



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 109071859 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 29

(21) 申请号 201780027672.3

B.P.希钦斯 K.康托马里斯

(22) 申请日 2017.05.04

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109071859 A

专利代理师 王伦伟 周齐宏

(43) 申请公布日 2018.12.21

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

62/332605 2016.05.06 US

C08J 9/00 (2006.01)

C08J 9/14 (2006.01)

C08L 25/04 (2006.01)

C08L 53/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.11.02

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/031052 2017.05.04

CN 102741204 A, 2012.10.17

EP 2706086 A1, 2014.03.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/192846 EN 2017.11.09

CN 101970554 A, 2011.02.09

CN 101370843 A, 2009.02.18

CN 101646724 A, 2010.02.10

US 6391931 B1, 2002.05.21

(73) 专利权人 科慕埃弗西有限公司

地址 美国特拉华州

审查员 张娜

(72) 发明人 E.B.维宋 J.A.克里佐

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

苯乙烯聚合物的发泡

(57) 摘要

本发明为用于使热塑性聚合物发泡的方法,所述热塑性聚合物包含聚苯乙烯,所述方法包括形成熔融可发泡组合物,所述熔融可发泡组合物包含所述热塑性聚合物、嵌段共聚物、以及包含Z-1,1,1,4,4,4六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中的至少一种的发泡剂,以及使所述可发泡组合物膨胀以由此获得发泡热塑性聚合物,所述方法优选地通过使所述组合物以熔融形式挤出来实施,由此所述热塑性聚合物的发泡发生。

1. 用于使热塑性聚合物发泡的方法,所述热塑性聚合物包含聚苯乙烯,所述方法包括形成熔融可发泡组合物,所述熔融可发泡组合物包含所述热塑性聚合物、嵌段共聚物、以及包含Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中的至少一种和选自二甲基醚和反式-1,2-二氯乙烯的共发泡剂的发泡剂,以及使所述可发泡组合物膨胀以由此获得发泡热塑性聚合物,

其中所述嵌段共聚物为苯乙烯与丁二烯、丁烯、乙烯和异戊二烯中的至少一种的二嵌段或三嵌段共聚物,并且存在于所述组合物中的所述嵌段共聚物的量为基于所述可发泡组合物的重量计5重量%至15重量%,并且存在于包含聚苯乙烯的热塑性聚合物中的任何共聚物是无规或交替共聚物,而非嵌段共聚物。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述熔融可发泡组合物处于挤出机中,并且所述膨胀为挤出所述组合物的结果。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述嵌段共聚物为非极性的。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯高度不溶于所述熔融热塑性聚合物中。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述嵌段共聚物不溶于所述Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯高度不溶于所述嵌段共聚物中。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述热塑性聚合物包含聚合单体单元,所述聚合单体单元的至少60摩尔%为苯乙烯。

8. 一种泡沫产品,所述泡沫产品包含:聚合物基质、嵌段共聚物、以及包含Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中的至少一种和选自二甲基醚和反式-1,2-二氯乙烯的共发泡剂的发泡剂,所述聚合物基质包含选自聚苯乙烯、聚苯乙烯共聚物、以及聚苯乙烯与其它热塑性聚合物的共混物的热塑性材料,所述泡沫产品限定具有一定平均泡孔尺寸的多个泡孔、具有小于 $50\text{kg/m}^3$ 的密度,

其中所述嵌段共聚物为苯乙烯与丁二烯、丁烯、乙烯和异戊二烯中的至少一种的二嵌段或三嵌段共聚物,并且存在于所述泡沫产品中的所述嵌段共聚物的量为基于所述泡沫产品的重量计5重量%至15重量%,并且存在于包含聚苯乙烯的热塑性聚合物中的任何共聚物是无规或交替共聚物,而非嵌段共聚物。

9. 根据权利要求8所述的泡沫产品,其中所述热塑性材料为聚苯乙烯。

10. 根据权利要求8所述的泡沫产品,其中所述嵌段共聚物为非极性嵌段共聚物。

11. 根据权利要求8所述的泡沫产品,其中所述发泡剂为按所述泡沫产品组合物的重量计10%至25%。

12. 根据权利要求11所述的泡沫产品,其中所述发泡剂包含Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯。

13. 根据权利要求12所述的泡沫产品,其中所述发泡剂包含Z-异构体和E-异构体的混合物,并且其中所述Z-异构体占所述发泡剂的大于50%。

## 苯乙烯聚合物的发泡

### 背景技术

#### 技术领域

[0001] 本发明涉及苯乙烯聚合物的发泡,其中发泡剂包含HFO-Z-1336mzz。

#### [0002] 相关技术描述

[0003] WO 2008/1118627公开了对具有低ODP(氧消耗潜能值)和GWP(全球变暖潜能值)两者的氢氟烃发泡剂的需求。本公布公开了多种此类发泡剂,该发泡剂具有零ODP和小于50的GWP,并且该发泡剂在烯基芳族聚合物,尤其是聚苯乙烯中具有可溶性。HFO-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯是所公开的表现出这些ODP和GWP特征的发泡剂中的一种。已知HFO-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯以两种异构形式,Z(顺式)-异构体和E(反式)-异构体存在。

[0004] WO 2007/084665公开了一种嵌段共聚物增容剂,该嵌段共聚物增容剂具有功能上与被发泡的热塑性树脂相容的第一嵌段、以及功能上与发泡剂相容的第二嵌段。在该公布的第5页上的第二个完整段落中,这些相容性方面根据聚苯乙烯为待发泡的树脂来解释,即嵌段共聚物包含与树脂相容的聚苯乙烯以及与HFC-134a发泡剂相容的聚(丙烯酸丁酯)。与HFC-134a发泡剂的相容性根据丙烯酸酯聚合物可溶于HFC-134a中进一步解释。

#### 发明内容

[0005] 作为本发明的一部分,已发现Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯两者高度不溶于熔融聚苯乙烯中。还发现即使这些异构体高度不溶于嵌段共聚物中,嵌段共聚物也使这些Z-异构体和E-异构体在熔融聚苯乙烯中的溶解度提高。

[0006] Z-异构体和E-异构体自身在熔融聚苯乙烯中的不溶性可表示为异构体在熔融聚苯乙烯中的吸收。熔融聚苯乙烯对异构体的任何吸收测量为聚苯乙烯的重量增加。仅极少量的异构体被熔融聚苯乙烯吸收,如由其重量增加为基于聚苯乙烯自身的初始重量计不大于8重量%以及更小(如下文所述)所指示。

[0007] 这些发现在本发明得以体现,其可在一个实施方案中描述为一种用于使热塑性聚合物发泡的方法,该热塑性聚合物包含聚苯乙烯,所述方法包括形成熔融可发泡组合物,该熔融可发泡组合物包含所述热塑性聚合物、嵌段共聚物、以及包含Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中的至少一种的发泡剂,以及使所述可发泡组合物膨胀以由此获得发泡热塑性聚合物。

[0008] 熔融可发泡组合物优选地处在挤出机中,并且熔融可发泡组合物的膨胀为挤出所述组合物的结果。因此,本发明的方法也可通过优选的实施方案进行描述,其中该方法包括挤出熔融可发泡组合物以由此获得发泡热塑性聚合物,该熔融可发泡组合物包含含有聚苯乙烯的熔融热塑性聚合物、嵌段共聚物、以及包含Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中的至少一种的发泡剂。

[0009] 在这两个实施方案中,优选的方面如下:

[0010] 嵌段共聚物为非极性的。非极性意指嵌段共聚物的极性不大于1.0D(德拜)。这与

WO 2007/084665的为极性的含聚(丙烯酸丁酯)的嵌段共聚物相反。极性意指嵌段共聚物的极性为至少2.0D。发泡剂HFC-134a在表现出大于2.0D的极性的情况下也为极性的。相比之下,例如,E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯在表现出小于1.0D的极性的情况下为非极性的。

[0011] 存在于熔融热塑性聚合物组合物中的嵌段共聚物的量为基于可发泡组合物的重量计5重量%至15重量%,该可发泡组合物的重量包括所述热塑性聚合物、Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和/或E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯发泡剂、以及嵌段共聚物和添加剂的重量。

[0012] Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯异构体在熔融热塑性聚合物中的不溶性使得:对Z-异构体而言,这些异构体在熔融热塑性聚合物自身中的吸收(重量增加)为基于可发泡组合物的重量计不大于6.0重量%,并且对E-异构体而言不大于3重量%。

[0013] 嵌段共聚物不溶于Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中。Z-异构体和E-异构体高度不溶于嵌段共聚物中,如下文进一步所述。

[0014] 热塑性聚合物包含聚合单元,该聚合单元的至少60摩尔%衍生自聚合的苯乙烯。

[0015] 这些优选的方面可以单独地或以本发明实施的任何组合来使用。

## 具体实施方式

[0016] 根据本发明的被发泡的热塑性聚合物包含聚苯乙烯。聚苯乙烯可为苯乙烯均聚物,或者可包含除苯乙烯之外的共聚单体。热塑性聚合物也可作为聚苯乙烯与其它热塑性聚合物的共混物。其它热塑性聚合物也可作为苯乙烯与除苯乙烯之外的单体的共聚物。除苯乙烯之外的优选的单体是丙烯腈。优选地,存在于包含聚苯乙烯的热塑性聚合物中的任何共聚物是无规或交替共聚物,而非嵌段共聚物。

[0017] 无论被发泡的热塑性聚合物是聚苯乙烯还是聚苯乙烯与其它热塑性聚合物的共混物,苯乙烯优选地为被发泡的热塑性聚合物中主要的聚合单体(单元),苯乙烯的聚合单元占构成被发泡的热塑性聚合物的聚合单体单元的至少70摩尔%、或至少80摩尔%、或至少90摩尔%、或至少100摩尔%。

[0018] 当热塑性聚合物包含苯乙烯共聚物时,与苯乙烯共聚的其它单体的量使得共聚物中的苯乙烯含量为基于构成共聚物的总摩尔(100%)计至少60摩尔%的共聚物,优选地至少70摩尔%、或至少80摩尔%、或至少90摩尔%的共聚物。无论苯乙烯共聚物仅为热塑性聚合物中的含苯乙烯聚合物还是与其它热塑性聚合物(诸如苯乙烯均聚物或其它苯乙烯共聚物)共混,这都是适用的。

[0019] 优选地,被发泡的热塑性聚合物完全为聚苯乙烯均聚物。当被发泡的热塑性聚合物为如上所述的聚苯乙烯和其它热塑性聚合物的共混物时,该共混物中的聚苯乙烯组分优选地为占聚苯乙烯和其它热塑性聚合物的总重量的至少80重量%的苯乙烯均聚物。

[0020] 被发泡的热塑性聚合物的分子量足够高以提供泡沫应用的要求所需的强度。优选地,该热塑性聚合物的杨氏模量为至少15MPa,或者该聚合物表现出1g/10min至50g/10min的熔体流动速率,如根据ASTM D 1238在200℃下并且使用5kg的重物在熔融聚合物上所测定。

[0021] 本发明所用的嵌段共聚物包含在聚合物链中由不同均聚物的两种或更多种片段形成的聚合物链。不同的均聚物可为两种不同的均聚物(二嵌段)、三种不同的均聚物(三嵌

段)或超过三种(多重嵌段)不同的均聚物片段。优选地,均聚物片段中的一种为聚苯乙烯。优选地,其它均聚物片段为丁二烯、丁烯、丙烯腈、乙烯和异戊二烯中的至少一种。为了表现出非极性的特征,嵌段共聚物优选地不含聚(丙烯酸丁酯)片段。

[0022] 在一个实施方案中,存在于组合物中的嵌段共聚物的量为6重量%至14重量%。在另一个实施方案中,组合物中嵌段共聚物的量为7重量%至14重量%。在另一个实施方案中,组合物中嵌段共聚物的量为7重量%至13重量%。随着嵌段共聚物的量从13重量%增大,发泡组合物的特性开始受损,这正是可发泡组合物中不超过15重量%嵌段共聚物的原因。嵌段共聚物的这些量基于可发泡组合物的总重量。

[0023] 包含Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中的至少一种的发泡剂也可包含通常在用于使聚苯乙烯发泡的发泡剂中使用的附加成分,诸如泡孔成核剂诸如滑石和/或共发泡剂。当共发泡剂存在时,发泡剂的Z-异构体和/或E-异构体含量优选地为发泡剂的总重量的至少50重量%,更优选地至少60重量%、或至少70重量%、或80重量%、或至少90重量%、或至少100重量%。由于E-异构体在熔融聚苯乙烯中的低溶解度,共发泡剂与E-异构体发泡剂一起使用是优选的。共发泡剂应当在熔融聚苯乙烯中具有较大的溶解度。共发泡剂的示例包括二甲基醚和二氯乙烯。

[0024] Z-异构体、E-异构体、或Z-异构体和E-异构体的组合在可发泡组合物中的量将取决于发泡时所期望的密度。优选地,该量能够有效地获得至少 $30\text{kg/m}^3$ 的泡沫密度。通常,发泡剂(优选地为Z-异构体、E-异构体、或它们的组合)的量将为基于可发泡组合物的重量计10重量%至25重量%。

[0025] 本发明的方法优选地使用挤出机实施,以形成熔融可发泡组合物并且使该熔融可发泡组合物挤出,以形成发泡产品。包含聚苯乙烯的热塑性聚合物形成挤出机的进料。发泡剂优选地在挤出机的进料端和挤出端的中间位置处进料到挤出机中,通常进料到随着挤出螺杆沿其长度将进料推进到挤出机而产生的熔融可发泡组合物中。在便利时添加熔融组合物的其它添加剂,并且如可由添加剂的状态所决定。例如,固体添加剂可被便利地添加到挤出机的进料端,可能作为与颗粒形式的聚合物进料的混合物进料到挤出机。挤出机内的熔融组合物通过模具挤出,从而允许可发泡组合物膨胀成发泡产品。然后,冷却可为诸如片、厚板、杆或管形式的发泡产品。

[0026] 如本文所用,术语“包含”、“包括”、“具有”或它们的任何其它变型旨在涵盖非排它性的包括。例如,包括要素列表的过程、方法、制品或装置不必仅限于那些要素,而是可包括未明确列出的或此类过程、方法、制品或装置固有的其它要素。

[0027] 过渡性短语“由...组成”不包括任何未指定的要素、步骤或成分。如果在权利要求中,则除了通常与之相关的杂质之外,将不包括对除了所述的那些材料之外的材料的保护。当短语“由...组成”出现在权利要求的主体的从句中,而不是紧接在前序部分之后时,它只限制该从句中规定的要素;其它要素并不排除在整个权利要求之外。过渡短语“基本上由...组成”用于定义除了文献公开的那些之外,还包括材料、步骤、特征结构、组分或元素的组合物、方法,前提条件是这些附加包括的材料、步骤、特征结构、组分、或元素不显著地影响权利要求保护的发明的一个或多个基本特征和新颖特征,尤其是实现本发明方法中的任一个所期望的结果的作用模式。术语“基本上由...组成”占据“包含”和“由...组成”之间的中间位置。

[0028] 在申请人已经用开放式术语诸如“包含”来定义发明或其一部分的情况下,应当容易理解的是(除非另有说明),该描述应当被解释为还包括使用术语“基本上由...组成”或“由...组成”这样的发明。

[0029] 实施例

[0030] Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯(Z-1336mzz)和E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯(E-1336mzz)在熔融聚苯乙烯中的溶解度通过以下过程测定:将78克的聚苯乙烯装载到125cc不锈钢Parr<sup>®</sup>反应器中。对反应器进行称重,安装到入口/出口管并浸入油浴中。在反应器抽空之后,使用HIP压力产生器(由高压设备公司(High Pressure Equipment Company)制造)将过量的发泡剂装载到反应器中。将油浴在约90分钟内加热至最终温度(179℃),在该温度下聚苯乙烯变得熔融,并且在该温度下保持30分钟。记录最终压力,该压力类似于在用于发泡过程时挤出机中遇到的压力。从油浴移除Parr<sup>®</sup>反应器并冷却至室温。在使过量的(不溶于聚苯乙烯中)发泡剂排放(E-异构体)/排出(Z-异构体)之后,对反应器(内部具有再固化的聚苯乙烯)进行称重。重量增加根据以下公式记录为溶解度:

[0031] 溶解度(重量%) = (重量增加 ÷ 78) × 100

[0032] 通过相同的过程测定Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和/或E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯的组合在熔融聚苯乙烯加上嵌段共聚物中的溶解度,不同的是存在嵌段共聚物。

[0033] 通过相同的过程测定E-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯和共发泡剂的组合的溶解度,不同的是共发泡剂存在于反应器中。

[0034] 较低重量增加指示异构体在熔融聚苯乙烯中的不溶性。本文所报告的熔融聚苯乙烯的重量(重量%)增加基于聚苯乙烯的初始重量。

[0035] 通过测量嵌段共聚物对异构体的吸收(重量增加)来测定Z-异构体或E-异构体在嵌段共聚物中的溶解度。该测量过程如下:将10.00克的嵌段共聚物添加到100cc带盖玻璃瓶。对瓶、盖和内容物进行称重,并且然后添加20.00g的发泡剂(Z-异构体或E-异构体),充分混合,并且允许在下述条件下静置24小时,其中发泡剂呈液态。此后,使共聚物固体过滤,并且在过量试剂排放(E-异构体)/排出(Z-异构体)之后进行称重。重量增加根据以下公式记录为溶解度:

[0036] 溶解度(重量%) = (重量增加 ÷ 10) × 100。

[0037] 较低重量增加指示异构体在嵌段共聚物中的不溶性。

[0038] 对于在33℃(一个大气压)下沸腾的Z-异构体,在环境温度(15℃至25℃)下实施浸泡。对于在7.5℃(一个大气压)下沸腾的E-异构体,在0℃下进行浸泡。

[0039] 嵌段共聚物对异构体的吸收所报告的重量(wet%)增加(嵌段共聚物中的溶解度)也适用于如上所述包含聚苯乙烯的热塑性聚合物。

[0040] 实施例1-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯在嵌段共聚物中的溶解度

[0041] 对以下嵌段共聚物进行测试:

[0042] 1. 聚苯乙烯/乙烯ran-丁烯,以商品名SA 432431购自西格玛奥德里奇公司(SiRma-Aldrich Co.LLC)

[0043] 2. 聚苯乙烯/异戊二烯/丁烯(ps含量19重量%),以商品名D1171P购自科腾聚合物公司(Kraton Polymers LLC)

[0044] 3.聚苯乙烯/异戊二烯/丁烯(ps含量30重量%),以商品名FG 1901购自科腾聚合物公司(Kraton Polymers LLC)

[0045] 所有这些共聚物为非极性的,表现出小于1.0D的极性。

[0046] 根据上述过程,使这些粉末形式的共聚物浸泡于Z-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯中。在浸泡之后,所有共聚物表现出如表1所报告的重量增加。

[0047] 表1-共聚物溶解度

共聚物	重量增加(g)
1	0.32
2	0.28
3	0.20

[0049] 最大重量增加为3.2重量%(计算: $(0.32/10) \times 100$ )。不存在重量损失的事实指示嵌段共聚物在Z-异构体中的完全不溶性。这对E-异构体也是如此。优选地,在本发明的实施中,通过E-异构体或Z-异构体的重量增加将为嵌段共聚物自身重量的不大于5重量%。

[0050] 实施例2-在熔融苯乙烯聚合物中的溶解度

[0051] Z-1336mzz在熔融聚苯乙烯中的溶解度根据上述过程测定并且发现为5.7重量%。

[0052] E-1336mzz在熔融聚苯乙烯中的溶解度根据上述过程测定并且发现为2.4重量%。溶解度测定中不存在嵌段共聚物。这些异构体在熔融聚苯乙烯中的溶解度基本上对压力不敏感。例如,在熔融聚苯乙烯中的溶解度从800psig (5.5MPa) 下的2.1重量%增至2600psig (17.9MPa) 的2.6重量%。

[0053] 将10重量%的嵌段共聚物2添加到熔融的组合物以形成熔融聚苯乙烯给出表2所报告的溶解度结果。该10重量%的添加基于可发泡组合物的重量。

[0054] 表2-异构体溶解度的改善

异构体	溶解度(重量%)
Z	7.9
E	3.2

[0056] 熔融聚苯乙烯中嵌段共聚物的存在使Z-异构体和E-异构体的溶解度增加至少33%。组合物加热期间存在的压力在2576psia (17.6MPa) 至2770psia (18.9MPa) 的范围内

[0057] 当共聚物2被相同量的共聚物1替代并且压力为2544psia (17.4MPa) 时,所得的Z-异构体的溶解度为6.8重量%。

[0058] 当共聚物2被相同量的共聚物3替代并且压力为2521psia (17.2MPa) 时,所得的Z-异构体的溶解度为6.8重量%。

[0059] 实施例3-共发泡剂的添加

[0060] 二甲基醚(DME)是该实施例中所用的共发泡剂。DME可在178℃和1325psia (9.1MPa) 下以16.9重量%溶于熔融聚苯乙烯中。该溶解度和E-1336mzz的溶解度(2.4重量%) 的算术平均值为9.7重量%。50:50重量的E-异构体和DME的混合物的实际溶解度为11.9重量%,其大于从混合物所预期的。相比于4.3重量%的纯组分,87.5:12.5重量的E-133mzz和DME的混合物在1500psia下的溶解度为6.2重量%。

[0061] 根据上述方法,将纯净Z-1336mzz、纯净二甲基醚(DME) 以及Z-1336mzz/DME (87.5重量%/12.5重量%) 共混合物在聚苯乙烯均聚物(具有约5.0的熔体流动指数) 中的溶解度在

179℃和1,500psia下进行测量。纯净HFO-1336mzz(Z)和纯净DME的溶解度基于测量分别为5.5重量%和17.9重量%。如其纯净组分的溶解度的重量分数加权平均数所预期的HFO-1336mzz(Z)/DME(87.5重量%/12.5重量%)共混物溶解度将为7.1重量%。令人惊奇地,测量显示出179℃和1,500psia下的HFO-1336mzz(Z)/DME(87.5重量%/12.5重量%)共混物溶解度为10.2重量%,即显著高于所预期的。

[0062] 实施例4-共混物与嵌段共聚物的溶解度

[0063] 在聚苯乙烯均聚物(MFI 5)以及聚苯乙烯与10重量%(聚苯乙烯/异戊二烯/丁烯)嵌段共聚物(嵌段共聚物3)中,在179℃的温度下在3000psia下如上所述测定Z-1336mzz以及Z-1336mzz和DME(87.5重量%/12.5重量%)的共混物的溶解度。结果汇总于下表3中。

[0064] 表3

[0065]	发泡剂	聚合物	溶解度 (重量%)
	HFO-1336mzz(Z)纯净	聚苯乙烯均聚物(具有约5的MFI)	5.9
	HFO-1336mzz(Z)/DME (87.5重量%/12.5重量%)	聚苯乙烯均聚物(具有约5的MFI)	12.8
	HFO-1336mzz(Z)/DME (87.5重量%/12.5重量%)	90重量%聚苯乙烯均聚物(具有约5的MFI)与10重量%{聚苯乙烯(19重量%)/异戊二烯/丁烯}嵌段共聚物(D1171P,来自科腾聚合物公司(Kraton Polymers))的共混物	14.9

[0066] 实施例5-聚苯乙烯的发泡

[0067] 被发泡的组合物形成于双螺杆挤出机中,并且在挤出组合物时发生发泡。

[0068] 挤出机为配备有加热水器的30mm双螺杆(ZSK-30)挤出机,该加热器通过熔融区将挤出机壳加热至200℃,之后使壳温度从200℃至180℃,然后从180℃至160℃,从160℃至140℃,然后从140℃至120℃,然后从120℃至110℃逐步下降,并且最终在5/16英寸(0.79cm)直径圆孔处从110℃降至100℃。所用的聚苯乙烯具有6g/10min的熔体流动速率(ASTM D 1238,在200℃和5kg重物下),并且以商品名Styrosolution<sup>®</sup> 1600购自诺瓦化学公司(Nova Chemicals)。发泡剂在下文进行描述,并且进料到挤出机内熔融聚苯乙烯的区中。进料的速率对应于挤出机内期望的组合物,即15重量%的发泡剂。嵌段共聚物是上述共聚物2,并且作为与聚苯乙烯的混合物进料到挤出机中。嵌段共聚物的量为基于挤出机内组合物的总重量(包括发泡剂的重量)计10重量%。混合物中包含基于挤出机内组合物(包含发泡剂)的总重量计0.5重量%的滑石,作为泡沫的成核剂。挤出机内挤出孔处的压力为1355psia(9.3MPa)。在组合物离开挤出机孔时,在组合物从挤出机内的压力释放时发生组合物发泡。获得具有6.51lb/ft<sup>3</sup>(195kg/m<sup>3</sup>)的密度的光滑发泡挤出物。

[0069] 挤出发泡的结果如下:当嵌段共聚物存在于可发泡组合物中时,在发泡剂为Z-异构体时获得光滑的发泡挤出物。当发泡剂为70:30重量的E-异构体/反式-1,2-二氯-乙烯混合物时情况也如此。发泡挤出物的光滑度指示由可发泡组合物中存在的嵌段共聚物提供的改善的发泡剂溶解度。相比之下,当嵌段共聚物不添加到(存在于)可发泡组合物中时,挤出的发泡挤出物的表面是粗糙的。当用嵌段共聚物1和3取代共聚物2时,获得类似的结果。