



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103298868 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201180064633. 3 *CO8J 9/18*(2006. 01)
(22) 申请日 2011. 11. 08 *B29C 44/34*(2006. 01)
(30) 优先权数据 *CO8J 9/00*(2006. 01)
10190888. 7 2010. 11. 11 EP
(85) PCT国际申请进入国家阶段日 (56) 对比文件
2013. 07. 10 CN 1747990 A, 2006. 03. 15, 说明书第 1-22
页.
(86) PCT国际申请的申请数据 CN 1747990 A, 2006. 03. 15, 说明书第 1-22
页.
PCT/EP2011/069681 2011. 11. 08 审查员 张旋
(87) PCT国际申请的公布数据
W02012/062773 DE 2012. 05. 18
(73) 专利权人 巴斯夫欧洲公司
地址 德国路德维希港
(72) 发明人 C·施普斯 H·拉科达舍尔
F·达尔 K·哈恩 M·斯坦格
B·施米德 J·鲁赫
(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限
公司 11285
代理人 侯婧 钟守期
(51) Int. Cl.
CO8J 9/228(2006. 01)
CO8J 9/14(2006. 01)

权利要求书1页 说明书14页

(54) 发明名称

通过后浸渍制备可发性热塑性颗粒的方法

(57) 摘要

本发明涉及制备可发性热塑性聚合物颗粒的方法, 通过用发泡剂后浸渍热塑性聚合物颗粒进行, 所述热塑性聚合物颗粒包含至少一种苯乙烯聚合物和至少一种聚烯烃。所述后浸渍主要在气相中进行。

1. 制备可发性热塑性聚合物珠粒的方法,通过用发泡剂后浸渍热塑性聚合物珠粒进行,所述热塑性聚合物珠粒包含至少一种苯乙烯聚合物并且其包含至少一种聚烯烃,所述方法包括主要在气相中进行后浸渍,其中用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒具有平均直径为 0.1 至 50 μm 的空腔,

其中包含空腔并用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒经由通过模具板挤压聚合物熔体,然后于 1.5 至 15 巴的压力下在含有液体的室中造粒来制备,其中所述聚合物熔体包含

0.1 至 5 重量%的成核剂 D),

0.01 至 5 重量%的气体 F),所述气体形成空腔并且其选自氮气、二氧化碳、氩气、氦气,及其混合物

各自基于聚合物熔体计。

2. 根据权利要求 1 的方法,其中将脂族 $\text{C}_3\text{-C}_7$ - 烃或其混合物用作发泡剂。

3. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中后浸渍在 30°C 至 80°C 的温度下进行,并且气体暴露时间为 5 至 180 分钟。

4. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中后浸渍在流化床中进行。

5. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒具有 0.2 至 2.5mm 的平均直径,且具有 50 至 300 空腔 / mm^2 的横截面积。

6. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒具有 500 至 590 kg/m^3 的堆积密度。

7. 根据权利要求 1 或 2 项的方法,其中用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒具有至少一个富含聚烯烃的分散相 P1,以及一个富含苯乙烯聚合物的连续相。

8. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒包含

A) 45 至 98.9 重量%的苯乙烯聚合物,

B1) 1 至 45 重量%的熔点为 105°C 至 140°C 的聚烯烃,

B2) 0 至 25 重量%的熔点低于 105°C 的聚烯烃,

C1) 0.1 至 25 重量%的苯乙烯 - 丁二烯嵌段共聚物或苯乙烯 - 异戊二烯嵌段共聚物,

C2) 0 至 10 重量%的苯乙烯 - 乙烯 - 丁烯嵌段共聚物,

各自基于使用的热塑性聚合物珠粒计。

9. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中所述聚合物熔体包括滑石、二氧化硅、云母、粘土、沸石、碳酸钙或聚乙烯蜡作为成核剂 D)。

10. 根据权利要求 1 或 2 的方法,其中用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒涂布有加工助剂。

通过后浸渍制备可发性热塑性颗粒的方法

[0001] 本发明涉及通过用发泡剂后浸渍热塑性聚合物珠粒来制备可发性热塑性聚合物珠粒的方法,所述热塑性聚合物珠粒包含至少一种苯乙烯聚合物,并且其包含至少一种聚烯烃。

[0002] W02009/112549A 记载了基于聚烯烃/苯乙烯聚合物混合物的可发性热塑性聚合物珠粒,其通过熔融浸渍然后加压水下造粒获得,并且可被加工成弹性泡沫。

[0003] 用来制备可发性聚苯乙烯 (EPS) 的苯乙烯聚合物的后浸渍通常在发泡剂的存在下在相对较高的温度下于水悬浮液中进行。悬浮液中的稳定剂可在浸渍过程中抑制团粒结块,浸渍在高于 80°C 的温度下足够迅速地进行。GB2162789A 记载了例如制备可发性聚苯乙烯团粒的两阶段制备法,通过对聚苯乙烯团粒挤压和线性造粒 (strand pelletization), 任选地筛分以提取聚苯乙烯团粒,然后用发泡剂在水悬浮液中浸渍苯乙烯团粒而进行。

[0004] GB1092032 记载了在 65 至 95°C 的温度下在戊烷中液相浸渍苯乙烯聚合物。细粒无机物质 (如碳酸钙) 的添加提供脱模剂以抑制珠粒在浸渍过程中团聚。而脱模剂又必须通过洗涤从材料中移除。

[0005] 气相浸渍不适合苯乙烯聚合物,因为在浸渍过程中玻璃状聚合物 (glassy polymer) 会发生显著的软化,珠粒结块。这是因为在发泡剂的吸收过程中玻璃化转变温度降低,伴随着聚合物软化。因此,浸渍的加工范围太窄,不能在升高的温度下在适当的时间内被珠粒经济有效地吸收。这样,实现吸收的唯一方法是添加无机脱模剂,但是它们在浸渍后仍然粘附在珠粒上,当随后对泡沫珠粒进行加工时,它们破坏熔融,从而破坏机械性能。

[0006] 相反地,液相或气相浸渍已知用于半结晶聚合物。在此聚合物珠粒的结块仅在高于熔点时发生,发泡剂的吸收通过半结晶聚合物的无定形部分以足够的速度进行。然而,半结晶聚合物 (例如聚烯烃) 的缺点在于,在常规储存条件下它们会快速释放发泡剂,因而必须在吸收发泡剂后立即进行膨胀。

[0007] EP1535955B1 公开了通过包覆一层戊烷来浸渍聚烯烃以制备可发性聚烯烃珠粒。由于聚烯烃的结晶度,可发性聚烯烃珠粒通常具有低发泡剂保留能力。

[0008] DE3317557A1 记载了通过用发泡剂和助发泡剂的混合物将流化态的聚烯烃珠粒在气相中浸渍来制备可发性聚烯烃珠粒的方法。使用苯乙烯-接枝聚烯烃从而提高发泡剂保留能力。

[0009] DE4429844A1 记载了通过用气态发泡剂将聚烯烃珠粒在流化床中浸渍,然后对浸渍反应物整体突然降压来制备可发性聚烯烃珠粒的方法。

[0010] EP1612239A1 记载了可发性的、苯乙烯改性的烯烴树脂珠粒,其通过用发泡剂浸渍,然后在压力下用表面活性剂浸渍以改善抗静电性能。所述可发性珠粒具有低发泡剂保留能力,因此需要在预发泡剂 (prefoamer) 中立即发泡以获得泡沫珠粒。

[0011] 本发明的一个目的是发现一种简单快速的方法,所述方法可制备特别是由聚烯烃和苯乙烯聚合物制成的多相混合物的可发性热塑性珠粒,其中在浸渍过程中发泡剂均匀地吸收。所述可发性热塑性珠粒应具有良好的发泡剂保留能力,发泡后它们应生成具有均匀孔结构的泡沫珠粒。

[0012] 因此,已发现一种制备可发性热塑性聚合物珠粒的方法,通过用发泡剂后浸渍热塑性聚合物珠粒进行,所述热塑性聚合物珠粒含有至少一种苯乙烯聚合物,并且其含有至少一种聚烯烃,其中后浸渍主要在气相中进行。

[0013] 浸渍意指被发泡剂的聚合物体系吸收,这里发泡剂分散在聚合物体系内。浸渍过程可在液态和 / 或气态发泡剂相中进行。气相和液相之间的相变也可能是渐变的。

[0014] 优选使用的发泡剂为脂族 C₃-C₇- 烃,特别是正戊烷和异戊烷,或其混合物。

[0015] 在气态发泡剂相中,发泡剂在气氛中具有均匀的分布,并且被需要浸渍的团粒均匀地吸收。这降低了局部软化和由此导致的结块的程度。因此,在气态发泡剂相中较容易控制发泡剂的吸收。如果在吸收过程中发泡剂是液体形式,则发泡剂的吸收较难控制,浸渍过程中存在较高的梯度。但是,这种效应可通过适当的老化弥补。因此可以将团粒和液体戊烷装进气密的金属桶中,密封该体系以使其气密。通过随后进行老化,发泡剂随时间而变得均匀分布,获得均匀的可发性团粒。

[0016] 浸渍罐的特征在于,其对于所用的发泡剂体系是气密的,在给定的温度下产生与其相关的蒸气压。浸渍罐可由例如玻璃或金属制成。

[0017] 可能的气相浸渍方法如下。

[0018] 水浴使含有液体戊烷的蒸发器达到实验温度。阀门处于关闭位置。蒸发器内建立与温度相关的蒸气压。将浸渍罐加热至高于实验温度 5°C,加热带加热至高于实验温度 10°C。浸渍罐抽真空至 0.1 巴。温度值恒定后,打开阀门。气态戊烷流入罐中,被团粒吸收。给定时间后,关闭阀门。罐的气氛中存在的气态戊烷被聚合物吸收直至达到热力学平衡。然后移除团粒。团粒内的戊烷含量取决于气体暴露时间以及实验温度。

[0019] 浸渍过程主要在气相中进行,优选仅在气相中进行。但是,由于实际原因,可能在某些时候和 / 或在浸渍容器的某些位置上,需要浸渍的热塑性珠粒的一部分可存在于液体发泡剂相中。

[0020] 水浴使含有液体戊烷的蒸发器达到实验温度。阀门处于关闭位置。蒸发器内建立与温度相关的蒸气压。将浸渍罐加热至低于或与实验温度相同的温度,加热带加热至高于实验温度 10°C。将浸渍罐抽空至 0.1 巴。温度值恒定后,打开阀门。气态戊烷流入罐中(其中戊烷在某种程度上浓缩),被团粒吸收。给定时间后,关闭阀门。罐的气氛中存在的气态戊烷以及浓缩戊烷被聚合物吸收直至达到热力学平衡或至实验终止。然后移除团粒。团粒内的戊烷含量取决于气体暴露时间、戊烷的量、温度差以及实验温度。

[0021] 也可将限定量的液体戊烷装入浸渍罐中。有孔的基底防止团粒与戊烷之间直接接触。网孔宽度小于床的最小团粒直径。使浸渍罐达到实验温度,从而产生相关的蒸气压。罐的气氛中存在的气态戊烷被聚合物吸收直至达到热力学平衡或至实验终止。给定时间后,将剩余的戊烷抽吸移除,并移除团粒。团粒内的戊烷含量取决于戊烷的量、气体暴露时间以及实验温度。

[0022] 后浸渍优选在 30°C 至 80°C、特别优选 40°C 至 50°C 的温度下进行。气体暴露时间优选为 5 至 180 分钟,特别优选 50 至 100 分钟。

[0023] 后浸渍优选在流化床中进行。

[0024] 本发明方法特别适合于热塑性聚合物珠粒,所述热塑性聚合物珠粒具有平均直径在 0.1 至 50 μm、优选 1 至 30 μm 的空腔。

[0025] 用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒优选具有 0.2 至 2.5mm 的平均直径,它们优选具有 50 至 300 空腔 /mm²、更优选 70 至 150 空腔 /mm²的横截面积。空腔的数量可以例如通过在光学显微镜下由聚合物珠粒的薄切片计数而获得。

[0026] 珠粒的堆积密度优选为 500 至 590kg/m³,更优选 520 至 580kg/m³。

[0027] 用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒优选具有至少一个富含聚烯烃的分散相 P1,以及一个富含苯乙烯聚合物的连续相。

[0028] 用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒特别优选包括

[0029] A) 45 至 98.9 重量%的苯乙烯聚合物,

[0030] B1) 1 至 45 重量%的熔点为 105°C 至 140°C 的聚烯烃,

[0031] B2) 0 至 25 重量%的熔点低于 105°C 的聚烯烃,

[0032] C1) 0.1 至 25 重量%的苯乙烯 - 丁二烯嵌段共聚物或苯乙烯 - 异戊二烯嵌段共聚物,

[0033] C2) 0 至 10 重量%的苯乙烯 - 乙烯 - 丁烯嵌段共聚物,

[0034] 各自基于使用的热塑性聚合物珠粒计。

[0035] 优选使用的包含空腔的聚合物珠粒可通过经由模具板对聚合物熔体挤压以及于 1.5 至 15 巴的压力下在含有液体的室中造粒而制备,其中聚合物熔体包含

[0036] 0.1 至 5 重量%,优选 0.3 至 1.0 重量%的成核剂 D),

[0037] 0.01 至 5 重量%,优选 0.05 至 1 重量%的气体 F),其形成空腔,

[0038] 并且其选自氮气、二氧化碳、氩气和氦气,及其混合物各自基于聚合物熔体计。

[0039] 在本发明的方法中,对于后浸渍,特别优选使用热塑性聚合物珠粒,所述聚合物珠粒通过对包含发泡剂的聚合物熔体挤压和造粒而获得,所述聚合物熔体包含

[0040] A) 45 至 98.79 重量%的苯乙烯聚合物,

[0041] B1) 1 至 45 重量%的熔点为 105°C 至 140°C 的聚烯烃,

[0042] B2) 0 至 25 重量%的熔点低于 105°C 的聚烯烃,

[0043] C1) 0.1 至 25 重量%的苯乙烯 - 丁二烯嵌段共聚物或苯乙烯 - 异戊二烯嵌段共聚物,

[0044] C2) 0 至 10 重量%的苯乙烯 - 乙烯 - 丁烯嵌段共聚物,

[0045] D) 0.1 至 5 重量%的成核剂,

[0046] F) 0.01 至 5 重量%的形成空腔的助发泡剂,

[0047] 各自基于包含发泡剂的熔体计。

[0048] 上述建立所述空腔形态的过程也可称为预成核 (prenucleation),其中所述空腔基本上是通过气体 F) 形成的。

[0049] 形成空腔的气体 F) 在聚合物中的溶解度不同于实际的发泡剂 E)。在制备过程中,首先将气体 F) 和任选的发泡剂 E) 在足够高的压力下完全溶解于聚合物中。然后优选在短时间内降压,从而降低气体 F) 的溶解度。这使得在聚合物基质内开始产生相分离,生成预成核结构。如果使用发泡剂 E),则其相对高的溶解度和 / 或其相对低的扩散率使得其仍然主要溶解于聚合物内。优选在降低压力的同时降低温度,从而抑制体系的过度成核,降低实际发泡剂 E) 在体系外的扩散程度。

[0050] 优选使用与实际发泡剂 E) 相比也具有相对高的扩散率和 / 或增加的渗透性和 /

或增加的蒸气压的气体 F) ;特别优选地,气体 F) 具有多于一种所述特征。为对成核过程提供额外的支持,可以使用少量的常规成核剂,实例为无机颗粒,例如滑石。

[0051] 在所有情况下,在本发明方法的预成核过程中,使用的气体 F) 的添加量应超过最大溶解度。因此优选使用在聚合物中具有低的但是足够溶解度的气体 F) 。其中尤其是气体例如氮气、二氧化碳、空气或稀有气体,特别优选氮气,其在许多聚合物中的溶解度在低温和低压下减小。此外,也可以使用其他液体添加剂。

[0052] 特别优选使用惰性气体,例如氮气和二氧化碳。除其合适的物理性质外,这两种气体的特征还有低成本、易获得、易处理以及不反应性或惰性行为。例如,在几乎所有的情况下,在这两种气体的存在下不发生聚合物的降解。因为这些气体本身可以从大气中获得,因此它们对环境没有影响。

[0053] 气体 F) 的用量应当:(i) 足够小以便在熔融浸渍直至造粒的过程中在给定的熔体温度和给定的熔体压力下溶解;(ii) 足够大以便在用于造粒的水压和温度下使由聚合物分层并成核。在一个优选的实施方案中,至少一种所用的发泡剂在室温和大气压下为气态。

[0054] 此外,优选使用预成核后在短时间内从可发性团粒中完全逃逸的气体 F) 。特别优选使用氮气、二氧化碳、氩气、氦气或其混合物作为气体 F) 。

[0055] 特别优选使用滑石作为成核剂 D) ,使用氮气作为气体 F) 。

[0056] 此外,可在悬浮过程后获得合适的预成核珠粒,例如通过在过硫酸盐和电解质的存在下进行悬浮聚合,如 EP-A0761729 记载的。但是,也可通过干燥含水的 EPS 珠粒来获得合适的预成核珠粒。

[0057] 尤其可用金属桶和八角箱(octabin)来运输和储存可发性珠粒。如果使用桶,必须考虑的是气体 F) 的释放有时可增加桶内的压力。因此所用的包装优选为开口包装,例如八角箱或桶,其中它们允许压力通过气体向桶外渗透而耗散。此处特别优选允许气体 F) 通过扩散逃逸,且最小化或抑制实际发泡剂通过扩散逃逸的桶。这可以例如通过以分别适合发泡剂和气体 F) 的方式选择密封材料来实现。

[0058] 预成核,例如通过添加少量的氮气和二氧化碳的预成核,可在含有发泡剂的可发性团粒内建立多孔形态。在此珠粒中心的平均孔径可比外围区域大,珠粒的外围区域的密度可以更高。由此尽可能使发泡剂的损失最小化。

[0059] 预成核可实现显著更好的孔径分布以及发泡后的孔径减小。此外,获得最小堆积密度所需的发泡剂的量更小,而且材料的储存稳定性更好。在熔体中添加的少量氮气和二氧化碳可使在恒定发泡剂含量下的发泡时间显著减少,或者在恒定发泡时间和最小泡沫密度下的发泡剂含量显著降低。而且,预成核可改善产品的同质性和加工稳定性。

[0060] 此外,用发泡剂对本发明的聚合物团粒再浸渍与使用相同构造但更密实(即非多孔结构)的团粒相比可明显更迅速。首先,扩散时间更短,其次,与直接浸渍的体系类似,发泡需要更少量的发泡剂。

[0061] 最后,预成核可降低实现一定密度所需的发泡剂的量,从而可降低模制品或板制品制备过程中的脱模时间。这可降低进一步加工的成本,提高产品的质量。

[0062] 合适的成核剂 D) 为无机或有机成核剂。合适的无机成核剂的实例为滑石、二氧化硅、云母、粘土、沸石或碳酸钙。合适的有机成核剂的实例为蜡,例如以商标 **Luwax®** 市售的聚乙烯蜡。优选使用滑石。

[0063] 用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒优选涂布有加工助剂。

[0064] 用于后浸渍的热塑性聚合物珠粒优选包含以下组分：

[0065] 组分 A

[0066] 聚合物珠粒包含 45 至 97.8 重量%，特别优选 55 至 78.1 重量%的苯乙烯聚合物 A)，例如标准聚苯乙烯 (GPPS) 或抗冲聚苯乙烯 (HIPS)、或苯乙烯-丙烯腈共聚物 (SAN)、或丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)，或其混合物。用于制备泡沫珠粒 P1 的可发性热塑性聚合物珠粒优选包含标准聚苯乙烯 (GPPS) 作为苯乙烯聚合物 A)。特别优选通过凝胶渗透色谱测定的重均摩尔质量为 120000 至 300000g/mol、特别为 190000 至 280000g/mol，以及根据 ISO113 的熔体体积流速 MVR(200°C /5kg) 为 1 至 10cm³/10 分钟的标准级聚苯乙烯，实例为 BASF SE 的 PS158K、168N 或 148G。可添加自由流动级（例如 **Empera®** 156L (Innovene)）以改进加工制备模制品过程中泡沫珠粒的熔融。

[0067] 组分 B

[0068] 热塑性聚合物珠粒包含熔点为 105 至 140°C 的聚烯烃 B1) 和熔点低于 105°C 的聚烯烃 B2) 作为组分 B)。所述熔点为通过 DSC (差示扫描量热法) 以 10°C / 分钟的加热速率测定的熔融峰值。

[0069] 热塑性聚合物珠粒包含 1 至 45 重量%，优选 4 至 35 重量%，特别优选 7 至 15 重量%的聚烯烃 B1)。所用的聚烯烃 B1) 优选包括密度为 0.91-0.98g/L (根据 ASTM D792 测定) 的乙烯和 / 或丙烯的均聚物或共聚物，特别是聚乙烯。可使用的具体聚丙烯为注塑级。可使用的聚乙烯为市售的由乙烯制成的均聚物，例如 LDPE (注塑级)、LLDPE、HDPE，或由乙烯和丙烯 (例如 Basell 的 **Moplen®** RP220 和 **Moplen®** RP320 或 Dow 的 **Versify®** 级)、乙烯和乙酸乙烯酯 (EVA)、乙烯丙烯酸酯 (EA) 或乙烯-丁烯丙烯酸酯 (EBA) 制成的共聚物。聚乙烯的熔融体积指数 MVI (190°C /2.16kg) 通常为 0.5-40g/10 分钟，密度为 0.91-0.95g/cm³。还可使用与聚异丁烯 (PIB) 的掺合物 (例如 BASF SE 的 **Oppanol®** B150)。特别优选使用熔点为 110-125°C 且密度为 0.92-0.94g/L 的 LLDPE。

[0070] 其他合适的组分 B1) 为烯烃嵌段共聚物，其中它们由聚烯烃嵌段 PB1 (硬嵌段) 和聚烯烃嵌段 PB2 (软嵌段) 组成，例如记载于 W02006/099631 的那些。聚烯烃嵌段 PB1 优选由 95 至 100 重量%的乙烯组成。PB2 嵌段优选由乙烯和 α -烯烃组成，其中以下的化合物可用作 α -烯烃：苯乙烯、丙烯、1-丁烯、1-己烯、1-辛烯、4-甲基-1-戊烯、降冰片烯、1-癸烯、1,5-己二烯，或其混合物。优选使用具有 5 至 60 重量%的 α -烯烃的乙烯- α -烯烃共聚物嵌段，特别是乙烯-辛烯共聚物嵌段，作为 PB2 嵌段。优选式 (PB1-PB2)_n 的多嵌段共聚物，其中 n 代表 1 至 100 的整数。嵌段 PB1 和 PB2 基本形成直链并且优选具有交替或无规分布。嵌段 PB2 的比例优选为 40 至 60 重量%，基于烯烃嵌段共聚物计。特别优选具有交替的硬 PB1 嵌段和软弹性 PB2 嵌段的烯烃嵌段共聚物，它们可从市场上以商品名 **INFUSE®** 获得。

[0071] 使用相对较小比例的聚烯烃 B1) 可显著地提高发泡剂保留能力。这显著地改善可发性热塑性聚合物珠粒的储存稳定性和可加工性。在 4 至 20 重量%的聚烯烃的范围内，获得的可发性热塑性聚合物珠粒具有良好的储存能力，而不会对由其制备的模制泡沫的弹性性能有任何损害。这在例如 25-35% 范围的相对较低的压缩应变 ϵ_{set} 中是明显的。

[0072] 可发性热塑性聚合物珠粒包含熔点低于 105°C 的 0 至 25 重量%，优选 1 至 15 重

量%，特别优选 5 至 10 重量%的聚烯烃 B2) 作为聚烯烃 B2)。聚烯烃 B2) 的密度优选为 0.86-0.90g/L(根据 ASTM D792 测定)。基于烯烃的热塑性弹性体 (TPO) 尤其适于此目的。特别优选乙烯-辛烯共聚物，例如以 Dow 的商标 **Engage®** 8411 商购获得。在加工得到泡沫模制品后，包含组分 B2) 的可发性热塑性聚合物珠粒在弯曲能量和极限拉伸强度方面呈现显著的改进。

[0073] 组分 C

[0074] 在多相聚合物体系的领域中，已知大多数聚合物不具有或仅有微小的相互可混性 (Flory)，因此会随温度、压力和化学组成的变化而出现分层以得到各相。如果不相容的聚合物彼此共价连接，则在宏观水平上不会发生分层，而仅在微观水平上发生，例如在单个聚合物链的长度的级别上。在这种情况下使用术语微相分离。存在多种生成的介观结构，例如层状、六角形、立方体和双连续形态，其中它们具有与易溶相比较强的关联。

[0075] 为了可控地调整至所需的形态，使用增容剂 (组分 C)。本发明通过使用作为组分 C1) 的苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物或苯乙烯-异戊二烯嵌段共聚物和作为组分 C2) 的苯乙烯-乙烯-丁烯嵌段共聚物 (SEBS) 的混合物来实现改进的相容性。

[0076] 增容剂使富含聚烯烃相与富含苯乙烯聚合物相之间具有改进的粘合，并且与常规 EPS 泡沫相比，至少量增容剂即可显著提高泡沫的弹性。对富含聚烯烃相的区域尺寸的研究已经显示出增容剂可通过降低界面张力来稳定小液滴。

[0077] 可发性热塑性聚合物珠粒特别优选由多相聚合物混合物组成，所述多相聚合物混合物包含发泡剂并且其具有至少一个连续相，并且其具有至少两个在所述连续相中分散的分散相 P1 和 P2，其中

[0078] a) 所述连续相基本上由组分 A 组成，

[0079] b) 所述第一分散相 P1 基本上由组分 B1 和 B2 组成，并且

[0080] c) 所述第二分散相 P2 基本上由组分 C1 组成。

[0081] 组分 C2) 优选在所述分散相 P1 和所述连续相之间形成相界。

[0082] 借助所述额外的分散相，可保持分散相的区域尺寸为 $< 2 \mu\text{m}$ ，以及相对较高的软相含量。对于相同的可发性，其可在模制泡沫中产生相对较高的弯曲能量。

[0083] 在可发性热塑性聚合物珠粒中，组分 C1) 和 C2) 整体优选为 3.5 至 30 重量%，特别优选 6.8 至 18 重量%。

[0084] 在可发性热塑性聚合物珠粒中，组分 B1) 和 B2) 整体与组分 C2) 的重量比优选为 5 至 70。

[0085] 在可发性热塑性聚合物珠粒中，组分 C1) 与组分 C2) 的重量比优选为 2 至 5。

[0086] 可发性热塑性聚合物珠粒包含作为组分 C1) 的 0.1-25 重量%、优选 1 至 15 重量%、特别是 6 至 9.9 重量%的苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物或苯乙烯-异戊二烯嵌段共聚物。

[0087] 在此，适合的材料有，例如，苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物或苯乙烯-异戊二烯嵌段共聚物。二烯总含量优选为 20-60 重量%，特别优选 30-50 重量%，且相应地苯乙烯总含量优选为 40-80 重量%，特别优选 50-70 重量%。

[0088] 作为增容剂，优选使用丁二烯含量为 20 至 60 重量%、优选 30 至 50 重量%的苯乙烯-丁二烯-苯乙烯 (SBS) 三嵌段共聚物，其中它们可在某种程度上被氢化或未被氢化。它

们可以如下的商标商购获得：**Styroflex®** 2G66、**Styrolux®** 3G55、**Styroclear®** GH62、**Kraton®** D1101、**Kraton®** D1155、**Tuftec®** H1043、或**Europren®** SOL T6414。它们包括在 B 嵌段与 S 嵌段之间锐转变 (sharp transition) 的 SBS 嵌段共聚物。

[0089] 作为组分 C2)，可发性热塑性聚合物珠粒包含 0 至 10 重量%、优选 1 至 9.9 重量%、特别是 0.8-5 重量%的苯乙烯-乙烯-丁烯嵌段共聚物 (SEBS)。合适的苯乙烯-乙烯-丁烯嵌段共聚物 (SEBS) 为例如通过嵌段共聚物 C1) 的烯烃双键的氢化而获得的那些。合适的苯乙烯-乙烯-丁烯嵌段共聚物为例如可商购获得的**Kraton®** G 级，特别是**Kraton®** G1650。

[0090] 组分 D

[0091] 作为发泡剂 (组分 D)，可发性热塑性聚合物珠粒通常包含 1 至 15 重量%、优选 3 至 10 重量%的物理发泡剂，基于组分 A) 至 E) 的整体计。所述发泡剂可在室温 (20°C 至 30°C) 和大气压力下为气态或液态。它们的沸点应低于聚合物混合物的软化点，通常为 -40 至 80°C，优选为 -10 至 40°C。

[0092] 合适发泡剂的实例为卤代或不含卤素的发泡剂，例如 C₃-C₈脂族烃、醇类、酮类或醚类。合适的脂族发泡剂的实例为 C₃-C₈脂族烃，例如正丙烷、正丁烷、异丁烷、正戊烷、异戊烷、正己烷、新戊烷；环状脂族烃，例如环丁烷和环戊烷；卤代烃例如氯甲烷、氯乙烷、二氯甲烷、三氯氟甲烷、二氯氟甲烷、二氯二氟甲烷、氯二氟甲烷、二氯四氟乙烷，及其混合物。优选以下的不含卤素的发泡剂：异丁烷、正丁烷、异戊烷、正戊烷、新戊烷、环戊烷，及其混合物。

[0093] 优选使用的发泡剂为 C₃-C₇脂族烃，特别是正戊烷和异戊烷，或其混合物。

[0094] 如果发泡剂优选包含基于发泡剂计 25 至 100 重量%、特别优选 35 至 95 重量%的异戊烷或环戊烷，则可提高储存后的发泡剂保留能力，并且可获得较低的最小堆积密度。特别优选使用由 30 至 98 重量%，特别为 35 至 95 重量%的异戊烷和 70 至 2 重量%，特别是 65 至 5 重量%的正戊烷制成的混合物。

[0095] 出人意料地，尽管与纯的正戊烷 (36°C ;562hPa) 相比，异戊烷的沸点 (28°C) 相对低并且蒸气压 (751hPa) 相对高，但是发现在含有至少 30 重量%的异戊烷的发泡剂混合物中的发泡剂保留能力显著更好，因此储存稳定性提高，同时获得低密度的发泡性更好。

[0096] 组分 E

[0097] 可发性热塑性聚合物珠粒包含 0 至 5 重量%、优选 0.3 至 3 重量%的成核剂 (如滑石) 作为组分 E。

[0098] 可加入多相聚合物混合物中的其他材料为添加剂、增塑剂、含卤素或不含卤素的阻燃剂、可溶或不可溶的无机和 / 或有机染料和颜料、或填充剂，其添加量为不损害区域的形成以及得到的泡沫结构。

[0099] 具有连续相和至少一个分散相的聚合物混合物可通过将两种不相容的热塑性聚合物例如在挤压机中混合来制备。

[0100] 本发明的可发性热塑性聚合物珠粒可通过以下的方法获得，其中：

[0101] a) 通过将混合组分 A) 至 C) 和任选地 E) 混合来制备具有连续相和至少一个分散相的聚合物混合物，

[0102] b) 用发泡剂 D) 浸渍所述聚合物混合物，然后造粒以得到可发性热塑性聚合物珠

粒，

[0103] c) 在 1.5 至 10 巴的压力下通过水下造粒进行造粒来得到可发性热塑性聚合物珠粒。

[0104] 在步骤 a) 中制成的聚合物混合物的分散相的平均直径优选为 1 至 2000nm, 特别优选 100 至 1500nm。

[0105] 为改进可加工性, 可用甘油酯、抗静电剂或防结块剂涂布制成的可发性热塑性聚合物珠粒。

[0106] 所得的可发性珠粒优选发泡至直径为 0.2 至 10mm。其堆积密度优选为 10 至 100g/l。

[0107] 通过用硬脂酸甘油酯涂布可发性热塑性聚合物珠粒, 可特别改进用于制备模制品的预发泡泡沫珠粒的熔融以及所得的机械性能。特别优选使用由 50 至 100 重量%的三硬脂酸甘油酯 (GTS)、0 至 50 重量%的单硬脂酸甘油酯 (GMS)、以及 0 至 20 重量%的二氧化硅制成的涂层。

[0108] 所述可发性热塑性聚合物珠粒可通过热空气或蒸汽预发泡以获得密度为 8-200kg/m³、优选为 10-80kg/m³、特别优选 10-50kg/m³的泡沫珠粒, 然后将其在闭合模具中熔融以获得泡沫模制品。此处加工压力选择为足够低以保留被熔融制备模制泡沫的孔膜中的区域结构。通常使用的表压为 0.5 至 1.5 巴、特别是 0.7 至 1.0 巴。

[0109] 出人意料地, 现已发现在除制备微团粒 (minipellet) 另外的步骤中在气相或液体发泡剂相中吸收发泡剂非常成功, 而在悬浮条件下在水相中浸渍则不尽人意且难以控制。

[0110] 借助本发明的聚烯烃 / 苯乙烯聚合物混合物, 现已可以提供一种聚合物体系, 所述聚合物体系可在气相或液态体发泡剂相中在短时间内进行非常有效地浸渍, 同时聚合物珠粒不结块, 从而保持可流动。因此可省去使用水悬浮液或无机涂布剂。

[0111] 非常出人意料地, 与仅由聚烯烃作为聚合物成分组成的可发性珠粒相比, 本发明的浸渍聚合物团粒具有良好的发泡剂保留能力, 并且可将其置于容器 (例如金属桶) 中的中间产品库存中数月直至将其加工。因此, 发现的聚烯烃 / 苯乙烯聚合物混合物首次在一个单一体系中结合了苯乙烯聚合物和聚烯烃聚合物的有利性能。

[0112] 示出的浸渍过程不包括任何废水或复杂的后处理步骤。事实上, 对于聚合物团粒对发泡剂的吸收可直接在金属桶中进行。为此, 将必需量的发泡剂以液体形式计量加入桶中, 然后将金属桶密封以使其气密。经过数天的老化后, 发泡剂已经均匀分布于团粒之间, 并且材料可均匀地发泡。

[0113] 为改进可加工性, 可使用甘油酯、抗静电剂或防结块剂涂布制成的可发性热塑性聚合物珠粒。常规的涂布剂可在浸渍前或浸渍后施用以使随后的熔融过程最优化, 但这对于发泡剂的吸收不是必须的。

[0114] 生成的圆形或椭圆形的珠粒优选发泡至 0.2 至 10mm 的直径。其堆积密度优选为 10 至 100g/l。

[0115] 通过用硬脂酸甘油酯涂布可发性热塑性聚合物珠粒, 特别可改进用于制备模制品的预发泡泡沫珠粒的熔融以及所得的机械性能。特别优选使用由 50 至 100 重量%的三硬脂酸甘油酯 (GTS)、0 至 50 重量%的单硬脂酸甘油酯 (GMS)、以及 0 至 20 重量%的二氧化硅

制成的涂层。

[0116] 可发性热塑性聚合物珠粒可通过热空气或蒸汽预发泡以获得密度为 8-200kg/m³、优选为 10-80kg/m³、特别优选 10-50kg/m³的泡沫珠粒,然后可将其在闭合模具中熔融以获得泡沫模制品。通常使用的表压为 0.5 至 1.5 巴、特别是 0.7 至 1.0 巴。

[0117] 使用气相中的发泡剂,优选戊烷,由多相聚烯烃/苯乙烯聚合物混合物制成的聚合物团粒可获得极其有效的浸渍。此处的聚合物熔体不在挤压机中吸收戊烷,而是在挤压步骤后的随后的浸渍步骤中在气相/液相中吸收发泡剂。这两个步骤分离可制备具有无限制存储能力的聚合物团粒;由此发泡剂的吸收被延迟直至使用前不久,然后其可进行发泡。

[0118] 戊烷与大气中的氧气可形成爆炸性混合物,因此将这两个步骤分离降低了安全措施的成本。此外,所述原位浸渍法显著减少了戊烷的排放,并且可使用市售挤压机来制备微团粒。第一制备步骤将聚合物组分在挤压机中彼此混合并对其造粒而不使用实际的戊烷发泡剂。

[0119] 为改善后续的孔结构,在所述步骤中加入成核剂,例如滑石,或者不可燃气体,例如氮气或二氧化碳。在造粒过程中添加少量氮气可使团粒中产生初始小气泡,随后促进具有均匀的孔结构的均匀发泡。

[0120] 然后将不含发泡剂的团粒在气相/液相中浸渍。在水悬浮液中浸渍微团粒的尝试没有成功,要么获得透镜状的微团粒,要么获得不均匀的孔结构。通过悬浮浸渍的方式获得的这些团粒的机械性能和用于加工制成泡沫组分的样品的机械性能不佳。

实施例

[0121] 原料:

[0122] 组分 A:

[0123] 熔体粘度指数 MVI(200°C /5kg) 为 2.9cm³/10 分钟的聚苯乙烯(购自 BASF SE 的 PS158K, Mw = 280000g/mol,特性粘数 VN98ml/g)。

[0124] 组分 B:

[0125] B1:LLDPE 聚乙烯(LL1201XV,Exxon Mobil,密度 0.925g/L,MVI = 0.7g/10 分钟,熔点 123°C)

[0126] B2:乙烯-辛烯共聚物(购自 Dow 的 **Engage® 8402**,密度 0.880g/L, MVI = 18g/10 分钟,熔点 72°C)

[0127] 组分 C:

[0128] C1:**Styrolux®3G55**,购自 BASF SE 的苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物,

[0129] C2:Kraton G1650,购自 Kraton Polymers LLC 的苯乙烯-乙烯-丁烯嵌段共聚物

[0130] 组分 D:

[0131] D:由 95 重量%异戊烷与 5 重量%正戊烷制成的发泡剂混合物。

[0132] 组分 E:滑石

[0133] 组分 F:氮气 N₂

[0134] 聚合物团粒 E1、E2 和 E3 的制备

[0135] 聚合物团粒通过挤压表 1 所列的组分随后进行水下造粒来获得。平均珠粒大小为 1.25mm。

[0136] 使用戊烷然后脱挥发份制备聚合物团粒 E1

[0137] 使用配有静态混合设备的购自 Leistritz ZE40 的 ZE40 双螺旋挤压机通过熔体浸渍法来制备聚合物团粒 E1。为此,表 1 中的聚合物成分首先在挤压机中塑化并借助熔体泵输送到一系列静态混合器和热交换器中,然后均质化并挤压。在第一个静态混合器的入口处,将工业级异戊烷(95%异戊烷/5%正戊烷)计量加入混合物中。然后通过热交换器减少熔体,熔体温度通过另一个静态混合器均匀化。通过另一个熔体泵施加压力,从而使用加压水下造粒法(水温 50℃)通过造粒模具(490.60mm 孔)对该材料造粒。平均珠粒尺寸约为 1.25mm。总生产量为 70kg/h。模具出口处的熔体温度为约 203℃。

[0138] 然后将冷却团粒层(戊烷含量为 5.8 重量%)置于 45℃的烘箱中,并脱挥发份数日直至异戊烷含量低于 0.5 重量%。然后将所得的团粒用于进一步的后浸渍过程。

[0139] 不使用发泡剂和氮气制备聚合物团粒 E2。

[0140] 通过使用静态混合设备在购自 Leistritz 的 ZE40 双螺旋挤压机中制备聚合物团粒 E2。为此,表 1 中的聚合物成分首先在挤压机中塑化,然后借助熔体泵计量加入至一系列静态混合器和热交换器中。相应的配方可见该表。然后,通过热交换器降低熔体温度,将熔融温度通过另一个静态混合器均匀化。通过另一个熔体泵施加压力,从而使用加压水下造粒法(水温 50℃)通过造粒模具(490.60mm 孔)对该材料造粒。平均珠粒尺寸约为 1.25mm。总生产量为 70kg/h。模具出口处的熔体温度为约 201℃。

[0141] 不使用发泡剂但使用氮气预成核制备聚合物团粒 E3

[0142] 聚合物团粒 E3 在配有静态混合设备的购自 Leistritz ZE40 的 ZE40 双螺旋挤压机中制备。为此,表 1 中的聚合物成分首先在挤压机中塑化并通过熔体泵输送到一系列静态混合器和热交换器中。在第一个静态混合器的入口处,加入 0.2 重量%的氮气到聚合物熔体中以形成空腔,并在熔体中均匀化。然后,通过热交换器降低熔体温度,并且熔体温度通过另一个的静态混合器均匀化。通过另一个熔体泵施加压力,从而使用加压水下造粒法(水温 50℃)通过造粒模具(490.60mm 孔)对该材料造粒。平均珠粒尺寸约为 1.25mm。总生产量为 70kg/h。模具出口处的熔体温度约为 205℃。

[0143] 表 1

[0144] 聚合物团粒 E1、E2 和 E3 的构成(重量份)

[0145]

组分	E1	E2	E3
A	70.1	70.1	70.1
B1	11.7	11.7	11.7
B2	3.9	3.9	3.9
C1	7.8	7.8	7.8
C2	1.0	1.0	1.0
F(氮气)	-	-	0.20

E(滑石)	0.5	0.5	-
D(发泡剂)	< 0.5	-	-
堆积密度 [g/l]	590	600	520

[0146] 发明实施例 1-6、8、9

[0147] 聚合物团粒 E1、E2、E3 的气相浸渍

[0148] 在带有闭合阀门的水浴中将含有 160g 液体戊烷的蒸发器控温至 40℃。由此在上述蒸发器中产生与温度相关的蒸气压。将 1000g 聚合物团粒装入通过温控的戊烷线连接的浸渍罐中,抽真空至低于 0.1 巴。将浸渍罐加热至 45℃,并将戊烷线的加热带加热至高于水浴温度 50℃。达到温度值恒定后,打开阀门。气态戊烷流入罐中被团粒吸收。给定时间后,关闭阀门。罐的气氛中存在的气态戊烷被聚合物吸收直至达到热力学平衡。然后将团粒移除。团粒中的戊烷含量取决于气体暴露时间以及实验温度。

[0149] 发明实施例 7

[0150] 将 161.61g 戊烷置于已冷却至 15℃的蒸发器(容积 3205.16ml)中并抽真空。使水浴温度达到 39.9℃的实验温度。将 1000.11g 经脱挥发份的聚合物团粒 E1(戊烷含量为 0.11%)装入浸渍罐(容积 6.4l, Karl Kurt Juchheim, 1990)中,然后开启罐中的锚式搅拌器(26rpm)。将浸渍罐和戊烷线抽真空至 0.02 巴。浸渍罐的温度为 38.1℃,加热带的温度为 50.0℃。蒸发器中产生的压力恒定于 1500 巴。然后将阀门打开,借此压力降至 1.075 巴,然后再次上升。罐中的温度降至 36.9℃,然后升至 38℃。60 分钟后关闭阀门,体系中的压力为 1.330 巴。将罐中的压力在 20 小时之内降至 1.226 巴,罐的温度为 38.0℃。将浸渍罐抽真空至 0.1 巴然后充气。将团粒移除并在发泡箱(Rauscher)中发泡。50 秒后,达到 18g/l 的泡沫密度。烘箱(120℃, 180 分钟)中测定的挥发物含量为 9.01%戊烷含量。

[0151] 发明实施例 10

[0152] 将 95.1g 的戊烷装入计量装置(容量 200ml)中。将 1000.08g 预成核的不含戊烷的聚合物团粒 E3 装入浸渍罐(容积 6.4l, Karl Kurt Juchheim, 1990)中,然后开启罐中的锚式搅拌器(26rpm)。将浸渍罐抽真空至 0.02 巴。浸渍罐的温度为 44.5℃。通过氮气使进料容器产生 5 巴的压力。然后将阀门打开。将罐中压力升至 1.732 巴。进料装置中的戊烷完全消耗后,关闭阀门。将罐中的压力在 20 小时内降至 1.096 巴,罐的温度为 45.0℃。将浸渍罐抽真空至 0.1 巴然后充气。将团粒移除并在发泡箱(Rauscher)中发泡。120 秒后,达到 20.8g/l 的泡沫密度。烘箱(120℃, 180 分钟)中测定的挥发物含量为 6.57%戊烷含量。

[0153] 发明实施例 11

[0154] 将 161.01g 的戊烷装入冷却至 15℃的蒸发器(容积 3205.16ml)中并抽真空。使水浴温度达到 40.1℃的实验温度。将 1000.08g 经脱挥发份的聚合物团粒 E3 装入浸渍罐(容积 6.4l, Karl Kurt Juchheim, 1990)中,然后开启罐中的锚式搅拌器(26rpm)。将浸渍罐和戊烷线抽真空至 0.02 巴。浸渍罐的温度为 45.0℃,加热带的温度为 50.3℃。蒸发器中产生的压力恒定于 1.535 巴。然后将阀门打开,将压力降至 1.165 巴,然后再次上升。罐中的温度降至 43.2℃,然后升至 44.9℃。60 分钟后关闭阀门,体系中的压力为 1.503 巴。将

罐中的压力在 20 小时内降至 0.936 巴, 罐的温度为 45.0°C。将浸渍罐抽真空至 0.1 巴然后充气。将团粒移除并在发泡箱 (Rauscher) 中发泡。420 秒后, 达到 21g/l 的泡沫密度。烘箱 (120°C, 180 分钟) 中测定的挥发物含量为 5.14% 戊烷含量。

[0155] 表 2

[0156]

38
38

[0157]

	戊烷加入重量 [g]	团粒	珠粒的量 [g]	温度			进料形式	气体暴露时间 [分钟]
				罐 [°C]	水浴 [°C]	加热带 [°C]		
IE1	160	E1	1000	45	40	50	气态	130
IE2	160	E1	1000	45	40	50	气态	120
IE3	160	E1	1000	45	40	50	气态	60
IE4	160	E1	1000	45	40	50	气态	5
IE5	160	E1	1000	45	40	50	气态	30
IE6	160	E1	1000	45	40	50	气态	60
IE7	160	E1	1000	38	40	50	气态/液态	60
IE8	160	E2	1000	45	40	50	气态	60
IE9	160	E3	1000	45	40	50	气态	60
IE10	95	E3	1000	45	-	-	液态	逐滴加入
IE11	160	E3	1000	45	40	50	气态	60

[0158] 比较实施例 CE1-CE3 (在搅拌罐中在悬浮液中浸渍)

[0159] 在每个比较实施例中, 将 916g 聚合物团粒 E1 在搅拌罐中浸渍。搅拌罐 (Juvo) 中的浸渍过程使用了由 1000gMMP (焦磷酸镁) 以及 3500g 水和 66g 异戊烷发泡剂组成的沉淀体系。在所述浸渍过程中, 使沉淀体系沉淀在聚合物的表面上并提供降低的静电荷容量, 避免聚合物在浸渍过程中聚集。用 K30 表面活性剂来降低水的表面张力从而形成稳定的悬浮液。

[0160] 首先将水、沉淀体系、聚合物和表面活性剂计量加入罐中, 并将罐紧密密封。开动搅拌器 (搅拌器转速 1rpm), 并在调节器设定油的设定温度。罐中产生的所得内部温度比油温低约 20°C。然后将所需量的发泡剂倒入容器中。罐中达到所需内部温度后 (约 2 小时), 开始进料发泡剂。在一小时内使用氮气将发泡剂逐滴注入罐中。这使罐中压力从约 2 巴升至约 9 巴。需要避免过快地进料 (进料时间), 以使珠粒有足够的时间吸收发泡剂。否则, 珠粒表面的大量发泡剂将使塑制品软化至引起珠粒聚集成块的程度。进料结束后, 在恒定的内部温度下缓慢地降低压力。在所述降压过程中, 塑制品团粒吸收了几乎所有的发泡剂。直到压力恒定 (浸渍时间) 才完成戊烷的吸收, 然后开始冷却罐 (冷却时间)。由 40°C 的内部温度开始, 关闭搅拌器。这样, 进料时间、浸渍时间和冷却时间的总和构成了悬浮浸渍过程的实际操作时间。冷却至室温后, 将产品从罐中移出, 并且通过用水洗涤将沉淀体系移除, 其他加工条件与气相浸渍过程相同 (参见加工过程)。

[0161] 表 3: 比较实施例的实验参数

[0162]

	CE1	CE2	CE3
罐温度 [°C]	130	115	110
戊烷进料时间 [h]	1.25	0.83	1.16
浸渍时间 [h]	0.58	0.85	0.46
冷却时间 [h]	1.58	4.16	4.30
操作时间 [h]	3.41	5.84	5.92
戊烷含量 [%]	6.2	5.7	6.0
最小堆积密度 [g/l]	31.5	37.3	58
孔数	3.2	3.1	3.2
泡沫珠粒	透镜状		
孔结构		不均匀	均匀

[0163] 比较实施例 CE1 的材料不可能加工获得泡沫模制品, 因为其泡沫珠粒是透镜状的。对于比较实施例 CE2 和 CE3, 与圆形珠粒的偏差可通过降低浸渍温度来减少。但是, 这导致聚合物团粒对发泡剂的吸收不均匀, 从而显著破坏发泡性和孔结构。

[0164] 含戊烷团粒的加工以及堆积密度 / 孔数的测定

[0165] 在转鼓式混合器中用下列涂层组分涂布含戊烷团粒, 以提高加工性能: 70 重量% 的三硬脂酸甘油酯 (GTS)、30 重量% 的单硬脂酸甘油酯 (GMS) 和 10 重量% 的二氧化硅。

[0166] 将含发泡剂团粒在购自 Hirsch 的 PREEX1000EPS 压力预发泡器中预发泡, 以制备具有最小可获得密度的泡沫珠粒。预发泡珠粒的堆积密度用标刻度的 1L 测量容器通过填充至测量标记后称重来测定。然后将所述泡沫珠粒在购自 Erlenbach 的 EHV-C-520-420 自动 EPS 模塑系统中在表压为 0.9 巴的高压蒸汽施用下加工, 蒸汽施用时间为 2.5 秒, 以制备模制品。然后将模制品切开, 在显微镜下通过 1cm 长度的刻度尺计数切割表面上每毫米的孔数。在不同的位置重复测量 20 次并将由此获得的每 mm 孔的平均值作为孔数。

[0167] 表 4: 泡沫性能以及孔结构

[0168]

	操作时间	戊烷含量	预发泡后的泡沫珠粒		
		(挥发物含量)	最小堆积密度	孔	泡沫珠粒的评估
	[h]	[%]	[g/l]	[1/mm]	
IE1	20	5.9%	16.6	2.5	良好的发泡质量
IE2	20	5.7%	16.3	2.8	良好的发泡质量
IE3	20	5.5%	21	2.6	良好的发泡质量
IE4	20	2.6%			无发泡
IE5	20	3.6%	>50	3.0	不佳的发泡性能
IE6	7	4.6%	27.1	3.2	良好的发泡质量
IE7	20	9.0%	18	2.6	良好的发泡质量
IE8	20	4.6%	38.5	1.7	适中质量，孔分布不均匀布
IE9	20	4.9%	22.1	3.2	良好的发泡质量
IE10	20	6.6%	20.8	3.1	良好的发泡质量
IE11	20	5.1%	21	3.0	良好的发泡质量
CE1	3.4	6.2%	31.5	3.2	透镜状至圆盘状
CE2	5.8	5.7%	37.3	3.1	具有不均匀孔结构的非圆形珠粒
CE3	5.9	6.0%	58.0	3.2	具有不均匀孔结构的非圆形珠粒

[0169] 比较实施例表明在悬浮液中浸渍导致珠粒团聚、微球呈透镜状，或者预发泡的泡沫珠粒中的孔结构不均匀。与发明实施例相比，由比较实施例所获得的泡沫模制品的机械性能明显较差。