

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6828979号  
(P6828979)

(45) 発行日 令和3年2月10日(2021.2.10)

(24) 登録日 令和3年1月25日(2021.1.25)

(51) Int. Cl. F I  
 C O 8 J 9/18 (2006.01) C O 8 J 9/18  
 C O 8 J 9/228 (2006.01) C O 8 J 9/228 C F F

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-521860 (P2017-521860)	(73) 特許権者	000131810 株式会社ジェイエスピー 東京都千代田区丸の内三丁目4番2号
(86) (22) 出願日	平成28年5月25日 (2016.5.25)	(74) 代理人	100118131 弁理士 佐々木 渉
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/065471	(72) 発明者	越田 展允 三重県四日市市大字六呂見653-2 株式会社ジェイエスピー 四日市研究所内
(87) 国際公開番号	W02016/194737	(72) 発明者	西島 浩気 三重県四日市市大字六呂見653-2 株式会社ジェイエスピー 四日市研究所内
(87) 国際公開日	平成28年12月8日 (2016.12.8)	(72) 発明者	及川 政春 三重県四日市市大字六呂見653-2 株式会社ジェイエスピー 四日市研究所内
審査請求日	平成31年3月11日 (2019.3.11)		
(31) 優先権主張番号	特願2015-111617 (P2015-111617)		
(32) 優先日	平成27年6月1日 (2015.6.1)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱可塑性ポリウレタン発泡粒子及び熱可塑性ポリウレタン発泡粒子成形体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱可塑性ポリウレタン発泡粒子であって、前記熱可塑性ポリウレタンのショアA硬度が85以上であり、前記発泡粒子の平均気泡径が50～300μmであり、

前記発泡粒子の中心部における平均気泡径(A)と前記発泡粒子の表層部における平均気泡径(B)との比(A/B)が0.8～1.6であり、

前記発泡粒子を2等分したときの独立気泡率(D)が60%以上である、熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

【請求項2】

前記熱可塑性ポリウレタンの190、荷重10kgにおけるメルトフローレートが60g/10分以下である、請求項1に記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

【請求項3】

前記平均気泡径(A)が300μm以下である、請求項1又は2に記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

【請求項4】

前記熱可塑性ポリウレタンの軟化温度が110～160である、請求項1～3のいずれかに記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

【請求項5】

前記発泡粒子の見掛け密度が0.3g/cm<sup>3</sup>以下である、請求項1～4のいずれかに記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子を型内成形してなる熱可塑性ポリウレタン発泡粒子成形体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、熱可塑性ポリウレタン (Thermoplastic Polyurethane) 発泡粒子及び熱可塑性ポリウレタン発泡粒子成形体に関する。なお、熱可塑性ポリウレタンは、以下、TPU と略称する場合がある。

## 【背景技術】

10

## 【0002】

TPU は、熱可塑性エラストマーの一種として知られている。そして、TPU は、加硫ゴムに近い特性を示すため、優れた耐摩耗性や耐寒性、反発弾性を有している。また、TPU の機械的強度は高く、TPU は、エンジニアリングエラストマーとして位置付けられており、緩衝材や防振材、スポーツ用品、自動車用部材等の様々な用途で使用されている。

## 【0003】

この TPU を発泡させた発泡成形体は、耐摩耗性や反発弾性等の優れた特性を保ちつつ、軽量化や柔軟化を図ることができるため、今後、スポーツ用品、自動車用部材等の用途展開が期待される。TPU の発泡成形体は、押出發泡法や、発泡粒子を用いた型内成形法等により製造することができる。近年、特に、金型形状に合わせた様々な形状の発泡成形体が得られることから、型内成形法に適用可能な発泡粒子が求められている。

20

## 【0004】

このような発泡粒子としては、一般には、特許文献 1 に記載されているようなガス含浸予備発泡法により製造されたものや、特許文献 2 に記載されているようなダイレクト発泡法により製造されたものがある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特開平 8 - 113664 号公報

30

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2012 / 0329892 号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、TPU 発泡粒子を型内成形して、TPU 発泡粒子成形体を得る場合に、従来の TPU 発泡粒子から得られる発泡粒子成形体は、成形体の圧縮永久歪や反発弾性率の点で、必ずしも十分な特性を有していなかった。

## 【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、圧縮特性や反発弾性等の物性に優れた TPU 発泡粒子成形体を得ることができる発泡粒子及び圧縮特性や反発弾性等の物性に優れる TPU 発泡粒子成形体を提供することである。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

すなわち、本発明は、次の [1] ~ [5] を提供する。

[1] 熱可塑性ポリウレタン発泡粒子であって、前記熱可塑性ポリウレタンのショア A 硬度が 85 以上であり、前記発泡粒子の平均気泡径が 50 ~ 300  $\mu\text{m}$  であり、前記発泡粒子を 2 等分したときの独立気泡率が 60% 以上である、熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

[2] 前記熱可塑性ポリウレタンの 190、荷重 10 kg におけるメルトフローレートが 60 g / 10 分以下である、上記 [1] に記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

[3] 前記熱可塑性ポリウレタンの軟化温度が 110 ~ 160 である、上記 [1] 又は

50

[ 2 ] に記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

[ 4 ] 前記発泡粒子の見掛け密度が  $0.3 \text{ g/cm}^3$  以下である、上記 [ 1 ] ~ [ 3 ] のいずれかに記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子。

[ 5 ] 上記 [ 1 ] ~ [ 4 ] のいずれかに記載の熱可塑性ポリウレタン発泡粒子を型内成形してなる熱可塑性ポリウレタン発泡粒子成形体。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明の発泡粒子を構成している T P U が所定のショア A 硬度を満足するものであり、かつ、本発明の発泡粒子は所定の平均気泡径及び独立気泡率を有している。このような発泡粒子を型内成形して得られる発泡粒子成形体は、圧縮永久歪が小さく、かつ反発弾性率が大きい、優れた特性を有する。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】実施例 3 の発泡粒子の断面の走査電子顕微鏡 ( S E M ) 写真である。

【図 2】実施例 5 の発泡粒子の断面の S E M 写真である。

【図 3】比較例 1 の発泡粒子の断面の S E M 写真である。

【図 4】比較例 2 の発泡粒子の断面の S E M 写真である。

【図 5】比較例 3 の発泡粒子の断面の S E M 写真である。

【図 6】比較例 6 の発泡粒子の断面の S E M 写真である。

【図 7】比較例 7 の発泡粒子の断面の S E M 写真である。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

本発明の T P U 発泡粒子は、発泡粒子を構成している T P U のショア A 硬度が 8 5 以上であり、前記発泡粒子の平均気泡径が  $50 \sim 300 \mu\text{m}$  であり、前記 T P U 発泡粒子を 2 等分したときの独立気泡率が 6 0 % 以上である。

【 0 0 1 2 】

[ 熱可塑性ポリウレタン ( T P U ) ]

本発明の発泡粒子を構成する T P U は、長鎖ポリオールとジイソシアネートとがウレタン結合で重合したソフトセグメントと、短鎖グリコールとジイソシアネートとがウレタン結合で重合したハードセグメントとが、相互に結合した構造を有している。また、主に、ソフトセグメントが伸縮性を発現し、ウレタン結合部が強固な水素結合を生成する。そして、ソフトセグメントとハードセグメントの比率によって、可塑剤等の添加剤を要することなく、T P U の硬度を調節することができる。

30

【 0 0 1 3 】

T P U には、主にエステル系及びエーテル系のタイプがあり、特に、長鎖ポリオールのタイプが、得られる T P U の特性に影響を与える。エステル系 T P U は、特に、機械的強度や耐熱性等に優れる。一方、エーテル系 T P U は、特に、耐寒性や耐加水分解、耐菌性等に優れている。したがって、T P U 発泡粒子成形体に求められる特性に応じて、使用する T P U 樹脂粒子の種類を適宜選択することができる。

【 0 0 1 4 】

40

エステル系 T P U を構成する長鎖ポリオールとしては、例えば、エチレンエーテルグリコール、プロピレングリコール、ブタンジオール、ブテンジオール、ヘキサジオール、ペンタンジオール、ネオペンチルジオール、ペンタンジオール等の多価アルコールと、アジピン酸、セバシン酸、アゼライン酸、テレフタル酸、イソフタル酸、マレイン酸、芳香族カルボン酸等の二塩基酸との縮合反応により得られる化合物や、 $\epsilon$ -カプロラクトンや  $\gamma$ -バレロラクトンを開環重合して得られるようなラクトン系エステルポリオール、ポリカーボナートポリオール等が挙げられる。

一方、エーテル系 T P U を構成する長鎖ポリオールとしては、例えば、ポリエチレングリコール、ポリプロピレンエーテルグリコール、ポリテトラメチレンエーテルグリコール、ポリヘキサメチレンエーテルグリコール等が挙げられる。

50

短鎖グリコールとしては、エチレングリコール、プロピレングリコール、ブタンジオール、プテンジオール、ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、ヘキサンジオール、シクロヘキサンジオール、ジエチレングリコール、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン等が挙げられる。

また、ジイソシアネートとしては、トリレンジイソシアネート(TDI)、ジフェニルメタンジイソシアネート(MDI)、ヘキサメチレンジイソシアネート、ナフタレンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネート、キシレンジイソシアネート等が挙げられる。

#### 【0015】

前記TPUの構成要素は、特に限定されるものではない。得られるTPU発泡粒子成形体に求められる物性に応じて、前記TPUの構成要素が適宜選択される。したがって、上述したエーテル系TPU及びエステル系TPUのいずれであってもよい。エステル系TPUは、機械的強度がより高く、型内成形時に他の樹脂材料との接着性にも優れているという利点を有している。また、エステル系TPUは、発泡剤として好適に使用される二酸化炭素との親和性がよく、発泡粒子の発泡倍率を高くしやすい。一方、エーテル系TPUは、成形時の成形圧を低くすることができ、成形体の収縮が起こり難くなるという利点を有している。

#### 【0016】

また、本発明の発泡粒子は、前記TPUにより構成される。ただし、発泡粒子成形体の用途、目的に応じて、ポリオレフィンやスチレン系エラストマー、スチレン系樹脂等の他の重合体を、本発明の目的を阻害しない範囲で前記TPUに混合して使用することができる。なお、これらの他の重合体の使用量は、TPU100質量部に対して、30質量部以下であることが好ましく、より好ましくは20質量部以下、さらに好ましくは10質量部以下である。

#### 【0017】

また、前記発泡粒子を構成するTPUは、軟化温度が110~160であることが好ましい。TPUの軟化温度が上記範囲内であれば、より成形性や融着性に優れた発泡粒子となる。上記観点から、前記軟化温度の下限は、115であることがより好ましい。

#### 【0018】

また、前記発泡粒子を構成しているTPUは、190、荷重10kgにおけるメルトフローレート(MFR)が60g/10分以下であることが好ましい。MFRが上記範囲内であれば、発泡時に気泡の合一が起こり難く、また、気泡膜の破壊が起こり難くなる。したがって、上記要件を満足する発泡粒子は、物性が良好な発泡粒子となる。前記MFRの下限は、1g/10分であることが好ましく、より好ましくは5g/10分である。一方、前記MFRの上限は、50g/10分であることが好ましく、より好ましくは40g/10分である。

#### 【0019】

前記発泡粒子を構成しているTPUは、ショアA硬度が85以上である。

ショアA硬度が85未満である場合は、TPUを構成するハードセグメントの割合が低く、発泡後における発泡粒子形状の維持が困難である。また、圧縮永久歪が小さく、かつ反発弾性率が大きい発泡粒子成形体を得ることが困難となる。

なお、発泡粒子の成形圧が高くなり、発泡粒子の成形性が低下する観点から、ショアA硬度の上限は、概ね95以下であることが好ましい。特に、発泡剤として二酸化炭素を用いた場合には、樹脂粒子を発泡させた後に、発泡粒子が収縮しやすくなる。この収縮を抑制する観点から、ショアA硬度の下限は、86であることが好ましく、上限は、93であることが好ましい。

ここで、ショアA硬度とは、ASTM D2240に準拠して測定されたショアA硬度を意味する。具体的には、タイプAデュロメータであるアスカーゴム硬度計A型(高分子計器株式会社製)、デジタル硬度計(株式会社東洋精機製作所製)等の市販のショア硬度計を用いて、温度23、相対湿度50%の条件下で成形物の平坦面で測定された値であ

10

20

30

40

50

る。

なお、発泡粒子を構成しているTPUの軟化温度、メルトフローレート(MFR)、及びショアA硬度は、後述する実施例に記載の方法による前処理を行った後の発泡粒子について測定したものである。

#### 【0020】

##### [発泡粒子]

本発明のTPU発泡粒子の平均気泡径は50～300 $\mu\text{m}$ である。

平均気泡径が50 $\mu\text{m}$ 未満である場合には、発泡粒子成形体の圧縮永久歪や反発弾性率等の物性が低下するおそれがある。上記観点から、前記平均気泡径の下限は、70 $\mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは100 $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは110 $\mu\text{m}$ である。一方、平均気泡径が300 $\mu\text{m}$ を超える場合には、良好な発泡粒子成形体を得ることが困難となるおそれがある。上記観点から、前記平均気泡径の上限は、280 $\mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは250 $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは230 $\mu\text{m}$ である。

なお、前記平均気泡径は、以下のようにして測定できる。まず、発泡粒子を略2等分し、切断面の拡大写真を撮影する。この拡大写真において、気泡切断面の略中心を通る4本の線分を、該気泡切断面の略中心から切断粒子表面へ等角で8方向に延びる放射状の直線となるように引く。そして前記4本の線分と交わる気泡の数N(個)を計測する。一方、前記4本の線分の合計長さL( $\mu\text{m}$ )を測定する。そして、その合計長さLを気泡数Nで除した値(L/N)が前記平均気泡径となる。

#### 【0021】

前記TPU発泡粒子の中心部における平均気泡径(A)が300 $\mu\text{m}$ 以下であれば、発泡粒子の中心部には空洞部が形成されていないので、発泡粒子は優れた成形性を有する。上記観点から、発泡粒子の中心部の平均気泡径(A)の上限は、280 $\mu\text{m}$ であることがより好ましく、さらに好ましくは250 $\mu\text{m}$ である。

また、該発泡粒子の中心部における平均気泡径(A)と該発泡粒子の表層部における平均気泡径(B)との比(A/B)が、5以下であることが好ましい。平均気泡径(A)と平均気泡径(B)が上記の比を満足する場合には、発泡粒子の気泡径がより均一となるので、発泡粒子は優れた寸法安定性や優れた物性を有する。上記観点から、前記比(A/B)の下限は、0.5であることがより好ましく、さらに好ましくは0.8であり、最も好ましくは1.0である。一方、前記比(A/B)の上限は、2であることがより好ましく、さらに好ましくは1.6である。

なお、前記平均気泡径(A)及び(B)は、以下のようにして測定できる。まず、発泡粒子を2等分した切断面の拡大写真において、発泡粒子の表面(輪郭)の一方から他方の表面にわたって、気泡切断面の略中心を通る4本の線分を引く。そして、前記4本の各線分を3等分し、3等分した各線分上に存在する気泡の平均気泡径を求める。なお、前記3等分した分の外側部分の2ヶ所を表層部とし、内側の1ヶ所を中心部とする。前記拡大写真に前記3等分した線分に跨るような500 $\mu\text{m}$ 以上の過大気泡(空洞部分)が存在する場合は、中心部においてはそのまま気泡径を測定し、表層部においては該気泡を除外して測定する。

#### 【0022】

軽量性の観点から、前記TPU発泡粒子の見掛け密度は0.3 $\text{g}/\text{cm}^3$ 以下であることが好ましい。発泡粒子の見掛け密度が0.3 $\text{g}/\text{cm}^3$ 以下であっても、本発明の発泡粒子は優れた二次発泡性を有するとともに、優れた成形性を有する。前記見掛け密度の下限は、0.02 $\text{g}/\text{cm}^3$ であることがより好ましく、さらに好ましくは0.03 $\text{g}/\text{cm}^3$ である。一方、前記見掛け密度の上限は、0.25 $\text{g}/\text{cm}^3$ であることがより好ましく、さらに好ましくは0.2 $\text{g}/\text{cm}^3$ である。

#### 【0023】

前記発泡粒子の独立気泡率(C)は、発泡粒子の発泡成形性や、前記発泡粒子から得られる発泡粒子成形体の機械的強度や表面平滑性等の観点から、70%以上であることが好ましい。前記独立気泡率(C)の下限は、80%であることがより好ましく、さらに好ま

10

20

30

40

50

しくは90%である。

【0024】

また、前記発泡粒子を2等分したときの独立気泡率(D)は60%以上である。上記要件を満足する発泡粒子であれば、樹脂の溶融によると見られる空洞部分(過大気泡)が発泡粒子内に存在しないので、発泡粒子は優れた成形性や優れた物性を有する。前記独立気泡率(D)が60%未満である場合、発泡粒子は空洞部分を有するので、発泡粒子の成形性が著しく低下し、良好な発泡粒子成形体を得られなくなる。

なお、発泡粒子を2等分したときの独立気泡率(D)とは、発泡粒子を2等分に切断したサンプルにおいて測定された独立気泡率である。また、ここで言う2等分とは、正確に2等分である必要はなく、目視において略2等分の体積であれば足りる。

10

【0025】

発泡粒子を2等分したときの独立気泡率(D)は、発泡粒子中に過大気泡が存在する場合には、発泡粒子の独立気泡率(C)よりも極端に低下する傾向がある。ここで、前記独立気泡率(C)は、発泡粒子を2等分しないで測定した独立気泡率である。なお、独立気泡率(C)を測定する際には、過大気泡が存在していたとしても発泡粒子全体としては独立気泡として測定される。一方、発泡粒子を2等分することによって、独立気泡率(D)は、過大気泡が露出した状態で測定される。以上から、独立気泡率(D)により、過大気泡の有無を判別することができる。上記観点から、前記独立気泡率(D)の下限は、65%であることが好ましく、より好ましくは70%である。

【0026】

20

なお、独立気泡率(C)は、以下のようにして測定できる。まず、養生後の嵩体積約20cm<sup>3</sup>の発泡粒子を測定用サンプルとし、発泡粒子の質量W(g)と、水没法により発泡粒子の見掛け体積V<sub>a</sub>(cm<sup>3</sup>)とを恒温室内で測定する。その後、前記測定用サンプルを十分に乾燥させた後、ASTM D2856の手順Cに準じ、空気比較式比重計930(東芝・ベックマン株式会社製)を用いて、真の体積(発泡粒子を構成する樹脂の体積と、発泡粒子内の独立気泡の全体積との和)V<sub>x</sub>(cm<sup>3</sup>)を測定する。そして、下記式により、TPU原料樹脂の密度をとして、独立気泡率(C)(%)を算出する。

$$\text{独立気泡率}(\%) = \{ (V_x - W / \rho) / (V_a - W / \rho) \} \times 100$$

また、独立気泡率(C)を測定した後のサンプルを、カッター等で略2等分する。そして、2等分したサンプルについて、再度、V<sub>x</sub>(D)を測定する。そして、上記の独立気泡率(C)の算出と同様にして、上式にV<sub>x</sub>(D)を代入して発泡粒子を2等分したときの独立気泡率(D)(%)を算出する。

30

【0027】

また、前記発泡粒子の最大粒子径は、1~8mmであることが好ましい。上記範囲内であれば、樹脂粒子が発泡する時、又は気泡が形成もしくは成長する時に、発泡粒子の表面が急激に冷やされて気泡が不均一となることがない。したがって、このような発泡粒子から得られる発泡粒子成形体は優れた物性を有する。上記観点から、前記最大粒子径の下限は、1.5mmであることがより好ましく、さらに好ましくは2mmである。一方、前記最大粒子径の上限は、5mmであることがより好ましく、さらに好ましくは4mmである。なお、本明細書で言う発泡粒子の最大粒子径は各発泡粒子の最大直径を意味し、最小粒子径は各発泡粒子の最小直径を意味する。

40

また、前記最大粒子径と最小粒子径との比は、2以下であることが好ましい。前記最大粒子径と最小粒子径との比の下限は、1であることが好ましく、上限は、1.5であることが好ましい。なお、前記最大粒子径と最小粒子径との比は、各発泡粒子の最大粒子径(Q)と最小粒子径(R)を測定し、その比(Q/R)を算出した値を意味するものとする。

【0028】

[TPU発泡粒子の製造方法]

本発明のTPU発泡粒子は、その製造方法は特に限定されるものではないが、以下の工程(1)と(2)を含む製造方法で得ることが好ましい。具体的には、本発明のTPU発

50

泡粒子は、密閉容器内でTPU樹脂粒子を分散媒中に分散させるとともに、加熱下で前記樹脂粒子に二酸化炭素を含浸させて発泡性樹脂粒子とする工程(1)と、前記発泡性樹脂粒子を、前記密閉容器から、前記TPUの軟化温度より30℃低い温度以上にて低圧下に放出して発泡させ、TPU発泡粒子を得る工程(2)とを含む製造方法により得られる。

このような発泡粒子の製造方法は、ダイレクト発泡法と呼ばれる。具体的には、まず、密閉容器内で分散媒体中の樹脂粒子に、高圧下、比較的高温で、発泡剤を含浸させて発泡性樹脂粒子を得る。そして、そのまま分散媒体とともに、該発泡性樹脂粒子を密閉容器から低圧下に放出して発泡粒子を得る。

#### 【0029】

本発明の発泡粒子は、発泡剤として二酸化炭素を使用したダイレクト発泡法により得ることができる。上記の方法により、平均気泡径が50～300μmである発泡粒子を容易に製造することができる。さらに、発泡剤として二酸化炭素を使用することにより、従来のようにブタン等の可燃性の炭化水素を使用する場合のような防爆対策は不要である。したがって、製造設備において、安全性を確保することが容易であり、設備投資コストを低減することができる。

#### 【0030】

##### <工程(1)>

まず、上記工程(1)では、密閉容器内でTPU樹脂粒子を分散媒中に分散させるとともに、加熱下で二酸化炭素を前記樹脂粒子に含浸させて発泡性樹脂粒子を得る。

具体的には、密閉容器内で樹脂粒子を分散媒中に分散させた状態で、密閉容器の中に発泡剤として二酸化炭素を導入し、加熱する。このとき、密閉容器内は高温高圧雰囲気となるので、軟化した樹脂粒子中に二酸化炭素が含浸される。

#### 【0031】

なお、原料として用いられるTPU樹脂粒子の、190℃、荷重10kgにおけるメルトフローレート(MFR)が40g/10分以下であることが好ましい。上記範囲内であれば、発泡粒子製造時におけるTPU樹脂の加水分解の影響が小さくなる。また、発泡時における気泡の合一や発泡時における気泡膜の破壊が抑制されるので、発泡粒子の中心部分に空洞部分が形成され難くなる。したがって、良好な発泡粒子を得ることができる。上記観点から、前記MFRの下限は、0.1g/10分であることが好ましく、より好ましくは0.3g/10分である。一方、前記MFRの上限は、30g/10分であることが好ましく、より好ましくは20g/10分である。

また、原料として用いられるTPU樹脂粒子の軟化温度は、120～170℃であることが好ましい。上記範囲内であれば、樹脂粒子が発泡する際の温度で、気泡膜が加熱に耐えられずに破壊されたり、発泡粒子に過大気泡が形成されたりすることがない。したがって、得られる発泡粒子は優れた二次発泡性や成形性を有する。また、発泡時に分散媒として水を使用する場合、TPUの加水分解の進行が抑制される。上記観点から、前記軟化温度の下限は、125℃であることが好ましく、より好ましくは130℃である。一方、前記軟化温度の上限は、165℃であることが好ましく、より好ましくは160℃である。

#### 【0032】

前記TPU樹脂粒子の1個の質量は、目的とするTPU発泡粒子の大きさや発泡倍率に応じて適宜設定されるが、0.5～30mgであることが好ましい。前記質量の下限は、より好ましくは1mgである。一方、前記質量の上限は、より好ましくは20mgである。上記範囲内であれば、TPU発泡粒子は、金型内へ充填しやすい大きさである。また、発泡粒子は優れた成形性を有する。

なお、TPU樹脂粒子は、その製造方法は、特に限定されるものではなく、公知の方法により得ることができる。例えば、押出機先端に付設された口金の小孔からストランド状に樹脂溶融物を押し出し、押出された樹脂溶融物をペレタイザーで所定の質量となるように切断する方法で、TPU樹脂粒子が得られる。

#### 【0033】

また、前記TPU樹脂粒子には、通常使用される気泡調整剤、帯電防止剤、導電性付与

10

20

30

40

50

剤、滑剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、難燃剤、金属不活性剤、顔料、染料、結晶核剤、充填材等の各種の添加剤を、必要に応じて適宜配合することができる。気泡調整剤としては、タルク、塩化ナトリウム、炭酸カルシウム、シリカ、酸化チタン、石膏、ゼオライト、ホウ砂、水酸化アルミニウム、カーボン等の無機物の他、リン酸系核剤、フェノール系核剤、アミン系核剤、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等の有機系核剤が挙げられる。これらの各種添加剤の添加量は、発泡粒子成形体の用途目的により異なるが、前記TPU100質量部に対して25質量部以下であることが好ましい。また、前記添加量の上限は、より好ましくは15質量部、さらに好ましくは10質量部、最も好ましくは5質量部である。

#### 【0034】

前記TPU樹脂粒子は、オートクレーブ等の加圧可能な密閉容器中で、分散媒である水性媒体（通常は水）に分散させる。

分散媒中には、必要に応じて、酸化アルミニウム、第三リン酸カルシウム、ピロリン酸マグネシウム、酸化亜鉛、カオリン、マイカ、及びタルク等の難水溶性無機物質等の分散剤を添加することが好ましい。また、分散媒中にドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、及びアルカンスルホン酸ナトリウム等のアニオン界面活性剤等の分散助剤を添加することもできる。分散剤の添加量において、樹脂粒子と分散剤との質量比（樹脂粒子/分散剤）が20～2000であることが好ましい。前記樹脂粒子と分散剤との質量比の下限は、より好ましくは30であり、上限は、より好ましくは1000である。また、分散剤と分散助剤との質量比（分散剤/分散助剤）は、1～500とすることが好ましい。前記分散剤と分散助剤との質量比の上限は、より好ましくは100である。

#### 【0035】

発泡剤としては、二酸化炭素を用いることが好ましい。二酸化炭素を用いることにより、発泡時における気泡の微細化を防止することが可能となる。そして、所定の範囲の平均気泡径を有する発泡粒子がダイレクト発泡法により容易に得られる。また、無機系発泡剤の中でも、二酸化炭素がTPUとの高い相溶性を有するので、TPU樹脂粒子に均一に効率よく二酸化炭素を含浸させることができる。さらに、発泡剤として二酸化炭素を用いれば、防爆対策が不要であり、安全性の確保が容易である。したがって、設備投資コストが低くなる。

#### 【0036】

なお、発泡剤としては、少なくとも二酸化炭素が用いられればよく、その他の物理発泡剤や化学発泡剤を併用することもできる。

その他の物理発泡剤としては、有機系物理発泡剤や無機系物理発泡剤が挙げられる。有機系物理発泡剤として、プロパン、ブタン、ヘキサン、ペンタン、及びヘプタン等の脂肪族炭化水素類、シクロブタン、及びシクロヘキサン等の脂環式炭化水素類、クロロフロロメタン、トリフロロメタン、1,1-ジフロロエタン、1,1,1,2-テトラフロロエタン、メチルクロライド、エチルクロライド、及びメチレンクロライド等のハロゲン化炭化水素、ジメチルエーテル、ジエチルエーテル、及びメチルエチルエーテル等のジアルキルエーテル等が挙げられる。また、無機系物理発泡剤として、窒素、アルゴン、空気、及び水等が挙げられる。

#### 【0037】

発泡剤の使用量は、目的とする発泡粒子の見掛け密度、TPUの種類等を考慮して適宜設定される。通常、発泡剤の使用量は、樹脂粒子100質量部に対して0.5～30質量部であることが好ましい。また、発泡剤中の二酸化炭素の配合比率は、50質量%以上であることが好ましい。前記二酸化炭素の配合比率の下限は、より好ましくは70質量%、さらに好ましくは90質量%である。前記二酸化炭素の配合比率は、最も好ましくは100質量%である。

#### 【0038】

短時間で二酸化炭素を十分にTPU樹脂粒子に含浸させるため、含浸工程は加熱下で行われることが好ましい。また、前記含浸工程は、TPU樹脂粒子の軟化温度より30低

10

20

30

40

50

い温度以上にて加熱して行われることが好ましい。

また、前記密閉容器内の圧力（含浸圧力）の下限は、二酸化炭素をTPU樹脂粒子に十分に含浸させる観点から、0.5MPa（G）であることが好ましく、より好ましくは1.0MPa（G）、さらに好ましくは2.0MPa（G）である。一方、前記密閉容器内の圧力（含浸圧力）の上限は、概ね10MPa（G）であり、より好ましくは8.0MPa（G）であり、さらに好ましくは7.0MPa（G）であり、最も好ましくは5.0MPa（G）である。上記圧力範囲であれば、二酸化炭素をTPU樹脂粒子に十分に含浸させることができる。また、密閉容器の耐圧性を比較的確保しやすい。

また、加熱する時間（含浸時間）は、密閉容器内の圧力、TPU樹脂粒子の種類や質量等に応じて適宜設定される。生産性の観点から、0.05～3時間であることが好ましい。前記加熱する時間（含浸時間）の下限は、より好ましくは0.1時間であり、上限は、より好ましくは1時間である。

上記のようにして、TPU樹脂粒子に発泡剤が含浸され、発泡性樹脂粒子が得られる。

【0039】

<工程（2）>

次に、上記工程（2）では、前記発泡性樹脂粒子を、前記TPU樹脂粒子の軟化温度（ $T_s$ ）より30 低い温度（ $T_s - 30$ ）以上にて、密閉容器から低圧下に放出して発泡させ、TPU発泡粒子を得ることが好ましい。

発泡性樹脂粒子を低圧下に放出する際には、密閉容器内の温度（発泡温度）をTPUの軟化温度よりも30 低い温度以上とする。発泡剤として二酸化炭素を用い、このような温度範囲で発泡を行うことにより、発泡倍率が高く、平均気泡径が50～300 $\mu\text{m}$ であり、見掛け密度が低い発泡粒子を容易に得ることができる。

上記観点から、前記発泡温度の下限は、TPU樹脂粒子の軟化温度より27 低い温度であることがより好ましく、さらに好ましくは25 低い温度である。一方、前記発泡温度の上限は、TPU樹脂粒子の軟化温度より5 低い温度であることがより好ましく、さらに好ましくは10 低い温度である。

【0040】

なお、密閉容器から発泡性樹脂粒子を放出する際は、二酸化炭素や空気等で、開放した前記容器内の温度及び圧力を一定に保持する、あるいは、徐々に高めるようにすることが好ましい。上記の方法により、得られる発泡粒子の見掛け密度や気泡径のばらつきを小さくすることができる。

【0041】

なお、TPU発泡粒子は、特に、高発泡倍率とした場合には、収縮が起こりやすくなる。この収縮は、発泡粒子の気泡内に存在する温度の高い気体が、冷えたり、発泡粒子外部へ逸散したりすることにより、気泡内部が減圧状態となることによって生じる。特に、二酸化炭素は発泡粒子外部へ逸散しやすいため、発泡粒子の収縮が生じやすくなる。このような場合には、発泡後の発泡粒子を空気で加圧処理し、その後、大気圧下、安定状態で養生することが好ましい。具体的には、得られた発泡粒子を密閉容器内に入れ、30 で、0.3MPaの圧縮空気により12時間加圧処理する。その後、密閉容器を放圧し、40 の大気圧下で24時間、加圧処理が施された発泡粒子を放置することにより養生する。一方で、二酸化炭素を発泡剤として用いた場合には、特定の気泡径を有する発泡粒子となり、優れた物性を有する発泡粒子成形体を得ることが可能である。

【0042】

また、上記のようにして得られた発泡粒子の発泡倍率をさらに高くしたい場合には、必要に応じて、二段発泡を行ってもよい。例えば、高圧雰囲気中の発泡粒子をスチームや加熱空気等を用いて加熱すること等により、より見掛け密度の低い発泡粒子を得ることができる。

【0043】

[発泡粒子成形体]

本発明のTPU発泡粒子を型内成形して得られた発泡粒子成形体は、後述するように、

10

20

30

40

50

優れた特性を有するものである。

反発弾性や軽量性等の特性が十分に発揮されるものとする観点から、TPU発泡粒子成形体の密度の下限は、 $0.05 \text{ g/cm}^3$ であることが好ましく、より好ましくは $0.1 \text{ g/cm}^3$ 、さらに好ましくは $0.15 \text{ g/cm}^3$ である。一方、TPU発泡粒子成形体の密度の上限は、 $0.4 \text{ g/cm}^3$ であることが好ましく、より好ましくは $0.3 \text{ g/cm}^3$ 、さらに好ましくは $0.25 \text{ g/cm}^3$ である。

【0044】

また、前記TPU発泡粒子成形体の圧縮永久歪は、3%以下であることが好ましい。上記範囲内であれば、発泡粒子成形体はその優れた復元性を確実に発揮することができる。上記観点から、前記圧縮永久歪の上限は、2.5%であることがより好ましい。また、前記発泡粒子成形体の50%歪時の圧縮応力は、300kPa以下であることが好ましい。前記50%歪時の圧縮応力の上限は、より好ましくは290kPaである。

また、前記TPU発泡粒子成形体の反発弾性率は、45%以上であることが好ましい。上記範囲内であれば、TPU発泡粒子成形体は広範な用途に適用できる。

【0045】

本発明のTPU発泡粒子成形体を得るための型内成形法は、特に限定されるものではなく、公知の方法により、所望の形態の成形体を得ることができる。例えば、以下のような方法が挙げられる。

まず、加熱及び冷却が可能であり、かつ開閉し密閉できる公知の熱可塑性樹脂発泡粒子型内成形用の金型キャビティ内に発泡粒子を充填する。そして、飽和蒸気圧が $0.05 \sim 0.48 \text{ MPa (G)}$ （金型内に供給される水蒸気の飽和蒸気圧の最大値）、好ましくは $0.08 \sim 0.42 \text{ MPa (G)}$ の飽和水蒸気を供給し、金型キャビティ内で発泡粒子を加熱膨張させ、発泡粒子相互を融着させて発泡粒子成形体を形成する。次いで、この発泡粒子成形体を冷却して、金型キャビティから取り出す。このようなバッチ式型内成形法（例えば、特公平4-46217号公報、及び特公平6-49795号公報等参照）を採用して、TPU発泡粒子成形体を製造することができる。

また、連続式成形方法（例えば、特開平9-104026号公報、特開平9-104027号公報、及び特開平10-180888号公報等参照）により製造することもできる。

【0046】

発泡粒子を金型キャビティ等の成形型内に充填する方法としては、公知の方法を採用することができる。例えば、圧縮充填法や、クラッキング充填法等も採用することもできる。また、上述した二段発泡における操作と同様にして、高压雰囲気中で、発泡粒子内の圧力を $0.1 \sim 1.0 \text{ MPa (G)}$ に調整する。そして、この発泡粒子を型内に充填して成形してもよい。

【0047】

型内成形法における飽和水蒸気による加熱方法は、公知の方法により、一方加熱、逆一方加熱、本加熱等の加熱方法を適宜組み合わせることができる。特に、予備加熱、一方加熱、逆一方加熱、本加熱の順に、発泡粒子を加熱する方法が好ましい。

なお、一方加熱とは、雄型又は雌型のいずれか一方の金型の内部に加熱媒体を供給してキャビティ内の発泡粒子を加熱し、次いで、他方の雌型又は雄型の内部から加熱媒体を排出させることを言う。また、前記一方加熱の場合とは加熱媒体が供給される側の金型と加熱媒体が排出される側の金型とが逆になる場合を、逆一方加熱と言う。

【実施例】

【0048】

以下、本発明を実施例により詳細に説明するが、本発明はこれにより限定されるものではない。

[評価及び測定方法]

下記実施例及び比較例における原料樹脂粒子、発泡粒子及び発泡粒子成形体の各種物性は、以下のような評価及び測定により求めたものである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

## ( 1 ) 軟化温度

前記軟化温度は、熱機械分析 ( T M A ; Thermo-Mechanical Analyzer ) により、 J I S K 7 1 9 6 : 1 9 9 1 に準拠して測定した。熱機械分析装置 T M A 7 1 0 0 ( 株式会社日立ハイテクサイエンス社製 ) にて、針入プローブ ( 直径 1 . 0 m m ) を用いた。このプローブに 9 8 m N の荷重を掛け、厚さ 2 m m のサンプルに押し当て、測定温度範囲 3 0 ~ 2 5 0 、昇温速度 5 / 分で昇温したときの、プローブの押し込み深さ ( 変位量 ) を測定した。変位量が急激に変化する温度を外挿して、軟化温度を求めた。

なお、発泡粒子の軟化温度は、該発泡粒子を熱プレスで十分に脱泡した後、 2 0 0 に加熱した加熱プレス盤で厚さ 2 m m のサンプルを作製し、相対湿度 5 0 %、 2 3 の恒温室内にて 1 0 日間放置し養生した後に測定した。

10

## 【 0 0 5 0 】

## ( 2 ) メルトフローレイト ( M F R )

前記メルトフローレイトは、 J I S K 7 2 1 0 : 1 9 9 9 に基づいて、 1 9 0 、荷重 1 0 k g の試験条件で測定した。

なお、発泡粒子の M F R は、該発泡粒子を相対湿度 5 0 %、 2 3 の恒温室内にて 1 0 日間放置し養生したサンプルを、測定機のシリンダー内で十分に脱泡した後に測定した。

## 【 0 0 5 1 】

## ( 3 ) ショア A 硬度

A S T M D 2 2 4 0 に準拠して、タイプ A デュロメータであるアスカーゴム硬度計 A 型 ( 高分子計器株式会社製 ) を用いて、相対湿度 5 0 %、 2 3 の条件下で、サンプルの平坦面でショア A 硬度 ( タイプ A デュロメータ硬さ ) を測定した。

20

なお、発泡粒子のショア A 硬度は、該発泡粒子を熱プレスで十分に脱泡した後、 2 0 0 に加熱した加熱プレス盤で厚さ 2 m m のサンプルを作製し、相対湿度 5 0 %、 2 3 の恒温室内にて 1 0 日間放置し養生した後に測定した。

## 【 0 0 5 2 】

発泡粒子についての、以下の ( 4 ) ~ ( 7 ) の測定値は、得られた発泡粒子を密閉容器内に入れ、 3 0 で、 0 . 3 M P a ( G ) の圧縮空気により 1 2 時間加圧処理した後、密閉容器を放圧して 4 0 の大気圧下で 2 4 時間放置した後、相対湿度 5 0 %、 2 3 の恒温室内にて 1 0 日間放置し養生したサンプルについて測定した値である。

30

## 【 0 0 5 3 】

## ( 4 ) 見掛け密度

2 3 の水の入ったメスシリンダーに、約 5 0 0 m l の発泡粒子  $W_1$  ( g ) を、金網を用いて沈めた。水位上昇分から、金網の体積を考慮して、発泡粒子群の体積  $V_1$  (  $\text{cm}^3$  ) を求めた。そして、メスシリンダーに入れた発泡粒子の質量  $W_1$  ( g ) を体積  $V_1$  で除して (  $W_1 / V_1$  )、発泡粒子の見掛け密度 (  $\text{g} / \text{cm}^3$  ) を求めた。

## 【 0 0 5 4 】

## ( 5 ) 平均気泡径

発泡粒子を略 2 等分した切断面の顕微鏡による拡大写真を撮影した。この写真の発泡粒子の表面 ( 輪郭 ) の一方から他方の表面にわたって、気泡切断面の略中心を通る 4 本の線分を引いた。これらの線分は、気泡切断面の略中心から切断粒子表面へ等角で 8 方向に延びる放射状の直線とした。そして、前記 4 本の線分と交わる気泡の数  $N$  ( 個 ) を計測した。前記 4 本の線分の合計長さ  $L$  (  $\mu\text{m}$  ) を気泡数  $N$  で除した値 (  $L / N$  ) を、発泡粒子 1 個の平均気泡径とした。 1 0 個の発泡粒子について同様の作業を行い、各発泡粒子の平均気泡径を相加平均した値を発泡粒子の平均気泡径とした。

40

## 【 0 0 5 5 】

## ( 6 ) 中心部及び表層部の平均気泡径

発泡粒子を略 2 等分した切断面の顕微鏡による拡大写真を撮影した。この写真の発泡粒子の表面 ( 輪郭 ) の一方から他方の表面にわたって、気泡切断面の略中心を通る 4 本の線分を引いた。次に、この 4 本の各線分を 3 等分し、 3 等分した各線分上に存在する気泡の

50

平均気泡径を、前記(5)の平均気泡径と同様の方法で求めた。

なお、3等分した線分の外側部分の2ヶ所を表層部とし、内側部分の1ヶ所を中心部とした。前記3等分した線分に跨る500 $\mu$ m以上の過大気泡が存在する場合には、中心部においてはそのまま気泡径を測定し、表層部においては該気泡を除外して測定した。上記のようにして10個の発泡粒子について各発泡粒子の測定値を相加平均した値を算出した。

#### 【0056】

##### (7) 独立気泡率

嵩体積約20 $\text{cm}^3$ の発泡粒子を測定用サンプルとした。また、サンプルの質量 $W$ (g)を測定した。見掛け体積 $V_a$ ( $\text{cm}^3$ )は水没法により測定した。前記測定用サンプルを十分に乾燥させた後、ASTM D2856の手順Cに準じ、空気比較式比重計930(東芝・ベックマン株式会社製)を用いて、真の体積(発泡粒子を構成する樹脂の体積と、発泡粒子内の独立気泡の全体積との和) $V_x$ ( $\text{cm}^3$ )を測定した。そして、下記式により、独立気泡率( $C$ )(%)を算出した。なお、発泡粒子を構成する樹脂の密度を( $\text{g}/\text{cm}^3$ )とする。

$$C(\%) = \{ (V_x - W / \rho) / (V_a - W / \rho) \} \times 100$$

5点のサンプルについて同様の作業を行い、各サンプルの独立気泡率の平均値を発泡粒子の独立気泡率( $C$ )とした。

また、該測定後のサンプルをカッターで略2等分した後、再度、 $V_x$ ( $D$ )を測定し、発泡粒子を2等分したときの独立気泡率( $D$ )(%)を、上記独立気泡率( $C$ )と同様にして、下記式により算出した。

$$D(\%) = \{ (V_x(D) - W / \rho) / (V_a - W / \rho) \} \times 100$$

#### 【0057】

発泡粒子成形体についての、以下の(8)~(13)の測定値は、得られた発泡粒子成形体を、40 $\text{mmHg}$ の大気圧下で24時間養生した後、相対湿度50%、23 $^{\circ}\text{C}$ の恒温室内にて10日間放置し養生したサンプルについて測定した値である。

#### 【0058】

##### (8) 成形体密度

発泡粒子成形体の質量を発泡粒子成形体の外形寸法から求めた体積により除した値を求め、単位換算した。

#### 【0059】

##### (9) 融着率

縦200 $\text{mm}$ 、横60 $\text{mm}$ 、厚さ33 $\text{mm}$ の金型キャビティで成形した発泡粒子成形体から、縦170 $\text{mm}$ 、横30 $\text{mm}$ 、厚さ33 $\text{mm}$ のサンプルを切り出した。このサンプルの表面の一方に、カッターナイフで該成形体の縦の長さを2等分するように深さ約15 $\text{mm}$ の切り込みを入れ、切り込み部から成形体を折り曲げて破断した。破断面に存在する材料破壊した発泡粒子の個数 $m$ と、破断面に存在する発泡粒子の個数 $n$ の比( $m/n$ )の値を算出し、融着率とした。発泡粒子の個数 $n$ は、材料破壊した発泡粒子の個数 $m$ と、発泡粒子間で剥離した発泡粒子の個数との総和である。

$m/n$ の値が大きいくほど、発泡粒子同士の融着が強くなるので、発泡粒子成形体は曲げ強さや引張強さ等の機械的物性に優れる。なお、成形体を折り曲げても破断できない場合は、融着率100%とした。

#### 【0060】

##### (10) 収縮率

長さ200 $\text{mm}$ の金型寸法と、成形後、40 $^{\circ}\text{C}$ で24時間養生したときの、該金型寸法に対応する発泡粒子成形体の長さ $X$ から、下記式により、収縮率 $S$ (%)を算出した。

$$S(\%) = \{ (200 - X) / 200 \} \times 100$$

#### 【0061】

##### (11) 圧縮応力

発泡粒子成形体の中心部から、縦50 $\text{mm}$ 、横50 $\text{mm}$ 、厚さ25 $\text{mm}$ の直方体状のサ

10

20

30

40

50

サンプルを切り出した。このサンプルを用いて、JIS K 6767:1999に準拠して測定した。オートグラフ AGS-X(株式会社島津製作所製)を用いて、圧縮速度10mm/分で、50%歪時の荷重を測定し、これを試験片の受圧面積で除して、50%歪時の圧縮応力を算出した。

#### 【0062】

##### (12) 圧縮永久歪

発泡粒子成形体の中心部から、縦50mm、横50mm、厚さ25mmのサンプルを切り出した。このサンプルを用いて、JIS K 6767:1999に準拠して測定した。サンプルの厚さが25%分圧縮した状態で、23で22時間保持した後、圧縮状態から開放し、同温度でさらに24時間放置後のサンプルの厚さを測定した。圧縮後のサンプルの厚さの減少量を、圧縮前の厚さで除して、圧縮永久歪を算出した。

10

なお、原料樹脂の圧縮永久歪を、70で22時間保持した以外は同様の条件で測定したところ、樹脂1,2の圧縮永久歪は48%、樹脂6,12の圧縮永久歪は36%、樹脂7の圧縮永久歪は40%、樹脂8の圧縮永久歪は60%、樹脂9の圧縮永久歪は44%であった。

#### 【0063】

##### (13) 反発弾性率

JIS K 6255:2013に準拠してショブ式反発弾性試験機RT-90(高分子計器株式会社製)を用い、相対湿度50%、23の条件下で測定した。養生後の発泡粒子成形体の中心部から、縦30mm、幅30mm、厚さ12.5mmのサンプル(成形表皮あり)を切り出した。このサンプルの表皮面が振子の先端に接触する面となるように両面テープで固定し、ハンマー直径15mm、アーム重さ0.25kgの振子を、持ち上げ角度 $90 \pm 1^\circ$ の位置から振り下ろした。そして、厚さ方向からサンプルの表皮面に振子を接触させ、振子の跳ね返り高さ $h$ (mm)を測定した。跳ね返り高さ $h$ (mm)を振子の落下高さ $H$ (mm)で除して、反発弾性率を算出した。

20

#### 【0064】

##### [樹脂粒子の製造]

下記表1に示す市販の各グレードのTPU原料樹脂100質量部に対して、気泡調整剤タルクを0.10質量部添加し、各グレードのTPU原料樹脂を内径20mmの二軸押出機で熔融混練した。該混練物を押出機先端部に付設された口金の小孔からストランド状に押し出し、冷却後、切断し、約5mgの樹脂粒子を得た。

30

#### 【0065】

【表 1】

表1

樹脂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
メーカー	Bayer	Bayer	Bayer	Bayer	Bayer	Bayer	Bayer	Bayer	Bayer	BASF	BASF	Bayer	Bayer
グレード	3690 AU	3690 AU_TW	3685 AU	8785 A	U85 APU	9386 A	9392 AU	2786 A	85786 A	1180 A	1198 ATR	9386 A_NL	9385 A
タイプ	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル	エステル
密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
軟化温度 (A) [°C]	145	156	135	164	162	150	161	110	128	127	175	145	140
MFR [g/10min.] (190°C, 10kgf)	1.8	0.7	5.5	1.2	17	26	19	238	598	43	0.8	30	2.4
シヨアA硬度	90	91	87	87	87	87	93	87	88	79	95	88	86

【 0 0 6 6 】

[ 発泡粒子の作製 ]

( 実施例 1 ~ 6、比較例 1, 2 )

上記で得られた樹脂粒子 1 k g と、分散媒として水 3 リットルとを、攪拌機を備えた 5

10

20

30

40

50

リットルの耐圧密閉容器内に仕込むとともに、樹脂粒子100質量部に対して、分散剤としてカオリン0.3質量部と、界面活性剤としてアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム0.004質量部とを添加した。

密閉容器内を撈拌しながら、所定の含浸温度まで密閉容器を昇温し、該密閉容器内に発泡剤として二酸化炭素を所定の圧力となるまで圧入し、所定の発泡温度で15分間保持した。その後、窒素にて容器内圧力が一定になるように調整しつつ、分散媒とともに発泡剤を含浸させた発泡性樹脂粒子を密閉容器から大気圧下に放出して、発泡粒子を得た。

なお、実施例1で得られた発泡粒子の最大粒子径は3.5mmであり、前記最大粒子径と最小粒子径との比は1.1であった。

#### 【0067】

(実施例7~10、比較例3~5)

分散剤として第三リン酸カルシウム(TCP)0.2質量部を添加し、それ以外は実施例1と同様にして発泡粒子を作製した。得られた発泡粒子1kgをpH4以下の硝酸50リットルで10分間洗浄し、発泡粒子表面のTCPを除去した後、発泡粒子を純水50リットルで10分間洗浄し、硝酸を除去する処理を行った。

なお、実施例7で得られた発泡粒子の最大粒子径は3.5mmであり、前記最大粒子径と最小粒子径との比は1.1であった。

#### 【0068】

(比較例6)

発泡剤として二酸化炭素を用いて、含浸発泡法により、発泡粒子を作製した。具体的には、樹脂粒子1kgに互着防止剤としてステアリン酸亜鉛1gをコーティングした後、樹脂粒子を耐圧容器内に入れ密閉し、二酸化炭素を所定の圧力まで圧入して、23で6時間保持した。その後、容器内圧力を除圧して耐圧容器より発泡性樹脂粒子を取り出した。取り出した発泡性樹脂粒子を、すぐに加圧発泡機に投入し、所定の温度まで昇温した後、20秒間保持し、発泡粒子を得た。

なお、上記の製造方法は、ガス含浸予備発泡法と呼ばれる方法である。一般に、樹脂粒子に、高圧下で、物理発泡剤を含浸させて発泡性樹脂粒子を作製した後、該発泡性樹脂粒子を水蒸気等により加熱し発泡させて発泡粒子を得る方法である。ガス含浸予備発泡法により製造した発泡粒子は、比較的低温で発泡が行われるため、発泡粒子の気泡が細くなりやすい。また、ガス含浸予備発泡法では、発泡剤を含浸させる工程と、発泡させる工程とを別に行わなければならない。したがって、樹脂粒子に含浸させた発泡剤が逸散しないうちに発泡させる必要があるため、生産性に優れているとは言い難い。

#### 【0069】

(比較例7)

発泡剤としてブタンを用い、それ以外については実施例1と同様にして発泡粒子を作製した。

#### 【0070】

上記実施例及び比較例で得られた各発泡粒子について、上述した方法により、各種物性の評価及び測定を行った。各発泡粒子の物性を表2に示す。

また、上記で作製した発泡粒子のうち、代表として、実施例3,5及び比較例1~3,6,7で作製した発泡粒子の断面の走査電子顕微鏡(SEM)による観察写真を図1~7に示す。

図1~7のSEM写真から分かるように、実施例3,5の発泡粒子(図1,2)は、比較例6,7(図6,7)の発泡粒子に比べて気泡径が大きいことが分かる。さらに、独立気泡が全体にわたって形成されている、均質な気泡を有する発泡粒子であることが認められた。

一方、比較例1~3の発泡粒子(図3~5)は、内部に500µm以上の過大気泡が形成され、良好な発泡粒子とは言えない。

また、発泡剤として二酸化炭素を用いたガス含浸予備発泡法により得られた発泡粒子(比較例6)、及び発泡剤としてブタンを用いたダイレクト発泡により得られた発泡粒子(

10

20

30

40

50

比較例 7 ) は、発泡粒子の平均気泡径が極端に小さかった。

【 0 0 7 1 】

[ 発泡粒子成形体の作製 ]

上記で作製した各発泡粒子を、縦 2 0 0 m m、横 6 0 0 m m、厚さ 3 3 m m の金型キャビティに充填し、スチーム加熱により所定の成形圧で型内成形した。そして、常温まで冷却後、成形型から成形体を取り出し、板状の発泡粒子成形体を得た。

得られた各発泡粒子成形体の物性も、表 2 に併せて示す。

【 0 0 7 2 】

【表 2】

表2	製造条件	実施例										比較例						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
	原料樹脂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
	含浸温度 [°C]	134	132	135	120	141	135	134	149	129	132	99	116	115	161	132	23	130
	原料樹脂の軟化温度と含浸温度との差 [°C]	11	24	21	15	23	27	16	12	11	8	11	12	12	14	13	133	26
	含浸圧力 [MPa(G)]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.2
	発泡温度 (°C)	134	132	135	120	141	135	134	149	129	132	99	116	115	161	132	115	130
	見掛け密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	0.17	0.17	0.13	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.13	0.37	0.13	0.21	0.14	0.20	0.18	0.15
	平均気泡径 [μm]	175	175	165	200	150	74	205	150	110	120	150	213	180	110	250	40	8
	中心部平均気泡径 [μm]	185	190	180	220	145	100	165	210	120	130	350	1400	330	105	250	30	20
	表層部平均気泡径 [μm]	170	170	160	190	155	65	140	200	100	105	60	90	160	120	250	45	5
	平均気泡径比 (中心部/表層部)	1.1	1.1	1.1	1.2	0.9	1.5	1.2	1.1	1.1	1.2	5.8	15.6	2.1	0.9	1.0	0.7	4.0
	MFR (190°C, 10kgf) [g/10min.]	30	17	18	29	18	33	42	39	14	17	>600	>600	78	67	84	30	37
	軟化温度 [°C]	140	153	153	115	144	137	150	159	140	140	102	123	114	165	128	131	133
	ショアA硬度	90	91	91	87	87	87	87	93	86	86	87	88	79	95	88	91	91
	独立気泡率(C) [%]	80	77	85	77	80	87	85	81	85	85	84	75	76	8	55	88	89
	独立気泡率(D) [%]	77	74	82	74	77	84	82	78	80	80	58	38	30	7	25	85	86
	成形圧 [MPa(G)]	0.28	0.28	0.18	0.10	0.24	0.34	0.08	0.12	0.18	0.15	0.10	0.10	0.10	0.14	0.14	0.28	0.30
	融着率 [%]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	20	0	0	100	100
	密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	0.23	0.21	0.17	0.21	0.23	0.24	0.22	0.20	0.22	0.18	—	—	0.27	0.23	0.37	0.22	0.22
	収縮率 [%]	2.8	2.8	2.5	4.3	4.3	5.8	3.0	2.5	4.0	3.5	—	—	4.0	10.0	4.8	4.0	6.0
	圧縮応力 (50%歪時) [kPa]	280	270	220	250	246	240	250	221	230	210	—	—	—	—	—	310	320
	圧縮永久歪 (23°C, 22h) [%]	1.5	1.8	1.5	1.8	2.4	1.8	1.8	1.6	1.8	1.8	—	—	—	—	—	3.2	5.6
	反発弾性率 [%]	48	48	50	56	64	68	63	47	63	63	—	—	—	—	—	42	40

10

20

30

40

【0073】

表 2 に示した評価結果から分かるように、実施例 1 ~ 10 の発泡粒子は、いずれも、平均気泡径が 50 ~ 300 μm、ショア A 硬度が 85 以上であり、過大気泡が存在していない発泡粒子であった。また、これらの発泡粒子を型内成形して得られる発泡粒子成形体の

50

収縮率が低い。したがって発泡粒子は優れた成形性を有していた。さらに、前記発泡粒子成形体は、いずれも、圧縮永久歪、及び反発弾性率等の物性に優れていることが認められた。

また、エーテル系TPU原料樹脂を用いた場合（実施例7～10）は、同程度の軟化温度のエステル系TPU原料樹脂を用いた場合（実施例1～3, 5, 6）よりも、成形時の成形圧を低くすることができると言える。

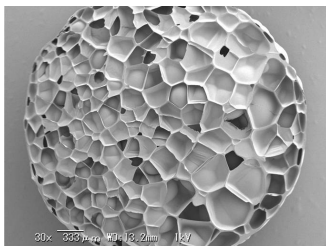
【0074】

一方、比較例1～3の発泡粒子は、内部に空洞部分が形成され、気泡径のばらつきが大きい。また、該発泡粒子を成形すると、発泡粒子が破泡・収縮してしまうため、良好な発泡粒子成形体は得られなかった。比較例4, 5の発泡粒子を成形した際は、成形体としての形は保持されるものの、良好な発泡粒子成形体は得られなかった。

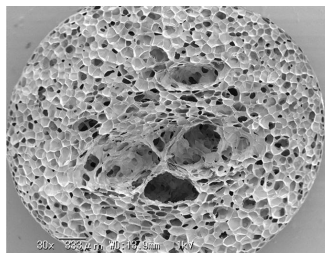
10

また、比較例6, 7の発泡粒子は、平均気泡径が極端に小さいものであった。また、これらの発泡粒子を型内成形して得られた発泡粒子成形体の圧縮永久歪が高く、また発泡粒子成形体の反発弾性率が低かった。なお、比較例6, 7の発泡粒子は、成形圧を低くして成形すると、得られた発泡粒子成形体の融着率が低下し、良好な発泡粒子成形体を得ることが困難であった。

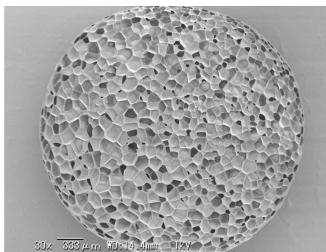
【図1】



【図4】



【図2】



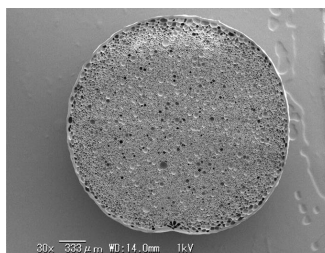
【図5】



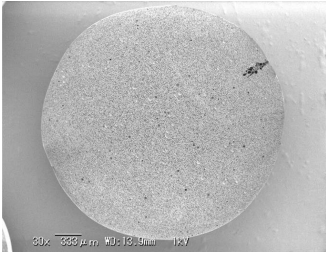
【図3】



【図6】



【 7】



---

フロントページの続き

審査官 芦原 ゆりか

- (56)参考文献 中国特許出願公開第104194030(CN, A)  
特開2014-062213(JP, A)  
特開平08-113664(JP, A)  
米国特許出願公開第2010/0222442(US, A1)  
特開2002-371154(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C08J 9/00-42  
B29C 44/00-60