の諸設定を修正しながら成形を行ってもよいが、自動で修正制御することは望ましい。

#### 【0047】

##### 表面層表面(賦形体との界面)の昇温と降温手段

本発明の成形方法においては、該表面(賦形体との界面)の昇温と降温を繰り返すことが必要である。そして、該表面の昇温手段としては該表面直接または賦形体裏面への高温気体の接触及びまたは赤外線照射によって行い、そして降温の手段としては同様に冷却用気体流の接触によって行うことが必要である。ここで行う気体接触では、加熱の場合も冷却の場合も高速流動させて界面の熱伝達率を大きくして用いることが効率的であり好ましい。加熱気体は静止した状態のものも用いることができるが、その場合は赤外線照射と併せて行うことが好ましく、加熱気体流と赤外線照射を併せて行うことは更に好ましい。なお赤外線照射は単独の加熱方法として用いてもよい。用いる気体は空気あるいは窒素など任意のものが利用できる。用いる赤外線は遠赤外線、近赤外線いずれも好適に利用できる。

30

#### 【0048】

高温気体あるいは冷却用気体の接触は、賦形と同時にあるいは賦形後に賦形体裏面に対し行ってよく、あるいは離型後の型表面に対して直接行ってもよく賦形方法の特性に合わせ任意に採用できる。このよう接觸あるいは照射の対象とタイミングについては、後述の三つ典型的な成形サイクルの中で説明する。

40

#### 【0049】

単独の加熱方法として用いられる加熱気体の温度は、150 以上、望ましくは 200 以上、更に望ましくは材料の Tm 以上、更に更に望ましくは 300 以上であることが望ましい。その上限は限定するものではなく、例えば 1000 超える温度でも可能な場合もあるが、高速気流が鋭い角や先端部に接した場合は過剰に加熱されやすく、その上限は成型品や気流速度によっても変わるが、これを避けるためにた 1000 以下が望ましい場合が多い。加熱効果を良くするために加湿することも好ましく、また過熱蒸気も効果的に利用でき乾燥過熱蒸気、飽和過熱蒸気いずれも利用できる。なお、赤外線加熱を併用する場合、加熱気体の必要とされる温度は上記の限りではない。

#### 【0050】

50

用いられる冷却用気体の温度は低いほど良いと云えるが、通常の手段で得られる圧縮空気や送風空気そのまま好適に利用することがで。その高温もかなり許容され極端には加熱手段として用いた高圧気体を次のステップ周辺空気を吸引プロウして冷却をおこなうこともできる。

用いられる冷却用液体は水やアルコール、炭化水素、フッ化炭化水素など気化潜熱の大きいものが利用できるが、水が最もこのましい。具体的には 1 ) 水噴霧または水の微滴散布を行う、2 ) 水噴霧と気体プロウを順次行う、3 ) 気体プロウと平行して水噴霧を行う方法などがある。この 2 ) の方法は特に好適に利用できる。

なお、予め加湿した冷却用気体の利用も熱容量が大きく能率的に冷却することができ好ましい。

10

#### 【 0051 】

なお、本発明においては、上記の加熱冷却気体は多くの場合、高速の気流が賦形体に接触し加熱冷却し、該表面（界面）は間接的に加熱冷却されることになる。秒単位でこの操作をおこなう一方成形材料の熱浸透率は一般的に小さいので該表面と賦形体裏面との間に大きな温度傾斜が生まれている。本願においては、熱処理温度あるいは離型温度は熱処理温度等は該表面温度で表すこととするが、真の材料温度とは乖離し、該表面層材料、成形条件、材料厚みによりその適正温度が変わることに留意する必要がある。

#### 【 0052 】

##### 成形サイクルの温度パターン

本発明では、加熱気体をこの型の成形用表面およびまたは賦形体裏面（成形型に非接触の面）に接触させることにより、そしてまたは赤外線を該表面およびまたは賦形体裏面に照射することにより、該表面の温度を成形サイクルの頂点(T)に到達せしめ、次いで冷却用気体流を賦形体裏面およびまたは該表面に接触することにより同サイクルの底点(B)に到達せしめて、連続的な繰り返し熱成形を行う。

20

#### 【 0053 】

本発明においては、シートの予熱温度以上の熱処理を行うために、表面温度が成形材料樹脂の( $T_g + 50$ )以上で且つ $T_m$ 以下の所定温度である成形型表面に賦形体が接している時間が例え短くとも必要である。表面温度がこの温度に満たない場合は熱処理の効果がなく、一方より高度に効果を発現させるには、( $T_g + 60$ )以上であることが望ましく( $T_g + 70$ )以上であることが更に望ましい。また表面温度が $T_m$ を超える場合は賦形体が強く白化したり溶融したりし不都合であり、一方このような欠陥を確実に排除しあるいはより軽度にとどめるためには( $T_m - 30$ )以下であることが望ましい。

30

なお、シート予熱温度に対比する熱処理温度は真の賦形材料温度で論議すべきものかと思われるが、その測定は容易ではなく本願においては賦形体に接する成形型表面の最高温度を熱処理温度とする。また、本発明においては、表面温度をこの熱処理温度よりも5以上降下させて離型させるが、この温度に満たない場合は変形が大きい。そして、この変形を無くしあるいは少なくするために、これを10以上降下させて行うことが好ましく、20以上降下させて行うことが更に好ましい。

#### 【 0054 】

本発明のこのような熱処理を伴う成形方法の典型的パターンとして図3、4、5に3パターンを示し、これらについて順次説明する。なお、なおパターンA、B、Cの各図は定常状態として連続繰り返し成形中の表面温度（賦形体があるときは界面温度でもある）のサイクルに伴う変化を模式的に示したものである。実際のプロセスでは賦形あるいは離型などで軌跡に若干の跛行が発生する。図に示すパターンの温度軌跡では、太線部分が賦形体が成形型表面と接触した状態を、細線部分は賦形体が除去されている状態を示している。また太点線は賦形体の存在しない該表面に直接に加熱または冷却を行っている状態を示す。U線は該表面下の浅い部分で成形サイクルに伴う温度変化を示す部分（以下U点と呼ぶ）の温度で、この温度もほぼ定常化していると見なされる。なお、本発明に利用できる方法はこれらにパターン限定するものではなく、これらパターンを含む変形や混合型あるいは極限型は種々ある。

40

50

## 【0055】

第1のパターンAは、成形型の該表面温度の底点温度（B）付近で賦形し、賦形体裏面に対して加熱気体接触及び又は赤外線照射をして所定の頂点温度（T）に到達させ、次いで同面に対して冷却ブローを行って所定の底点温度（B）点付近で離型する方法である（図3）。なお、賦形は通常は短時間で終わる工程であり、賦形と同時に加熱が開始されるようにしてもよい。

## 【0056】

図3について詳述すると、aゾーンで賦形及び高温気体との接触が行われ、bゾーンでは冷却ブロウがおこなわれ、cゾーンでは賦形体の離型排出と新成形材料の配置が同時に行われる。なお、aゾーンの賦形と高温気体接触は、高温気体により圧空賦形を行うかあるいは真空賦形を行いながら高温気体ブロウを行えばよいが、他の種々の賦形方法（熱成形方法）による賦形に続いて高温気体ブロウを行う方法でもよい。

10

## 【0057】

変形の態様としては、例えば、該表面（裸面）に直接該加熱手段を施して、かなり昇温とてから賦形行って更に賦形体裏面に加熱手段を施してもよい。また該裏面の冷却を途中で止めてB点よりかなり高温の位置で離型し、更に該表面（裸面）に該冷却手段を施してもよい。そしてまた、これらの両者を1サイクルの中で行ってもよい。

## 【0058】

第2のパターンBは、該表面温度の底点温度（B）付近で賦形を行うとともにこの賦形体裏面に対して加熱気体接触及び又は赤外線照射をして所定の頂点温度（T）に昇温させ、次いで加熱状態から開放状態で短時間保持し表面温度のある程度の低下を待って離型し、更に離型後の賦形体の存在しない該表面に対し冷却ブロウを行って所定の底点温度（B）に到達させる方法である（図4）。なお、賦形は通常は短時間で終わる工程であり、賦形と同時に加熱が開始されるようにしてもよい。

20

## 【0059】

図4について詳述すると、aゾーンで賦形と高温気体接触あるいは赤外線照射がなされ、bゾーンでは放置するのみで背後層からの冷却を受け離型可能温度に冷却させ、cゾーンで賦形体の離型排出と新成形材料の導入が行われるが、このゾーンではこれとは別に成形型の該表面に直接に冷却ブロウが行われる。cゾーンでこのような冷却を行う理由は、成形材料の種類によっては最初から高温表面の成形型で賦形すると、成形品の表面に火傷状の傷、ムラ、曇りなど欠陥が発生したり、あるいは透明度が低下するからであり、一方該表面を直接冷却すればより効率的に低温化できるからである。離形後の該表面の冷却は、冷却気体噴射装デバイスを挿入するか、あるいは成形型を隣接の冷却気体噴射デバイスの位置まで一時的に移動させるなどにより行うことができる。なおこのとき2組の成形型セットを準備して交互に賦形位置に戻すようにすれば最高速のプロセスにすることも可能である。

30

## 【0060】

変形の態様としては、例えば、該表面（裸面）に直接該加熱手段を施して、かなり昇温とてから賦形行って、更に該裏面に該加熱手段を施してもよい。

## 【0061】

40

第3のパターンCは、該表面温度の頂点温度（T）付近で賦形を行い、次いでこの賦形体裏面に対して冷却ブロウを行って離型し、次いで賦形体の存在しない該表面に対して直接に加熱気体接触及び又は赤外線照射を行う方法である（図5）。なお、賦形は通常は短時間で終わる工程であり、賦形同時に冷却ブロウが開始されるようにしてもよい。

## 【0062】

図5について詳述すると、aゾーンでは、前のサイクルで成形された賦形体を離型出し新成形材料の導入が行われ、一方では該表面に直接に加熱気体接触及びまたは赤外線加熱が行われ、所定の頂点温度（T）に加熱される。bゾーンでは賦形と賦形体裏面への冷却用気体の接触が行われ所定の底点温度（B）に冷却される。aゾーンでこのような加熱を行う理由は、bゾーンの賦形冷却プロセスが簡略になるからであり、一方aゾーンで該

50

表面を直接加熱すればより効率的に昇温できるからである。bゾーンについて具体的には、例えば非加熱の通常の空気を用い一部の空気を逃がしながら圧空賦形を行えば賦形、熱処理、冷却が自動時に進行し離型することができる。あるいは真空賦形とほぼ同時に冷却プロウを行っても同様である。賦形前の該表面の加熱は、aゾーンの時に加熱用のデバイスを挿入するか、あるいは成形型を隣接の加熱用デバイスの位置まで一時的に移動させるなどして行うことができる。このとき2組の成形型セットを準備して交互に賦形位置に戻すようにすれば最高速のプロセスにすることも可能である。

#### 【0063】

変形の態様としては、例えば該裏面の冷却を途中で止めてB点よりかなり高温の位置で離型し、更に該表面（裸面）に該冷却手段を施してもよい。

10

#### 【0064】

##### 成形型材料と成形パターンの関係

本発明においては成形型としてb値（熱浸透率）が0.01以上望ましくは0.1以上、更に望ましくは0.3以上であり、そして1.5以下、望ましくは1.0以下、更に望ましくは6以下である材料を用いることができる。本発明において用いられる加熱あるいは冷却のための気体の比熱は固体の成形型のそれに比べ非常に小さい。そのためにb値の大きな成形型では、賦形体の背面から行われる加熱気体接触あるいは赤外線照射では多くの熱量が該表面から下層に拡散し、表面温度が容易に上昇せず、賦形体の適正な熱処理温度に容易に達しない。また冷却用気体の接触では該表面下層からの熱量補給が大きく該表面温度および賦形体温度が容易に降下せず、賦形体の適正な離形温度に容易に達しない。そしてb値が1.5を超える場合は実用的な効率で加熱または冷却ができなくなる。例えば、熱成形型で最も普通に用いられるアルミニウム材、亜鉛合金では、この方法で加熱冷却を能率的に行うことできない。なお、赤外線照射の方法で本発明の成形材料は通常は赤外線の吸収率が十分でなく、成形型表層部の温度上昇が特に必要になる。

20

#### 【0065】

一方、b値が小さい場合は、本発明に用いる加熱冷却手段で表面温度の昇温、降下は容易になるが、0.01以下の材料では強度などの面から実用的な材料がなくなる。なお、用いる型材がb値が0.01～1.5であり発明範囲の材料であっても、型に付加した加熱あるいは冷却手段で型自体を温調することは難しく、特に表面温度を任意の高温あるいは低温にすることができず、できたとしても定常化には非常に長時間を要し、また温度バラツキが非常に大きく、この問題はb値が小さくなるほど強くなる。この問題を回避するために、表面温度のサイクルを観察し加熱と冷却のバランスさせる操作を行い、上述のパターンのような成形を行うことが必要になる。また、パターンAは範囲内のどのようなb値に対しても好ましく適用でき、パターンB、パターンCはb値が大きく2以上である場合により好ましく適用できる。

30

#### 【0066】

##### 温度パターンの制御

成形パターンに従うサイクルを繰り返す中で、サイクルの頂点温度（最高温度）と底点温度（最低温度）を所望の温度に到達させ、それを一定になるように調整または制御していく必要がある。そのためには先ず成形サイクルの表面温度変化またはこれに追従して変化する温度を測定する必要がある。該表面温度を直接測定することは最も望ましいが、成形品にプローブ痕跡などの不都合がある場合は、この表面温度に追従して直接変化するサイクル温度を測定すればよく、表面に近い内部の特定点を測定し表面温度の代用指標とする方法も好ましく採用できる。前述の成形パターンの説明ではこの温度をU点の温度としている。また表面又はU点に設置される温度測定プローブは十分に細くて熱容量が小さく温度応答性が高いものである必要があり、型材料b値の小さいほど温度応答性の高いものを用いる必要がある。具体的には少なくともプローブ径1mm程度以下のものを用いる必要があり、0.2mmの径程度のものを用いるとよい。また別法として賦形体裏面の温度を赤外線法にて測定する方法も採用できる。

40

#### 【0067】

50

これらの測定温度指標の最高温度と最低温度がそれぞれが所定の値になるようにし、そして最速サイクルが実現するように加熱条件と冷却条件を調整することができる。具体的な調整要素として例えば、加熱プロウあるいは冷却プロウの温度、時間、流速、風量、冷却プロウ中の加湿噴霧の有無または量、加熱冷却プロウのインターバル時間等の調整要素を挙げることができる。そして、これらの要素を任意に選んで、単独であるいは組み合わせて、変更調整し、容易に温度サイクルの頂点と底点を所望の温度に到達させ、これを一定値となるように調整または制御することができる。そしてこの制御は成形開始後安定するまで手動で行ってよいが、成形開始と共に自動でフィードバックすることもでき、特に後者では最初から不良品を殆ど出さずに生産でき好ましい。

## 【0068】

10

本発明では深層部温度（成形型の温度）の測定は第一義的には必要ではない。この温度は成形開始後定常化までに時間がかかる経過時間で変わり、また安定後といえども通常は該表面からの距離により傾斜した温度プロファイルになっている。しかし、それでもなおこの成形型温度を測定し、付加した加熱冷却機構によりこれを制御して、上記の定常化時間を短くしたりより安定にする効用は想定することができる。そのような時のその温度の測定位置は、付加加熱冷却機構と該表面との間で成形サイクルを直接追従しない値を示す位置ならどこでもよい。

## 【0069】

20

なお、本発明の方法で用いる成形型材料では $b$ 値が比較的に低く、付加した加熱冷却機構で該表面を任意の温度に調整して成形を始めることは難しく、特に成形サイクルを短くするために高温にすることは難しい。表面温度を高くしようとすると、（1）温度伝達までに極めて長時間を要しました、（2）加熱機構で負荷する温度を極端に高くせねばならず、型自体や周辺の破損や不便を招き、（3）成形型の該表面の温度バラツキが極端におおきなものとなり均一な熱処理成形が不能となる。しかしこれは、本発明の手段として用いる加熱冷却のサイクルの中で、表面温度を高温にし、表面温度のバラツキ問題のないように解消することができる。

## 【0070】

なお、成形サイクルを最短最高速にするには、所定の頂点温度、底点温度を得るように賦形体裏面からの、加熱と冷却両方の能力をバランスさせて最高度に発揮せるようにし、また成形品特性からみて許容のかぎり頂点底点の振幅を小さくすることを第一義にすればよい。なお、上記の頂点温度あるいは底点温度を一定化について言及すると、先ず隣接するサイクルに対しては実質的にほぼ等しくすることは容易であり同じ条件を繰り返せばよく、それよりも長い時間、例えば数分以上で変動して期待の頂点温度あるいは底点温度を外れないようにすることである。所定の頂点温度の許容幅あるいは底点温度許容幅は、製品設計次第でかなり大きく考えることができる。しかし本発明では頂点底点間の振幅を小さくすることにより高速化するもので各点の許容幅は当然小さくすることになり、その結果時間経過による逸脱あるいは大きなうねり変動のような場合でも許容幅は小さくなり、許容幅は30以下とすることが望ましく、20以下とするこが更に望ましく、10以下とすることが更にまた望ましい。

## 【0071】

30

## &lt;各種の変形態様&gt;

（1）本発明の変形態様の一つとして、成形型に用いる材料は单一のものではなく、 $b$ 値の違った材料と複合した構造にても良く、例えば1）表面層の下部に $b$ 値のより大きな部材の層を設け型温度の定常化を促進する方法も好ましく、また2）同様な材料を付加加熱冷却機構から該表面まで遠い部分の下層に設けて該表面温度のバラツキを小さくしたり解消を促進することも好ましく、また逆に3）表面層の下部に $b$ 値のより小さな部材の層を設け、表面に近い層からの熱伝導を遮断し定常化を促進する方法も好ましく利用できる。あるいはまた4）熱伝導率のよい材料で表面を覆う極薄の層をつくり、表面温度の均一化を行う方法は好ましく利用でき、これは例えば金属メッキなどにより実現できる（多層構造）。

40

50

## 【0072】

(2) 本発明の変形態様の一つとして、成形型に用いる材料の全部あるいは一部を多孔体または通気孔を無数に穿った材料とし、この多孔体に気体を通すことにより成形型温ないしは該表面温度の調整を支援促進する方法となり好ましく利用できる。なお、通気の方法は、真空引きでも、吹き込みでも行うことができ、前者には例えば、賦形体の離型除去後も再度吸引を行うようにすれば表面温度の冷却を促進し好ましい。吹き込みの気体は加熱されたものでも、冷却用でも任意に利用できる。通気のタイミングは、常時行ってもよく、また賦形体の存在期あるいは不在期にのみ行うこと成形型の構造次第で行うことができ何れの方法も好ましく利用できる(多孔体と通気)。

## 【0073】

10

(3) 本発明の変形態様の一つとして、加熱気体として過熱水蒸気を利用することができます。過熱水蒸気は熱容量が大きく能率的に加熱でき好ましく、乾燥過熱蒸気と飽和過熱蒸気何れも利用できる。なお、飽和ないし飽和に近いものは、本発明の方法において加熱と冷却の両方に利用することができ、具体的には圧力の高い状態で圧空賦形を行えば加熱圧空となり、途中減圧すれば水滴が発生して加熱がなされ、更に圧力を開放すれば気化潜熱冷却がなされる。このとき対象面の冷却を100以上を限定すれば乾燥状態で成形品を得ることも可能であり、好ましく利用できる(過熱蒸気)。

## 【0074】

(4) 赤外線の照射源の形状は、特に限定するものではなく、平面体にして賦形体の上空に配置してもよい。本発明の変形態様の一つとして、赤外線加熱デバイスを成形型に成形面に略相似した形にし、成形型がキヤビティ型の場合はそれを内部に挿入するよう、また成形型がコア型の場合はこれに覆うように接近させて照射することにより能率的にまた均一に加熱する方法となり、好ましく利用できる(赤外線)。

20

## 【0075】

(5) 本発明の変形態様の一つとして、気体噴射または排気ノズルの先端形状を成形型の成形面に概略相似した形の板状またはブロック状をとし、成形型がキャビティ型ならばそれを挿入するように、また成形型がコア型ならばそれを覆うように接近させて狭い間隙をつくり、気体プロウまたは吸引を行えば成形面で高速の気体流が発生させることができ能率的なまた均一な加熱または冷却の方法として好ましく利用できる。なお加熱あるいは冷却を均一に行うためには、この板またはブロック状デバイスに設ける気体噴射口はまたは吸引口は一つでもよいが複数であることが好ましくまた無数に多いことが好ましい。また噴射口または吸引口を多くするために多孔体を用いることが好ましい。このデバイスは一つで噴射にも吸引排気にも働くことができるが、一つのデバイスの中で、噴射通路と吸引通路を持つようにしたものも好適に用いることができる。

30

## 【0076】

なお、このようなガイドブロックは、賦形後に賦形体裏面に近づけてもよいが、賦形の補助に用いるプラグアシストと兼ねてもよい(ガイドブロック)。

## 【0077】

40

(6) 冷却用気体の適用関しては、できるだけ低温の気体を用い、できるだけ高速の気体流を賦形体裏面に接するようにすることが好ましい。このような気体の吹きつけは略閉鎖された空間で行ってもよいが、開放空間で周囲の空気を引き込みながら吹き付ける方法も効率的で好ましい。本発明の変形態様の一つとして、ベンチュリー管の原理を利用したデバイスを利用し、外気などを吸い込みながらプロウすれば、冷却用の圧縮空気の消費も少なくなり効率的で好ましい。またこのとき加湿などが容易に行える(ベンチュリー管)。

## 【0078】

(7) 嵌合ダイあるいは雌雄型を用いて賦形し、賦形体を本発明の構造を有する雌雄いずれか片方の型(以下下型という)に残して他(以下上型という)を開けば、本文記載のとおり賦形体裏面に対して自由に加熱冷却を行うことができる。本発明の変形態様の一つとしてし、下型は本発明通りの構成とし、上型は気体プロウのできる構造にし、両型を合

50

わせるようにプレス賦形の後、上型を少し持ち上げて加熱気体あるいは冷却気体をプロウすることにより記述の自由な成形パターンを実行することができる（雌雄型）。

#### 【0079】

(8) 圧空成形を行う場合は完全密閉空間にしても良いが、圧空ボックスから気体を適度に漏洩するようにすれば、気体流が生まれ熱伝達率を大きくすることができ賦形体および該表面温度をよりより効率的に昇降させることができ好ましい。具体的的には圧空ボックスにリークのためのスリットを設けたり、レギュレータ、フローバルブ、チェックバルブ、ニードルバルブ、開閉バルブ等を設けることにより実施でき任意に好ましく利用できる。例えば、低温あるいは高温の圧空に引き続き、バルブを操作して低圧あるいは無圧で高温気体あるいは低温気体を吹き付ける方法も実施できる。このときも高速の気流である方が効率的であるが、加熱の場合は周囲の空気を巻き込むことが無いようにある程度閉鎖された空間でおこなうことが好ましい（圧空の漏洩）。 10

#### 【0080】

(9) 通常の熱成形では、多くの場合材料シートを専用オーブンを通過させて予熱することが行われが、本発明ではこれを行わず、材料シートを成形型のある位置に置いて、熱処理のための高温気体接触は赤外線照射を行いながら殆ど同時に賦形と熱処理を行うことができ、賦形性がよく特に好ましい方法となる。この方法も、仔細に観察すれば、シートの予熱がある程度先行して行われ、次いで賦形が同時進行し、次いでシート予熱温度以上の熱処理が行われるもので本発明の範囲を超えるものではない。これを例えば280 の高压空成形でおこなうこともできるが、ゆっくり且つ適正な速度で加圧する必要があり、急激に高温圧空を行えば材料は予熱不足のために破断してしまう。また加圧をゆっくりして高温に余熱しすぎたものは、伸びが失われまた成形不良となりまた白化などが発現してしまい、あるいは溶融してしまう。なお、本発明に用いる材料を十分な熱処理温度にまで予熱すると伸びが失われ成形不良となりまた白化などが発現してしまう。なおこの方法では成形材料は賦形中もある程度昇温しているが厳密には賦形後に熱処理がなされている（予熱即賦形）。 20

#### 【0081】

##### その他の付記事項

上記のプロセスで得られた、本発明の成形品は、同材料シートの熱成形に比べ耐熱性が向上したものとなっており、少なくとも10 以上向上させることは容易であり、ホモのP E T 材料の場合であれば耐熱80 以上にすることは容易であり、90 以上、あるいは100 以上、あるいは120 以上、あるいは140 以上とすることもでき、併せて透明性の高いものにすることができる。なお、ここでは耐熱性は、成形品を特定温度に加熱されたサラダオイル中に2 分間浸漬して取り出し、肉眼判断で一見してわかる収縮変形の有無で耐熱性の判断とする。 30

#### 【0082】

なお、本願に記載した表面温度については部位によるバラツキが想定されるが、成形型表面のうち成形品の有効部分が接する少なくとも1 点の温度が記載の規定の範囲を満足させておればよい。また、複数の成形型を集積して成形を行う場合は必ずしも全ての成形型について管理あるいは制御する必要はなく少なくとも1 つの成形型でこれを行えばよい。 40

#### 【実施例】

#### 【0083】

##### (実施例1)

##### 成形材料

共重合成分としてジエチレングリコール2 モル%を含有し、エチレンテレフタレート単位が構成繰り返し単位の98 モル%を占めるポリエチレンテレフタレート樹脂を、ベント付き押出機にて樹脂温度290 で溶融押し出し、キャスティングロールで引き取り冷却固化しシート成形した。得られた実質的に未延伸のシートを縦方向に2 . 5 倍に1 軸延伸し、厚さ0 . 23 mmの延伸シートを得た。なお、このシートは延伸に際するヒートセット処理はおこなっていない。 50

**【0084】**

このシートにおける樹脂の極限粘度は0.69 d<sub>1</sub>/g、ガラス転移軸(T<sub>g</sub>)は75、融点(T<sub>m</sub>)は253、複屈折率(n)は0.049、面配向度(P)は0.037であった。

**【0085】**成形型

円周に嵌合溝つきの大略半円球のカップ(内径100mm、深さ35mm)のキャビティ型(外寸110×110×高さ53mm)で、成形時の真空孔(排気孔)を備えたもので、図1に示す形状のものを製作して使用した(表2)。成形型の材料としては硬質ウレタンフォーム材(サンモジュール33 三洋化成製 熱浸透率b値0.7)を用い、切削加工にて製作した。これを、電熱カートリッジヒーターを埋設した温調プレート上に設置し、収納ボックスに収容して成形装置に装着した。なおこの材料は機械加工が容易なことからテスト用あるいは小数成形の熱成形型に用いられているが、この熱浸透率b値が0.7と小さく熱が蓄積しやすく高速の連続成形には向かないとされている。10

**【0086】**成形装置

枚葉の真空圧空成形機(浅野研究所製)に高温の加熱空気を製造する装置を特別に付加してこの加熱装置を経由して成形機の圧空用空気を圧空ボックスに導き、圧空ボックス天井に特別に設けた加熱多孔板を通じて内部に吹き出すようにした。またこれとは別に外部から元圧0.7MPaの圧縮空気を同ボックス内部に導き分散ノズルを通じて排出し、賦形体裏面からプロウ冷却する機構を附加した。なお、圧空ボックスには0.15MPaの排気弁を設置してあり一定圧で排気がなされる。この冷却プロウの機構は加熱気体導入のものとは全く別のものであり、圧空ボックスの閉鎖時も開放時も任意な時プロウ冷却できるようにした。20

**【0087】**

なお、上記の加熱多孔板はスチール製で電熱カートリッジヒーター内蔵のもので、多孔の開口面を下に向か加熱空気が賦形体裏面に向けて吹き出すようにした。

**【0088】**

上記多孔板は導入気体の再加熱と同時に赤外線照射の働きもするもので同板の赤外線放射率は約0.75で成形型上面までの距離は約100mmであった。また成形型該表面の放射率は0.95程度と推定される。30

**【0089】**成形方法

上記成形材料をオープンで8秒保留しシートを85℃に予熱し、該表面温度75/75(底面/側面;以下同様に表現する)に予め調整した成形型の上に移動させ、加熱気体を用いて6秒間真空圧空賦形を行い、7秒間冷却プロウを行って離型した。圧空は、約30℃で元圧0.4MPaの圧縮空気を400℃の空気加熱装置を通じて圧空ボックスに導き、400℃の天井板を通じて噴出させ、排気を伴う圧空賦形を行った。また冷却プロウは、圧空ボックスをゆっくりと上昇させながら圧空ボックス内に設けた拡散ノズルから圧縮空気を賦形体裏面にプロウしながら行った。該表面の底面側面の平均温度は、真空圧空賦形時に174/174℃の最高点に達し、離型時には101/101℃に低下していた。圧空時のボックス内は中央部で332℃となり、圧力は約0.2MPaであった。40  
なお、上記の成形型の予熱調整においては、90℃の温調プレートで一時間以上経過しても75℃程度な温度が得られず、また表面の部位による温度バラツキが大きいので、該表面を直接加熱して昇温させることとし、圧空ボックスを降下接近させ該表面に対して加熱プロウと冷却を繰り返し、均一で適切な温度になったときを見計らって上記のテストを行った。

**【0090】**成形結果

成形品は透明で良好な形状をしており、加熱オイルに浸漬するテストの結果からは、少50

なくとも 120 では変形が無く耐熱性の高いものであった。ちなみに延伸を行っていない同樹脂のシートはこのような成形方法では成形品は得られないが、通常の熱成形法により得た成形品の耐熱性は約 65 であった。

本方法では、材料シートの賦形と加熱と冷却が殆ど同時になされ、13秒間という非常な短時間で効果的な熱処理を伴う成形が可能であることを確認した。

#### 【0091】

##### 連続成形性の確認

更に連続成形を近似的に模して、上記成形品を成形型に真空固定したまま圧空ボックスを少し開いて無圧になるようにし、上記の加熱空気を用いた6秒間の加熱プロウと7秒間の冷却プロウの繰り返しテストを行ったところ、表面最高点温度（頂上温度）が急激に上昇したので、加熱条件等を弱めるなど調整を行った。その結果、[3秒加熱プロウ、1秒待ち、5秒冷却プロウ、1秒待ち]の繰り返しサイクルで、1~2分という短時間で定常状態となりの条件で安定温度軌跡を描くことができた。なおこの条件では、気体加熱装置及び該天井板の温度を 350 とし、加熱プロウ温度を 260 にして行った。このときの表面最高温度（T点）は 175 / 182 、最低温度（B点）は 123 / 126 に達し、ほぼ同一の温度のサイクルが少なくとも 10 分続いた。なお、この温度は有効な熱処理に十分な温度であり、また良好な離型に十分低い温度である。実際の連続成形における材料交換は上記待ち時間の計 2 秒の中で行うことができる所以 1 サイクル 10 秒となる。以上確認テストは疑似的なモデルのテストであるが、適切な設備を準備すれば、高速の連続生産が可能であることを示すものである。（パターン A）

10

20

#### （実施例 2）

##### 成形材料

実施例 1 に用いたものと同じものを用いた。

#### 【0092】

##### 成形型

実施例 1 と同形同寸法の成形用キャビティ型を、鉄系フィラー入りエポキシ樹脂 CA 133（三洋化成（株）製）を予め製作したシリコンモールドに注型する方法で製作した。型は図 1 に示す構成で内部に温調機構はなく、また必要な箇所には真空孔を設けた。また実施例と同じ様に表面温度等を計測し、この成形型を温調可能なプレートに乗せて使用した。

30

#### 【0093】

##### 成形装置

実施例 1 に使用したものを使用した。

#### 【0094】

##### 枚葉の成形方法

上記成形材料をオープンで 8 秒予熱して 85 とし、予め該表面温度を温度調整した成形型の上に移動させ、400 の加熱装置を以て 400 の天井板を通じた加熱空気で 4 秒間真空圧空賦形を行い、次いで圧空ボックスを上昇させながらノズルから空気プロウ冷却を 5 秒行い離型した。なお圧空中は、ボックス内で 331 に達し、空気を外部へ噴出させながら、約 0.2 MPa の圧力になっていた。なお、成形型の予熱は温調プレートを 120 にすることにより行ったが、表面温度は 111 / 87 （底面 / 側面）と部位によるバラツキが非常に大きい。賦形時最高温度は 162 / 139 に達し、離型時に 108 / 101 に低下していた。

40

#### 【0095】

##### 成形結果

成形品は透明で良好な形状をしており、実施例 1 と同様に行った耐熱テストの結果では、100 の耐熱性があり改善効果のあるものであった。この結果は、賦形時の底面の 162 は熱処理に十分な温度であるが、側面の 139 は有効であるが、向上余地を残すものであった。

#### 【0096】

50

### 連続成形性の確認

実施例1と同様に、上記結果をもとに連続成形を近似的に模した繰り返し加熱冷却テストを行った結果、[4秒加熱、5秒冷却]のサイクルではたちまち頂上温度が上昇し材料が溶融破損してしまったので、続けて条件修正を行った。

その結果、加熱プロウを280とし[3秒加熱、4秒冷却、2秒待ち]という設定にて15分以内に定常状態となった。ただし背後の本体温度はその後も非常に緩慢に上昇を続けていた。

この定常状態では底部／側面の頂上温度は173/178で、最下点温度は123/129に到達しほぼ同一の温度のサイクルが少なくとも10分続いた。これらの温度は熱処理および離型ともに十分な温度となっており、温度バラツキも大幅に縮まっており、理想的な温度軌跡となっている。このサイクル設定で待ち時間の2秒は、実際の連続成形における離型排出と成形材料交換に充当できるので1サイクル10秒の成形が可能となることがわかった。そして、上記のようなサイクルテストの中で、加熱プロウあるいは冷却プロウの温度、時間、流速、風量、冷却プロウ中の加湿噴霧、加熱冷却プロウのインターバル時間のいずれか要素を手動で変更しても容易に温度軌跡の頂上温度、最下点温度がサイクル経過して容易に変わることを確認した。

#### 【0097】

なお、このような条件修正は手動で行ってもよく、自動的に修正してもよい。また上記の試験では比較的短時間に定常化したようになっているが、非常な長時間では、背後温度の上昇によりサイクル温度は微妙にずれてくる可能性があるが、この修正も手動で行うことができ、また自動的にも修正できることがわかった。(パターンA)。

#### 【0098】

(実施例3)

### 成形材料

実施例1に用いたものと同じものを用いた。

#### 【0099】

### 成形型

実施例2に用いたものを使用した。

#### 【0100】

### 成形装置

実施例2に用いた成型機と装置構成とした。ただし成形機付帯のシート予熱オープンは使用しなかった。

#### 【0101】

### 成形方法

本成形型は、付加した加熱機構では該表面温度を100以上の高温にすることは難しく、またできたとしても温度バラツキが大きくなるので、実施例2のサイクル試験の方法(条件は少し変更)の加熱プロウと冷却プロウの繰り返しにより、室温の成形型(表面温度31)を予熱調整してただちに成形試験を行った。なお、この予熱調整でも18分程度で一応安定化した。予熱していない上記成形材料を、該表面温度が昇温されているに成形型の上に迅速に宛がい、加熱空気で5秒間真空圧空賦形を行い、次いで圧空ボックスを急速に上昇させ10秒間待って成形型真空引きを開放して離型を行った。なお、加熱空気は圧縮空気を400の加熱装置と400の天井分散板を通すことにより供給した。

#### 【0102】

圧空は、0.15 MPaリリーフ弁から加熱空気を逃がしながら約0.2 MPaの圧力で行われ、ボックス内温度は338に達していた。また、圧空直前の該表面温度は142/131(底面/側面;以下同様に表現)で、また最高表面温度は188/192に達し、離型時の表面温度は166/152に降下していた。

#### 【0103】

### 成形結果

成形品は透明で良好な形状をしており、実施例1と同様の耐熱テストの結果からは、少

10

20

30

40

50

なくとも 120 の耐熱性があった。

#### 【0104】

本方法では、材料シートの賦形と兼ねた加熱を 5 秒、冷却を 5 秒という非常な短時で効果的な熱処理を伴う成形が可能であることを確認した。なお、実際の連続成形においてはこれに加えて 1 ~ 2 秒程度の材料交換の時間が必要である。

#### 【0105】

##### 連続成形性の確認

上記の試験は、表面温度の昇温と均一化を加熱冷却のサイクルで行うことにより可能となることを示したものである。しかしこのパターン B の成形方法では、離型後に成形型の裸の該表面直接に冷却プロウが必要であるので、上記の加熱と待ち時間の他にその時間が必要になる。ここでは、この冷却プロウを伴いサイクル試験は行っていないが、実際の設備では適切な機構を設ければそれは可能である。

#### 【0106】

##### (実施例 4)

##### 成形材料

実施例 1 と同じものを用いた。

#### 【0107】

##### 成形型

実施例 1 と同形状、同寸法のものを b 値の比較的低い材料である不鏽鋼 S U S 3 0 4 材の切削加工により製作し使用した。なお、この材料の b 値は 8 . 0 である。

#### 【0108】

##### 成形装置

実施例 1 に使用したもの用い、上記成形型同様に装着して使用した。

#### 【0109】

##### 成形方法および成形条件

上記成形材料シートをオーブン中に 8 秒保留して 85 に予熱し、該表面温度（側面）の温度 155 に予熱調整した成形型の上に移動させ、加熱気体を用いて 5 秒間真空圧空賦形を行い、5 秒間冷却プロウを行って離型した。なお、加熱空気は、元圧 0 . 4 M P a の圧縮空気を 400 の加熱装置と 400 の天井分散板を通すことにより供給した。そして圧空賦形は、0 . 15 M P a リリーフ弁から加熱空気を逃がしながら約 0 . 2 M P a の圧力で行われ、ボックス内温度は 324 に達していた。また冷却プロウは、圧空ボックスをゆっくりと上昇させながら圧空ボックス内に設けた拡散ノズルから圧縮空気を賦形体裏面にプロウしながら行った。該表面温度（側面）は、真空圧空賦形時に 177 に達し、離型時には 138 に低下していた。なお、成形前の型表面温度の予熱調整は、190 の温調プレートによる加熱と併せ、この成形型に別途成形した成形体を固定して 310 の加熱プロウと常温圧縮空気による冷却プロウを繰り返すことにより行った。なお、このときの表面温度の底面温度は測定トラブルのため割愛する。

#### 【0110】

##### 成形結果

成形品は透明で良好な形状をしており、加熱オイルに浸漬するテスト行った結果からは、少なくとも 120 では変形が無く耐熱性の高いものであった。

本方法では、材料シートの賦形と加熱と冷却合わせ 10 秒間という驚異的な短時間に効果的な熱処理を伴う成形が可能であることを確認した。

#### 【0111】

##### 連続成形性の確認

上記の試験は、表面温度の昇温と均一化を加熱冷却のサイクルで行うことにより可能となることを示したものである。

#### 【0112】

##### (実施例 5)

##### 成形材料

10

20

30

40

50

実施例 1 と同じものを用いた。

### 【0113】

#### 成形型

実施例 4 に使用したもの用いた。

### 【0114】

#### 成形装置

実施例 1 に使用したものを使用した

#### 成形方法および成形条件

上記成形型を成形装置に装着して成形を行った。上記成形材料シートをオープン中に 10  
8 秒予熱して 8.5 にし、該表面の側面位置の温度が 18.2 に調整されている成形型の  
上に移動させ、8 秒間真空圧空賦形を行って直ちに離型した。圧空は元圧 0.7 MPa の  
通常温度の圧縮空気を圧空ボックスに導き、排気弁から空気を噴出させながら行われた。  
圧空賦形中のボックス内は 4.1 で、圧力は約 0.2 MPa となり、また離型時の表面温度  
は 16.9 に降下していた。なお、成形前の型表面温度の予熱調整は、210 の温調ブ  
レートによる加熱と併せ、この成形型に別途成形した成形体を固定して 310 の加熱ブ  
ロウと常温圧縮空気による冷却ブロウの繰り返すことにより行った。なお、表面温度の底  
面温度は測定トラブルのため割愛する。

### 【0115】

#### 成形結果

成形品は透明で良好な形状をしており、加熱オイルに浸漬するテスト行った結果からは 20  
、少なくとも 120 では変形が無く耐熱性の高いものであった。本方法では、材料シートの賦形、加熱、冷却を合わせて 8 秒という驚異的な短時で効果的な熱処理を伴う成形が  
可能であることを確認した。なお、実際の連続成形においてはこれに加えて、賦形体の存  
在しない該表面の加熱気体ブロウが必要でありその時間を考慮する必要がある。

### 【0116】

#### 連続成形性の確認

上記の試験は、表面温度の昇温と均一化を加熱冷却のサイクルで行うことにより可能と  
なることを示したものである（パターン C）。

### 【0117】

#### 【表 2】

30

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
材料	ホモ 2.5	ホモ 2.5	ホモ 2.5	ホモ 2.5	ホモ 2.5
型材料	硬質 PU フォーム (サンモジュール 33)	鉄入りエポキシ (サンモジュール)	同左	SUS 304	同左
b 値	0.7	2.8		8.0	
成形パターン	パターン A	パターン A	パターン B	パターン A	パターン C
定常化サイクル例	10 sec	10	10 + $\alpha$	12	8 + $\beta$
成型品	良	良	良	良	良

40

### 【0118】

#### （比較例 1）

先行技術である特公平 5 - 45412 号公報の提案する方法を検証するために下記内容  
のテストを行った。

### 【0119】

成形型をアルミニウム (A5052) の単体構造とし、実施例 1 と同形状同寸法のカッ

50

成形用キャビティ型を製作し、実施例1に使用し温調プレート上に乗せて固定しキャビティ型を温度制御できるようにした。成形材料は実施例1に用いたものと同じものを用いた。成形装置は、実施例1に使用にしたものを使用したが、圧空ボックスには必要により加熱気体を導入できるようにした他は、排気弁などは設けず、またホックス閉鎖時に空気漏れ防止のシールを設けたもので、公知の方法どおり圧空成形するようにしたものである。次の各方法について調べてみた。

1) 材料シートを8秒間オーブン内で85℃に予熱し、表面温度を所定の比較的に高い温度に調整したキャビティ型上に移動させ、およそ30℃の圧縮空気を用い0.4Mpaの圧力で1分間圧空賦形を行いそのまま離型した。表面温度を190℃、220℃に調整した場合はいずれも離型に際して収縮変形してしまった。また240℃に調整した場合は白化すると共に破れてしまった。この結果から、少なくも用いた材料では良品が得られないことがわかった。10

2) 次いで、キャビティ型表面温度を所定の比較的低い温度に調整しておいて、上記同様の条件で圧空賦形を行い、次いで圧空ボックスを開放しながら220℃の熱風を1分間吹き付けた後に離型する試みを行った。30℃及び60℃調整したものは、いずれも良好な成形品となっていたが、耐熱性の向上は全くなかった。そこで、熱風温度を熱処理限度としている240℃、及び250℃、さらには限度をはるかに超える300℃の熱風を用い同様のテストを行ったが、やはり耐熱性の向上がなく熱処理がなされないことがわかった。20

3) 上記公報には記載も示唆もない条件であるが、表面温度をある程度高温にして2)と同じ条件で賦形し、同様に220℃の熱風を1分間吹き付けた後に離型する試みを行った。20

表面温度を80℃、100℃、120℃と高くした場合には離型に際して激しく収縮変形してしまった。また、表面温度を熱処理有効である140℃、160℃、180℃とした場合は、離型に際して程度の成形形状は保持したものであったが、変形やシワなどの発生があり良品にはならなかった。

以上3件の検証テストの結果からは、本公報の提案する熱処理の方法は、少なくとも本テストに使用した延伸ポリエチレン材料に適用できる方法ではない。熱処理された良好な良品を得るには本発明の如く賦形体を加熱冷却して離型するプロセスが有効であることがわかった。30

#### 【0120】

##### (比較例2)

先行技術である特公昭59-051407号公報の方法及び敷衍して考えられる方法を検証するために下記内容のテストを行った。

#### 【0121】

熱成形の成形型として最も汎用されるアルミニウム材(A5052)の単体構造とし、実施例1と同形状同寸法のカップ成形用キャビティ型を製作し、実施例1に使用し温調プレート上に乗せて固定しキャビティ型を温度制御できるようにした。

成形材料は実施例1に用いたものと同じものを用いた。

#### 【0122】

成形装置は、実施例1に使用にしたものを使用したが、シートの直接加熱方式の定法通りに、成形機プレスの天板下に熱盤を固定し、熱盤からの空気により圧空賦形すると方式とした。従って上部の圧空ボックスはなく、また公知の定法に従い、キャビティ型を収納した下部ボックスの周縁にはシール材を取り付け、熱盤で封鎖して圧空を行う時に空気漏れがないようにして成形試験を行った。40

#### 【0123】

材料シートを所定の各温度に調整してある熱盤と下部ボックスの間に挟み、この熱盤に真空圧接して予熱し、次いでこの熱盤を通じて加圧空気を送り表面温度を65℃に調整にしてあるキャビティにて圧空賦形を行い離型した。

この時の熱盤温度は100℃、150℃、180℃、220℃とし、真空圧接時間はいず50

れも 10 秒間とした。なお、キャビティ型表面温度の 65 は、材料 P E T の Tg 以下の温度であり、離型時の収縮を回避できるように材料を十分冷却できる温度である。圧空賦形は、通常の圧縮空気を用い 0.4 M P a の圧力で 2 秒間行い、ほぼ参考公報に示されている条件どおり成形を行った。

#### 【 0 1 2 4 】

テストの結果、

a ) 热盤温度 100 のものは、良好な形状の成形品となったが、75 の温水浸漬で激しく収縮し耐熱性の向上は全くなかった。圧空に際して表面温度（底面と側面の平均で示す・・・以下同様）は瞬間に 71 に達したが圧空開放時（離型時）は約 66 になっていた。この表面昇温は熱処理には不十分である。

10

#### 【 0 1 2 5 】

b ) 热盤温度 150 のと更に高くしたものは、大きなネックインが入ってしまった。また追加試験の延伸倍率 2.0 倍材料による成形品も同様に激しく白化してしまった。圧空賦形に際して表面温度は瞬間に 93 に達したが圧空開放時（離型時）には約 69 になっていた。この表面昇温は熱処理に不十分である。

#### 【 0 1 2 6 】

c ) 热盤温度 180 と更に高いたものも、上記同様に大きなネックインが入ってしまった。そこで追加試験として、热盤温度はこのままにして热盤への接触予热時間を、3 秒、1 秒、0.5 秒と順次短くしてみたが結果は同様であった。

更に追加試験として、同樹脂で延伸倍率のみ低くした材料（延伸 2.0 倍）にて同様に 10 秒間压接予熱し 2 秒間圧空をしたところ、成形品は激しく白化し、また厚みムラのあるものとなってしまった。圧空に際して表面温度は瞬間に 93 に達したが圧空開放時（離型時）は約 69 になっていた。この表面昇温は熱処理には不十分である。なお表面温度の変化は、昇温は主として予熱シートのも熱によるもので、この熱はただちに成形型に拡散し、圧空空気の運ぶ熱量は大きくなかったことを意味する。

20

#### 【 0 1 2 7 】

< 註、実施例 1 の材料シートに用いたものと同じ樹脂で、同様に溶融押出してシート成形し、同様に 1 軸延伸したもので、延伸倍率は 2.0 倍、厚み 0.23 mm のもので延伸に際するヒートセット処理の行っていないものである。なおこのシートの複屈折率（n）は 0.013、面配向度（P）は 0.011 であった。>

30

d ) 热盤温度 220 のものは、成形品にネックイン状の大きな亀裂が入ってしまい製品となるようなものではなかった。因みに、表面温度は 90 に達したが直ちに低下し圧空開放時（離型時）は約 70 となっていた。この表面温度の昇温は熱処理には不十分である。

#### 【 0 1 2 8 】

この結果からは、引用公報記載の方法は少なくともテストに用いた成形材料の熱処理成形には適切な方法ではないことは明かである。また、热盤により材料シートを予熱し、そのままの位置で热盤を通ずる空気により圧空成形を行う方法は公知の方法であり、この方法では空気は热盤を通るとき期せずして加熱されて加熱空気による圧空が行われることになる。しかしながら、（1）表面温度の一時的昇温は予熱された材料によるもので、加熱気体による表面温度昇温の効果は殆どなく、また（2）圧空温度を高くすべく热盤温度を高くすると適切な成形がなされなくなる。従って、こうした公知の方法では、本願の期待する熱処理を伴う成形は実現できず、またこれを敷衍して考えてもその実現は容易ではない。

40

#### 【 0 1 2 9 】

（比較例 3 ）

比較例 2 の公熱盤予熱圧空成形法を敷衍して下記の種々の方法を試みた。成形型の材料として硬質発泡ウレタンフォーム材（サンモジュール 33 三洋化成製 热浸透率 b 値 0.7）を用い、比較例 2 のものと同形同寸法の成形型を製作し同様に温調プレート上に設置し、比較例 2 に用いた成形装置をそのまま用いた。なおこの材料は機械加工が容易なこ

50

とからテスト用あるいは小数成形の熱成形型に用いられているが、この熱浸透率  $b$  値が 0 . 7 と小さく熱が蓄積しやすくて高速の連続成形には向かないと言われている。

### 1 ) 比較例 2 に準じた成形試験

a ) 热盤温度 100 の試験結果は、比較例 2 と同様に、良好な形状の成形品となつたが、同様に 75 の温水浸漬で激しく収縮し耐熱性の向上は全くなかった。

なお、10秒間に表面温度（底面と側面の平均で表示・・・以下同様）は 78 の最高温度に達し 71 に低下したとき圧空開放され、その 40 秒後に離型されたときは底面と側面の両部位とも 70 以下になっていた。

#### 【 0130 】

b ) 热盤温度 150 の試験結果は、比較例 2 と同様にネックイン状のキレツが発生したので、同様に成形材料を 2 . 0 倍延伸のものに変更して成形した。このものも同様に成形品の形状は保っているものの白化し製品としては不適であった。この後者の 10 秒間の圧空中に表面温度は 92 に達し 80 に低下したとき圧空は開放され、その 40 秒後の離型時には底面と側面の両部位とも 70 以下になっていた。

#### 【 0131 】

c ) 热盤温度 180 の試験結果は、比較例 2 と同様にネックインキレツが発生したので、上記同様に成形材料を 2 . 0 倍延伸のものに変更して成形した。この後者の 10 秒間の圧空中に表面温度は 106 に達し 102 に低下したとき圧空は開放され、その 40 秒後の離型時には全ての部位が 75 以下になっていた。成形品は収縮変形し、また激しく白化したものであった。

#### 【 0132 】

d ) 热盤温度 220 試験結果は、比較例 2 と同様にネックインキレツが発生したので、上記同様に成形材料を 2 . 0 倍延伸のものに変更して成形した。しかしこのものは激しく白化しました多数の孔があき成形状態にならなかった。

#### 【 0133 】

この結果からは、本公報記載の方法は少なくともテストに用いた成形材料には適切な方法ではない。なお、本成形型の表面温度調整は、比較例 1 と同様に温調プレートで行おうとしたが、温度バラツキが大きく、また安定になりにくく、G F 断熱マットで覆って加熱するなどして、高温部位がおよそ 65 程度の時を見計らって成形をおこなった。

2 ) この成形型の温度特性について調べてみた。

この成形型で表面温度を高温にして圧空賦形を行うこと狙いに、下記を試みた。

#### 【 0134 】

A ) 100 及び 125 の温度に調整したプレートに常温の成形型を乗せて加熱したとき、それぞれ表面温度の昇温定常化には約 60 、 90 分と極めて長い時間を要した。

#### 【 0135 】

B ) このときの表面温度の下部、中位、上部の平均はそれぞれ 50 、 62 で、部位による大小の温度差がいずれも 20 ~ 25 と大きい値であった。そして加熱プレートとの温度差は非常に大きくなり、部位によっては 71 にも達していた。

#### 【 0136 】

C ) 上記は静止した空気での値であるが、環境の影響を調べてみたところ、空調機による気流、熱盤による放射熱等により変わり、また温度バラツキのが更に大きくなつた。

#### 【 0137 】

D ) 表面温度を平均 100 以上の設定にする試みを行つた。しかしプレート温度を型材の耐久耐熱温度（ 80 ）を遙かに超える 180 以上の設定にしてもそれは達成することはできず型を損傷してしまつた。

#### 【 0138 】

本発明者は、この 2 ) のテスト結果から、次のような結論を導く。

#### 【 0139 】

このような  $b$  値の小さな材料を用いた成形型では表面温度調整に関して；

a ) 自由な温度設定がしにくく、特に高温設定ができない。

10

20

30

40

50

## 【0140】

b) 昇温安定化に非常に長い時間を要する。

## 【0141】

c) 部位による温度バラツキが非常に大きい。

## 【0142】

d) 環境条件の影響を受けやすい。

## 【0143】

また、以上1) 2) のテスト結果からは次の結論を導く。

## 【0144】

a) 公知の圧空成形条件では熱処理を伴う成形が実現できない。 10

## 【0145】

b) 圧空時の熱処理温度到達を容易にするために、表面温度を高温に設定しようとしても任意の高温設定ができない。

## 【0146】

c) 仮に設定可能範囲で熱処理可能な材料を選ぶことができたとしても、能率的連続成形には不都合である。

## 【0147】

d) 大きな温度バラツキは均一で欠陥のない製品づくりには障害となる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0148】

## (本発明の効用)

適度な延伸配向を行ったポリエステル系樹脂シートを熱成形過程において、予熱温度を超える温度にて熱固定を行うことにより耐熱性、透明性、剛性等の高い熱成形品が得られるが、本発明のプロセスにおいては、

(1) 特定の材料を成形型に用い、特定の方法で賦形体裏面を短時間加熱冷却することにより、易しい条件で且つ高速の熱固定を伴う熱成形をすることができる。

## 【0149】

(2) 特定の方法による加熱冷却を繰り返すことにより、該表面を均一にかつ望まれる高温に調整でき、高度の熱処理が均一になされた熱成形品が得られる。

## 【0150】

(3) 表面温度サイクルをモニターして加熱冷却を調整することにより、容易に素早く安定した高速の連続成形を実現できる。

## 【0151】

(4) 表面温度サイクルをモニターして加熱冷却を調整することにより、即時あるいは短時間に安定生産が開始でき、品質不良品率を最少にすることができる。

## 【0152】

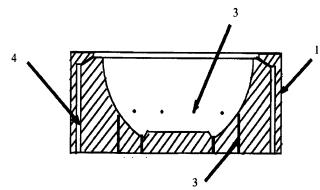
(5) 一つの成形型で必要に合わせ、AからCパターン(混合パターン、変形バーン含む)まで任意の成形パターンを選ぶことができ、例えば高温で擦過や火傷しやすい材料に対しはAあるいはBパターンのように低温で賦形して昇温する方法が好ましく利用でき、またBあるいはCパターンでは高速化を最優先にした連続成形プロセスを構成することができる。 40

## 【符号の説明】

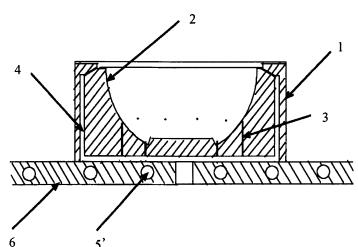
## 【0153】

- |         |         |       |
|---------|---------|-------|
| 1 成形型本体 | 2 成形用表面 | 3 真空孔 |
| 4 導気孔   | 5 熱媒通路  |       |

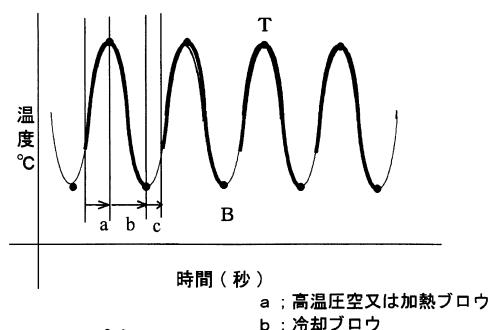
【図1】



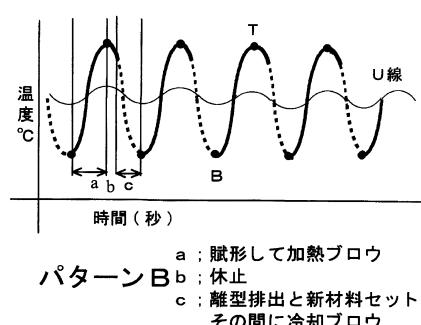
【図2】



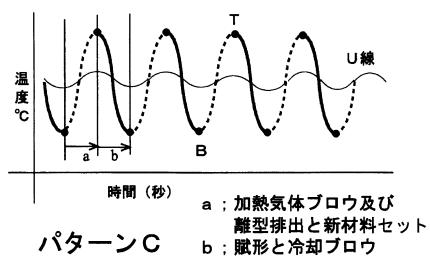
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-276080(JP,A)  
特開昭53-105564(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 51/00 - 51/46  
B29C 33/00 - 33/76