[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl[6]
C08F255/02
C08F 8/46 C08L 51/06
C08L 23/10 C08L 77/06
//(C08F255/02,222:06)

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95195808.9

[43]公开日 1997年10月8日

[11]公开号 CN 1161702A

[22]申请日 95.8.18

[30]优先权

[32]94.8.25 [33]US[31]08/296,208

[86]国际申请 PCT/US95/10528 95.8.18

[87]国际公布 WO96/06120 英 96.2.29

[85]进入国家阶段日期 97.4.22

[71]申请人 伊斯曼化学公司

地址 美国田纳西州

[72]发明人 T·D·罗伯特

S·W·科

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邰 红 张元忠

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 低色度高酸值高分子马来化聚丙烯

[57]摘要

本发明描述了一种制备高酸值高分子量低色度的新型马来化聚丙烯的全新高效的连续法，包括聚丙烯，马来酐，自由基引发剂三者间的特殊比率。新型马来化聚丙烯的酸值大于4.5，黄度指数不高于76，数均分子量至少20，000。该方法包括在反应器的一端连续生成融熔聚丙烯和融熔马来酐的紧密混合物，连续引入自由基引发剂，及从反应器的另一端连续移走高酸值高分子量低色度马来化聚丙烯。

权　利　要　求　书

1.一种物质组合物，包括一种马来化聚丙烯，其酸值高于4.5，黄度指数不超过76，数均分子量至少为20,000。

2.根据权利要求1的组合物，其中酸值为9-60，黄度指数低于60。

3.根据权利要求1的组合物，其中黄度指数低于40；数均分子量为20,000-100,000；马来化聚丙烯包括少于2%重量百分比的共聚单体。

4.一种组合物，包括10-90%重量百分比的尼龙，10-90%重量百分比的聚丙烯和0.1- 10%重量百分比的权利要求1中的组合物的共混物。

5.一种制备高酸值高分子量低色度马来化聚丙烯的方法，包括；

(a)在反应器的一端连续生成融熔聚丙烯和融熔马来酐的紧密混合物，

(b)向融熔的聚丙烯和马来酐紧密混合物连续引入自由基引发剂制备马来化聚丙烯，和

(c)从反应器的另一端连续移走马来化聚丙烯产物，

其中，聚丙烯与马来酐的重量比为10-200，聚丙烯与自由基引发剂的摩尔比为200- 4,000，马来酐与自由基引发剂的摩尔比为1-70。

6.根据权利要求5的方法，其中聚丙烯与马来酐的重量比为25-60，聚丙烯与自由基引发剂的摩尔比为270- 2,100，马来酐与自由基引发剂的摩尔比为3.5-15。

7.根据权利要求5的方法，其中步骤(a)中聚丙烯的熔体流率在230℃下为0.1-50。

8.根据权利要求5的方法，其中反应器为螺杆挤出机，反应以高于35%的马来酐结合到聚丙烯的效率进行。

9.根据权利要求5的方法，其中自由基引发剂为180℃下半衰期大于3秒的过氧化物，包括二叔丁基过氧化物，叔丁基过氧化氢，氢过氧化枯烯，萜烷过氧化物，萜烷过氧化氢，2，5-二甲基-2,5-双-(过氧化叔丁基)己烷。

10.根据权利要求5的方法，其中步骤(b)进行的温度为190-205℃。

说　明　书

低色度高酸值高分子量马来化聚丙烯

发明领域

本发明涉及更高酸值更高分子量更低色度的新型马来化聚丙烯。同时，本发明也涉及新型的聚丙烯马来化方法，该方法利用低流率的聚丙烯，包括聚丙烯，马来酐和自由基引发剂的确定比例。

发明背景

在聚烯上接枝单体已众所周知(参见M.P.Stevens所著‘Polymer Chemistry’，(Addison-Wesley)，1975，pp.196-202)。马来化是一种马来酐接枝到聚合物主链的接枝形式。聚烯马来化至少可分为三类：聚乙烯马来化，聚丙烯马来化，丙烯和乙烯或其它单体共聚物的马来化。

由于交联的原因，除非进行特殊的处理，聚丙烯马来化制备高分子量的产物将导致熔体指数的显著下降(例如参见“Journal of Applied Polymer Science”，44，1941，N.G.Gaylord 等人(1992)；和美国专利4，026，967；4,028,436；4,031,062；4,071,494；4,218,263；4,315,863；4,347,341；4,358,564；4,376,855；4,506,056；4,632,962；4,780,228；4,987,190；和5,021,510)。相反，由于马来化过程中的裂解作用聚丙烯马来化制备低分子量产物将导致流率急剧上升(例如参见美国专利3,414, 551；3,480,580；3,481,910；3,642,722；3,862,265；3,932,368；4,003,874；4,548,993；和4,613,679)。文献中有些参考文献忽略了聚乙烯与聚丙烯马来化间的区别，并将分别仅对聚乙烯或聚丙烯有利的条件作为聚烯马来化的条件，对聚烯马来化进行权利要求。一般说来，由于二者马来化化学过程性质的不同，聚丙烯马来化的条件对于聚乙烯并不理想：聚丙烯裂解为低分子量而聚乙烯交联成高分子量产物。美国专利4,404,312中即可看出。丙烯和乙烯或其它单体的共聚物马来化遵循其主要组分的模式。

聚丙烯马来化也可进一步细分为批处理或连续处理两种方法。批处理方法中，所有反应物及产物在整个分批制备期间均处于反应体系。由于

成本较高，批处理马来化方法一般不适于商业领域。因存在启动和提纯成本，批处理方法本来就更昂贵一些。

在前文献中报导的马来化聚丙烯(maleated polypropylene's)，根据溶剂是否引入可分为两种产品类型，或者根据溶剂引入到反应过程还是引入到马来化产品的处理过程也可分为两种类型。在美国专利3,414,551; 4,506,056; 和5,001,197中,产品的处理包括马来化聚丙烯溶解于一溶剂后沉淀，或用一溶剂洗涤。这样处理可除去可溶组分并改变表观分子量和酸值。使用挤出机的方法制备产品，其中溶剂可溶组分得以保留。另外，挤出机方法通常能与该方法后继阶段除去易挥发低分子量组分的真空系统结合。这样，不同于从溶剂方法制得的产品或在产品处理中使用溶剂制得的产品，挤出机制得的产品必然包含不同的组分。

聚烯马来化作用的另一分类方法与反应过程的状态有关。溶剂方法，或加入溶剂来溶胀聚丙烯的方法(参见美国专利4,370,450)与融熔聚烯烃(无溶剂) 的方法相比通常在较低的温度下进行。这些方法仅引起聚丙烯表面的马来化，而表层下大部分聚丙烯则没有进行马来化。使用熔融聚丙烯引起全部聚丙烯的无规马来化。如必须进行溶剂的回收/纯化，溶剂方法也较为昂贵。如马来化过程中必然产生易挥发副产品，溶剂的纯化就更为昂贵。如果用水作"溶剂"，聚丙烯不溶于水，反应一定仅在聚丙烯固体表面进行，而且在水溶液方法中，马来酐与水生成马来酸。显然，这两种方法中含水的方法有别于无水的方法。由于融熔法的结束步不存在溶剂的纯化或再利用，因此融熔法从环境角度来说更为清洁，同时也较为经济。

目前，商用低流率(高分子量)聚丙烯马来化连续法，比如在挤出机中，制得的产品酸值远低于4。这些产品可用于粘合剂，密封材料，涂料和聚合物掺混物中的连接剂与相容剂。然而，由于酸值较低，这些马来化聚丙烯的粘合性和连接特性受到限制。如前所述，连续法制备高酸值聚丙烯的尝试结果，制得高色度而分子量低得多的产品，马来酐的转化效率为20-30%或更低(参见例如美国专利5,001,197)。连续法制备高酸值聚乙烯的尝试结果，引起交联，高色度和凝胶(参见例如美国专利4,612,155; 4,639,495; 4,751,270; 4,762,890; 4,857,600; 和4,927,888)。专利文献确已描述了高流率(低分子量) 聚丙烯蜡连续马来化制得高酸

值产品的方法。然而由于马来化过程中的裂解作用，前述文献制得的马来化蜡的分子量仍然低于起始原料。

据上所述，连续法中，马来化流率较低的聚丙烯制备较已有产品分子量更高酸值更高，色度更低的产品甚为必要。同时也需要聚丙烯以更高的效率进行马来化。

发明概述

本发明的组合物包括一种马来化的聚丙烯，该组合物的酸值大于 4.5， 黄度指数不高于76，数均分子量至少20,000。

制备高酸值高分子量低色度马来化聚丙烯的方法包括在反应器的一端连续生成融熔聚丙烯和融熔马来酐的紧密混合物，向融熔的聚丙烯和马来酐紧密混合物连续引入自由基引发剂，从反应器的另一端连续移走高酸值高分子量低色度马来化聚丙烯，其中，聚丙烯与马来酐的重量比为10-200，聚丙烯与自由基引发剂的摩尔比为200-4,000，马来酐与过氧化物的摩尔比1-70，其中在230℃下，融熔聚丙烯较为合适的熔体流率为0.1-50。

发明详述

申请人意外发现一种马来化低流率聚丙烯的新型连续法。由此方法制备的组合物，新颖性在于其较在前已知产品色度低，酸值高，分子量大。另外，本方法的独特性还在于马来酐的利用率远高于预期值。

按此发明，组合物酸值高于4.5(测定酸值的方法在实施例中给予说明)。本发明的马来化聚丙烯组合物的酸值优选高于5，更优选6－70，而酸值介于9和60之间最优选。通常马来化聚丙烯产物的酸值越高，对极性底物的粘性就越高，也就越有利于与用于粘合剂和密封材料的原材料的结合。另外，在较高的酸值下，马来化聚丙烯用于不相似原料的共混物中时，可用来作为相容剂或连接剂，该共混物包括象尼龙聚丙烯共混物之类的聚合物共混物。故酸值越高，达到这些目的所需的马来化聚丙烯越少。然而，实际上酸值高于70时已难以较经济地制得。因此，马来化聚丙烯合适的酸值上限一般不超过70。

本发明组合物的黄度指数应不高于76或75，黄度指数的分析在实施例中给予说明。 黄度指数低于75，最终可得颜色令人满意的马来化聚丙烯，当其与其它原料混合时才不至于给终产物带来更多的不需要的泛黄或浅棕色。这样，黄度指数低于75较为理想。按此发明，马来化聚丙烯组合物黄度指数优选低于65或60，更优选低于50，而黄度指数低于40最为优选。

本发明组合物的数均分子量至少20，000。只要有可能，数均分子量越高越好。较高数均分子量的马来化聚丙烯较为耐久也更具柔性，这是许多应用所要求的。因此，马来化聚丙烯的数均分子量最好高于25，000，甚至高于30,000。然而，由于发生在融熔聚丙烯马来化过程中的裂解作用，马来化聚丙烯的数均分子量一般低于100,000。因此，优选的马来化聚丙烯的数均分子量一般介于25,000和80,000之间，而数均分子量介于30,000和70,000 之间最为优选。

本发明的组合物由聚丙烯制成，聚丙烯应包含少于20%重量百分比的共聚单体，优选的聚丙烯为包含少于5%重量百分比共聚单体的均聚丙烯，更优选共聚单体百分比低于2%。 共聚单体的重量百分比高于20%时有时甚至高于5%时马来化聚丙烯的结晶度会显著下降，并且，如果以乙烯作为共聚单体还可能会发生交联。

本发明的组合物可作为相容剂与许多其它原料混合，比如与尼龙和聚丙烯共混。此类共混物优选含有10-90%重量百分比的尼龙，10-90%重量百分比的聚丙烯和0.1-10%重量百分比的马来化聚丙烯，更优选的重量百分比为：尼龙25-75%，聚丙烯25-75%，马来化聚丙烯 0. 1-10%。

另外，本发明的组合物填充多种组分，例如，木粉，玻璃纤维，滑石及云母。使用这些填充组分原材料可降低最终成本。

按此发明生产高酸值高分子量低色度马来化聚丙烯的方法包括

(a)在反应器的一端连续生成融熔聚丙烯和融熔马来酐的紧密混合物，其中 在230℃下，聚丙烯优选的熔体流率为0.1-50，

(b)向融熔的聚丙烯和马来酐紧密混合物连续引入自由基引发剂制备马来化聚丙烯，和

(c)从反应器的另一端连续移走马来化聚丙烯产物，

其中，聚丙烯与马来酐的重量比为10-200，聚丙烯与自由基引发剂的摩尔比为200- 4,000，马来酐与自由基引发剂的摩尔比为1-70。

本发明的方法优选对230℃下熔体流率为0.1-50的聚丙烯的马来化。从实际考虑，熔体流率低于0.1的聚丙烯难以制备且为了得以运行需要双螺杆挤出机的有效转矩。反之，由230 ℃下熔体流率高于50的聚丙烯制备马来化聚丙烯，其分子量低于按此发明一般说来有用的产品 。按此发明，230℃下用来制备马来化聚丙烯的聚丙烯的熔体流率更优选0.1 -40，230℃下最优选的流率为0.1-20。

本发明的方法通过使用一种自由基引发剂来引发马来酐向融熔聚丙烯的接枝过程。任一自由基源体均可用于本发明的方法中。然而，由于来源及成本上的优越性，通常过氧化物尤受青睐。短半衰期即180℃下短于3秒的过氧化物一般不用，因为一旦如此，将需要大量的过氧化物，从而制得成本高色质差的马来化聚丙烯。 优选的过氧化物为烷基过氧化物，二烷基过氧化物更优选。 用于本发明方法的合适的过氧化物包括二叔丁基过氧化物，叔丁基过氧化氢，氢过氧化枯烯，萜烷过氧化物，萜烷过氧化氢和2,5-二甲基-2,5-双-(t-叔丁基过氧)己烷，其中二叔丁基过氧化物及2，5-双-(t-叔丁基过氧)己烷最为优选。

本发明的方法是按连续法进行的。任一连续的过程均可应用于本发明的实施。然而，应优选附有大功率搅拌构件的搅拌釜反应器或螺杆挤出机，由于操作容易，制造工序易于接受，螺杆挤出机更为优选，双螺杆挤出机基于其使用容易及其高效率的混合作用最为优选。从反应区内聚丙烯要在较短的停留时间进行连续的马来化考虑，螺杆挤出机也较合适。本发明的方法中使用螺杆挤出机在色质改进及分子量提高上发挥作用部分归因于聚丙烯较少的裂解。

本发明的方法中，聚丙烯与马来酐的重量比优选10 -200，更优选15-120，甚至更优选20-100，最优选 25－60。聚丙烯/马来酐比率的数值低于10，马来酐过量，反应效率显著下降。相反，比率高于200，最终马来化聚丙烯中马来化的量明显偏低。这样的比率必然需要延长停留时间或者进行低酸值马来化聚丙烯的的再循环。

连续反应器中聚丙烯的停留时间取决于聚丙烯的泵唧速度和反应器的体积。该时间一般比自由基引发剂半衰期的三倍还长，为的是不必为了获得聚丙烯的充分马来化而再次通过反应器。搅拌釜反应器的停留时间在5分钟到1小时间变化，更优选10-30分钟。螺杆挤出机中，转速为50-400RPMs时，对于单螺杆此时间一般在1-3分钟间变化，而对于双螺杆

此时间应介于0.45-2.5分钟之间。使用双螺杆时停留时间在 150-300RPMs下更优选1-2分钟。正如实施例所示，在某一组反应剂的量中(在本发明要求的反应剂正常比率之内)制得低于要求酸值的聚丙烯。在此例中可以通过减小螺杆挤出机的 RPM或增加停留时间以提高酸值到要求的酸值范围之内。

按此发明，聚丙烯马来化过程中使用的聚丙烯与自由基引发剂的摩尔比优选200-4,000，更优选210-3,500，而聚丙烯与自由基引发剂的摩尔比为270-2,100 最为优选。摩尔比低于200，大量自由基引发剂的存在引起聚丙烯的额外裂解从而导致低分子量聚丙烯的形成。如果摩尔比高于4,000，自由基引发剂的量如此之少以致于无法进行有效的马来化。

本发明方法中，马来酐与自由基引发剂的摩尔比优选1-70之间，更优选2-60，甚至更优选3-50，马来酐与自由基引发剂摩尔比为3.5-15最为优选。如摩尔比低于1，自由基引发剂的量远远高于聚丙烯进行马来化所需要的量，裂解作用就会增强，而马来化聚丙烯的酸值并未明显增加。如果马来酐与自由基引发剂的摩尔比高于70，马来酐接枝到聚丙烯的效率显著下降，最终产品的色质也很低劣。

此方法所用的马来酐可以是任何商业级别的马来酐。优选马来酐的含量为95-100%，其中必须通过真空系统来处理的易挥发副产品较少。基于相同的原因，纯度高于99%的融熔马来酐最为优选，其中更少的易挥发组分需要通过真空系统来处理。

本发明的方法一般在高于聚丙烯熔点的温度下进行。该温度优选160-220℃之间，更优选180-210℃，190-205℃之间最为优选。温度低于160℃太多，融熔聚丙烯的粘度太大以至于不能有效地通过螺杆挤出机；而在高于220℃太多的温度下，融熔聚丙烯的裂解急剧增加，分子量也急剧减小。

本发明的方法一般在步骤（C）或步骤（C）之后通过使用真空系统来除去马来化聚丙烯产品中的挥发性组分。

本发明的方法效率较高，反应过程中马来酐以高百分比接枝到聚丙烯上，因而接枝有马来酐的马来化聚丙烯的产率可优选地高于35%，马来酐结合到聚丙烯上的效率高达或接近100%。虽然此产率一般超过40%并可达93%，但更优选至少49%。产率低于35%时，马来酐回收率增加，聚

丙烯上的单位马来化成本也同时提高。然而产率在85%或低于85% 一般来说是可以接受的。

下面的实施例旨在说明本发明，而不应被解释为对本发明可能范围的限制。

实施例

表1所示酸值数据是在一小时的生产过程中以15分钟为间隔所取的至少四个数据的平均值。酸值定义为中和一克样品所需的氢氧化钾的毫克数。将称过重量的样品溶于回流的二甲苯中，以酚酞为指示剂，用甲醇化的氢氧化钾滴定即可得酸值。当指示剂的粉红色可保持十秒时便得滴定终点。

按照ASTM推荐的CIE 1931系统中对于颜色描述和分光光度测定的Practice E 308，颜色用黄度指数来度量。

效率，即表1所示的"马来酐(MA)反应百分数"，是基于整合入产品的马来酐进料的百分比来计算的。(效率或"马来酐反应百分数"是这样定义的：接枝到聚合物的马来酐重量除以泵入挤出机的马来酐重量，然后乘以100)。

通过萃取和水解的方法发现，残留在样品中未反应的马来酐的量可以忽略。 一克样品与10毫升二氯甲烷和10毫升水在高压器皿中于125℃下共热1小时，然后冷却至室温。取1毫升上部水层清液用水稀释到10毫升，在208纳米做紫外吸收分析，根据以吸光度对已知样品马来酐百分含量所作的标准图，可以方便地确定游离马来酐的百分含量或以重量百分比表示的未反应马来酐的量，其值在0.1-0.4%wt之间变动。

140℃下，利用带有三根Waters HT柱(10,000； 100,000； 1,000,000埃)的Waters 150℃凝胶渗透色谱，可测得分子量。校准标准物是聚丙烯(重均分子量=108,000； 数均分子量=32,500)。140℃下，样品溶于邻二氯苯。

为了计算聚丙烯的摩尔数从而获得聚丙烯/过氧化物(摩尔/摩尔)之比，聚丙烯的重量须除以42，即丙烯的分子量。

实施例1

以每小时272kg的速度，向90mm双螺杆挤出机进料斗入口管投入Eastman Chemical Company 生产的熔体流率为1.2的聚丙烯丸TENITE

P4-026，该挤出机包括13 个相同的串联桶，所有桶温均为200℃，转速150rpm。90℃融熔的马来酐以每小时10.9kg 的速度泵入靠近进料斗入口管的1号桶的第1端口。向2号桶上的第2端口以每小时1.1kg的速度泵入Elf Atochem生产的LUPERSOL 101[2,5-二甲基-2,5-双-(过氧化叔丁基)己烷]。30 英寸汞柱(760mm)的真空加到位于8号桶和10号桶上的第8和第10端口。浅黄色产品以融熔丝状物的形式从13号桶压出，水下固化后切割成丸。产品的分析结果如下：酸值=8.7； 数均分子量(Mn)=48,000； 重均分子量(Mw)=119,000； 黄度指数=51； 马来酐利用率=37%(37%产率)。

实施例2

此例除RPM变为292外，基本上在与实施例1相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下： 酸值=10.1； Mn=43,000； Mw=105.000； 黄度指数=49； 马来酐利用率=43%(43%产率)。

实施例3

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时2.4kg外，基本上在与实施例2相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=16.4； Mn=30,000； Mw=72,000； 黄度指数= 48； 马来酐利用率=70%(70%产率)

实施例4

此例除RPM变为150外，基本上在与实施例3相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下： 酸值=14.6； Mn=31,000； Mw=87,000； 黄度指数=56； 马来酐利用率=62%（62%产率）。

实施例5

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时0.5kg，马来酐的量变为每小时4.5kg外，基本上在与实施例4 相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=5.9； Mn=47,000； Mw=118,000； 黄度指数= 25； 马来酐利用率=60%(60%产率)。

实施例6

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时1.1kg外，基本上在与实施例5相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=9.1； Mn=36,000； Mw=89,000； 黄度指数=24； 马来酐利用率=93%(93%产率)。

实施例7

此例除RPM变为292外，基本上在与实施例6相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=4.8；Mn=51,000；Mw=130,000；黄度指数=33；马来酐利用率=49%(49% 产率)。

实施例8

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时0.5kg外，基本上在与实施例7相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=3.0；Mn=57,000；Mw=148,000；黄度指数= 32；马来酐利用率=31%(31%产率)。

实施例9

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时0.3kg外，基本上在与实施例8相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=1.8；Mn=65,000；Mw=165,000；黄度指数= 33；马来酐利用率=18%(18%产率)。

实施例10

此例除RPM变为150外，基本上在与实施例9相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=3.5；Mn=58,000；Mw=145,000；黄度指数=23；马来酐利用率=36%(36% 产率)。

实施例11

此例除马来酐变为每小时10.9kg外，基本上在与实施例10相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=5.5；Mn=64,000；Mw=168,000；黄度指数=36；马来酐利用率=23%(23%产率)。

实施例12

此例除RPM变为292外，基本上在与实施例11相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=3.6；Mn=60,000；Mw=150,000；黄度指数=47；马来酐利用率=15%(15%产率)。

实施例13

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时0.5kg外，基本上在与实施例12相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=6.0；Mn=63,000；Mw=135,000；黄度指数= 44；马来酐利用率=26%(26%产率)。

实施例14

此例除RPM变为200，马来酐变为16.3外，基本上在与实施例1相同的条件下进行。 所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下： 酸值=5.4; Mn=60,000; Mw=143,000; 黄度指数=64; 马来酐利用率=15%(15%产率)。

实施例15

此例除RPM变为292外，基本上在与实施例14相同的条件下进行。 所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下： 酸值=4.2; Mn=71,000; Mw=190,000; 黄度指数=63; 马来酐利用率=12%(12%产率)。

实施例16

此例除马来酐变为每小时21.8kg外，基本上在与实施例15相同的条件下进行。 所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下： 酸值=3.7; Mn=68,000; Mw=192,000; 黄度指数=76; 马来酐利用率=8%(8%产率)。

实施例17

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时4.5kg外，基本上在与实施例16相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=9.0; Mn=67,000; Mw=177,000; 黄度指数= 75; 马来酐利用率=19%(19%产率)。

实施例18

此例除马来酐变为每小时16.3kg外，基本上在与实施例17相同的条件下进行。 所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下： 酸值=12.0; Mn=54,000; Mw=129,000; 黄度指数=70; 马来酐利用率=34%(34%产率)。

实施例19

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时3.4kg外，基本上在与实施例2相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下： 酸值=16.9; Mn=34,000; Mw=82,000; 黄度指数= 50; 马来酐利用率=72%(72%产率)。

实施例20

此例除LUPERSOL 101的量变为每小时0.5kg外，基本上在与实施例15相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=4.0; Mn=62,000; Mw=159,000; 黄度指数= 58; 马来酐利用率=11%(11%产率)。

实施例21

此例除马来酐变为每小时2.3kg外，基本上在与实施例9相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=2.4；Mn=65,000；Mw=152,000；黄度指数=20；马来酐利用率=49%(49%产率)。

实施例22

此例除RPM变为150外，基本上在与实施例21相同的条件下进行。所产生的马来化聚丙烯的分析结果如下：酸值=4.4；Mn=53,000；Mw=124,000；黄度指数=23；马来酐利用率=90%(90%产率)。

以上实施例与三个重要的比率汇总于如下表1中。

表 1

	试剂					产物性质				试剂比		
#	转/分	过氧化物 kg/hr	马来酐 kg/hr	所用马来酐的kg数	所用马来酐的百分数	酸值 #	数均分子k	重均分子k	黄度指数	聚丙烯/马来酐 kg/kg	聚丙烯/过氧化物 mole/mole	马来酐/过氧化物 mole/mole
1	150	1.1	10.9	4.0	37	8.7	48	119	51	25	829	14
2	292	1.1	10.9	4.7	43	10.1	43	105	49	25	829	14
3	292	2.4	10.9	7.6	70	16.4	30	72	48	25	398	7
4	150	2.4	10.9	6.7	62	14.6	31	87	56	25	398	7
5	150	0.5	4.5	2.7	60	5.9	47	118	25	60	2072	15
6	150	1.1	4.5	4.2	93	9.1	36	89	24	60	829	6
7	292	1.1	4.5	2.2	49	4.8	51	130	33	60	829	6
8	292	0.5	4.5	1.4	31	3.0	57	148	32	60	2072	15
9	292	0.3	4.5	0.8	18	1.8	65	165	33	60	3452	25
10	150	0.3	4.5	1.6	36	3.5	58	145	23	60	3452	25
11	150	0.3	10.9	2.5	23	5.5	64	168	36	25	3452	60
12	292	0.3	10.9	1.7	15	3.6	60	150	47	25	3452	60
13	292	0.5	10.9	2.8	26	6.0	63	135	44	25	2072	34
14	200	1.1	16.3	2.5	15	5.4	60	143	64	17	829	22
15	292	1.1	16.3	2.0	12	4.2	71	190	63	17	829	22
16	292	1.1	21.8	1.7	8	3.7	68	192	76	13	829	29
17	292	4.5	21.8	4.2	19	9.0	67	177	75	13	207	7
18	292	4.5	16.3	5.5	34	12.0	54	129	70	17	207	5
19	292	3.4	10.9	7.8	72	16.9	34	82	50	25	276	5
20	292	0.5	16.3	1.9	11	4.0	62	159	58	17	2072	53
21	292	0.3	2.3	1.1	49	2.4	65	152	20	120	3452	13
22	150	0.3	2.3	2.0	90	4.4	53	124	23	120	3452	13