

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02813546.6

[51] Int. Cl.

C08F 255/02 (2006.01)

C08F 255/04 (2006.01)

C08F 8/46 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100491427C

[22] 申请日 2002.5.6 [21] 申请号 02813546.6

[30] 优先权

[32] 2001.5.6 [33] US [31] 60/289,269

[86] 国际申请 PCT/US2002/014320 2002.5.6

[87] 国际公布 WO2002/090403 英 2002.11.14

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.5

[73] 专利权人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 S·M·哈克 R·A·德里斯

P·F·罗梅奥 R·B·赫斯

[56] 参考文献

CN161702A 1997.10.8

US4506056A 1985.3.19

CN1230554A 1999.10.6

审查员 顾笑璐

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 卢新华 段晓玲

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 1 页

[54] 发明名称

马来化聚丙烯和其制备方法

[57] 摘要

公开了有利地生产马来化聚丙烯的方法, 该马来化聚丙烯, 基于存在于接枝反应产品中马来酸酐部分的总量, 具有较高百分数的结合马来酸酐, 以及由此生产的马来化聚丙烯。生产马来化聚丙烯的方法, 其中接枝反应产品中的马来酸酐部分的至少约 60% 被结合到聚丙烯上。

1. 一种组合物，其含有接枝共聚物产品，该接枝共聚物产品通过将马来酸酐以一定的速度引入聚丙烯熔体中，以保持马来酸酐在熔体中的浓度不大于马来酸酐在聚丙烯熔体中的溶解度极限的120%来制备，包含：(i)接枝到衍生自聚丙烯的主链的马来酸酐部分，和(ii)非结合的马来酸酐部分，

其中，所述接枝共聚物产品具有不大于150的SAP，并且在190℃下具有200-2000cps的粘度，并且基于该组合物中结合和非结合的马来酸酐部分的总重量，所述非结合的马来酸酐部分的浓度低于60重量%，并且其中所述非结合的马来酸酐包含未反应的马来酸酐和含有马来酸酐部分的低聚物。

2. 权利要求1的组合物，其中所述接枝共聚物是接枝反应的产物。

3. 权利要求1的组合物，其中所述结合的马来酸酐部分占组合物中存在的结合和非结合的马来酸酐部分的总量的至少70重量%。

4. 权利要求3的组合物，其中所述结合的马来酸酐部分占组合物中存在的结合和非结合的马来酸酐部分的总量的至少75重量%。

5. 权利要求4的组合物，其中所述结合的马来酸酐部分占组合物中存在的结合和非结合的马来酸酐部分的总量的至少80重量%。

6. 权利要求1的组合物，其中所述接枝共聚物产品包含丙烯乙烯共聚物。

7. 权利要求6的组合物，其中所述丙烯乙烯共聚物包含不超过10摩尔%的聚乙烯。

8. 权利要求6的组合物，其中所述丙烯乙烯共聚物包含不超过5摩尔%的聚乙烯。

9. 权利要求6的组合物，其中所述丙烯乙烯共聚物包含0.5摩尔%-3摩尔%的聚乙烯。

10. 一种组合物，其含有接枝共聚物产品，该接枝共聚物产品通过将马来酸酐以一定的速度引入聚丙烯熔体中，以保持马来酸酐在熔体中的浓度不大于马来酸酐在聚丙烯熔体中的溶解度极限的120%来制备，包含：(i)接枝到衍生自聚丙烯的主链的马来酸酐部分，和(ii)非结合的马来酸酐部分，

其中，所述接枝共聚物产品具有不大于80的SAP，并且在190℃下具

有200-2000cps的粘度，并且基于该组合物中结合和非结合的马来酸酐部分的总重量，所述非结合的马来酸酐部分的浓度低于60重量%，并且其中所述非结合的马来酸酐包含未反应的马来酸酐和含有马来酸酐部分的低聚物。

11. 权利要求10的组合物，其中所述接枝共聚物是接枝反应的产物。

12. 权利要求10的组合物，其中所述结合的马来酸酐部分占组合物中存在的结合和非结合的马来酸酐部分的总量的至少70重量%。

13. 权利要求12的组合物，其中所述结合的马来酸酐部分占组合物中存在的结合和非结合的马来酸酐部分的总量的至少75重量%。

14. 权利要求13的组合物，其中所述结合的马来酸酐部分占组合物中存在的结合和非结合的马来酸酐部分的总量的至少80重量%。

15. 权利要求10的组合物，其中所述接枝共聚物产品包含丙烯乙烯共聚物。

16. 权利要求15的组合物，其中所述丙烯乙烯共聚物包含不超过10摩尔%的乙烯。

17. 权利要求15的组合物，其中所述丙烯乙烯共聚物包含不超过5摩尔%的乙烯。

18. 权利要求15的组合物，其中所述丙烯乙烯共聚物包含0.5摩尔%-3摩尔%的乙烯。

19. 一种制备包含马来化聚丙烯的组合物的方法，该方法包括：在熔体反应中，将马来酸酐接枝到聚丙烯，其中将马来酸酐或马来酸以每磅聚丙烯每小时接枝反应小于0.045磅马来酸酐或马来酸的速率加入熔体，从而生产出这样的接枝反应产物，该接枝反应产物具有基于在该接枝反应产物中的结合和非结合的马来酸酐部分的总重量为至少60重量%的结合的马来酸酐；并且其中所述非结合的马来酸酐包括未反应的马来酸酐和含有马来酸酐部分的低聚物。

20. 权利要求19的方法，其中所述接枝共聚物产品包含丙烯乙烯共聚物。

21. 权利要求20的方法，其中所述丙烯乙烯共聚物包含最多10摩尔%的乙烯。

22. 权利要求21的方法，其中所述丙烯乙烯共聚物包含最多5摩尔%的乙烯。

23. 权利要求22的方法,其中所述丙烯乙烯共聚物包含0.5摩尔%-3摩尔%的乙烯。

24. 权利要求19的方法,其中所述接枝步骤的至少75%包括将反应混合物中的未反应的马来酸酐的浓度维持在低于2.5重量%。

25. 权利要求19的方法,其中所述接枝步骤包括将马来酸酐加入所述熔体,以将熔体中的马来酸酐的浓度,在所述加入步骤的至少75%的期间内,维持在低于2.5重量%。

26. 一种制备马来化聚丙烯的方法,该方法包括以下步骤:在包含在至少75%的接枝步骤期间保持在小于2.5重量%浓度的马来酸酐的反应混合物中将马来酸酐与聚丙烯反应,从而制备这样一种反应产物,其中在所述反应产物中,基于该反应产物中结合和非结合的马来酸酐部分的总重量,马来酸酐部分的至少60重量%是结合的马来酸酐,其中所述非结合的马来酸酐包括未反应的马来酸酐和含有马来酸酐部分的低聚物。

27. 权利要求26的方法,其中所述接枝共聚物产品包含丙烯乙烯共聚物。

28. 权利要求27的方法,其中所述丙烯乙烯共聚物包含最多10摩尔%的聚乙烯。

29. 权利要求28的方法,其中所述丙烯乙烯共聚物包含最多5摩尔%的聚乙烯。

30. 权利要求29的方法,其中所述丙烯乙烯共聚物包含0.5摩尔%-3摩尔%的聚乙烯。

马来化聚丙烯和其制备方法

相关申请的交叉参考

本申请涉及和要求 05/06/2001 申请的美国临时专利申请号 60/289,269 的优先权权益,该专利申请被转让给本发明的受让人,此处将其引入作为参考。

技术领域

本发明涉及马来化聚丙烯和用于生产马来化聚丙烯的方法。更具体地,本发明涉及生产马来化聚丙烯的方法,该马来化聚丙烯具有较高百分数的结合马来酸酐部分,以及从这种方法获得的马来化聚丙烯。

背景技术

马来化聚烯烃,尤其是马来化聚丙烯,在本领域中是已知的,并且在各种各样的应用中得到了应用。例如,马来化聚丙烯可用于使聚合物、尤其是聚烯烃与各种极性基质、包括极性聚合物、无机填料等等相容化。这种共聚物用于金属粘合粘合剂组合物也是已知的。

对于将马来酸酐接枝到聚合物主链,有许多类别的技术是已知的。例如,固态马来化在低于聚合物的熔点下进行,并且反应在聚合物的暴露表面上进行。在溶剂基接枝中,基质聚合物被溶解在适当的溶剂中,并且接枝反应在溶液中进行。在熔融接枝中,通过将马来酸酐或者其前体引入聚丙烯聚合物的熔体中而使马来酸酐接枝到聚丙烯主链上,该方法一般地在催化剂存在下进行。

申请人已经发现,迄今一般地用于将马来酸酐接枝到聚合物主链上的条件,以及尤其是一般地在熔融接枝中存在的条件,倾向于导致不理想的小百分数的马来酸酐被结合到聚合物主链上。更具体地,申请人已经发现,现有技术方法,如公开于例如美国专利号 3,642,722-Knowles 等和 4,506,056-Gaylord 中的方法,该文献分别此处引入作为参考,生产的马来化聚丙烯产品中,接枝反应产品中马来酸酐的少于约 50% 被结合到聚丙烯主链上。申请人认为,存在于现有技术的接枝反应产品中的其余的马来酸酐是未反应的和/或低聚的马来酸酐,正如本文的共同发明人之一 Scott M. Hacker 的论文/著作 "Not All Maleated Polyolefins Are Created Equal" 中所指出的,其在此作为附件附

上。

申请人已经认识到，现有技术不仅具有上述缺点，而且这些缺点还导致在某些应用中性能较差的产品。更具体地，申请人已经注意到，马来化聚丙烯的一个重要的用途是作为相容剂，特别用于极性基质，纤维和填料。申请人理解，当结合的马来酸酐水平提高时，产品的相容化性能提高。结合的马来酸酐对马来化聚丙烯的希望的性能有利，而产品中存在的未反应的和低聚的马来酸酐倾向于抑制这种性能。事实上，保留在马来化聚丙烯产品中的非结合的马来酸酐化合物倾向于起净化剂的作用，并且抑制马来化聚丙烯的相容化性能。

发明内容

本发明涉及有利地生产马来化聚丙烯的方法，该马来化聚丙烯，基于存在于接枝反应产品中马来酸酐部分的总量，具有较高百分数的结合马来酸酐，以及由此生产的马来化聚丙烯。本发明方法克服了现有技术的缺点，便于生产马来化聚丙烯，其中接枝反应产品中的至少约60%和优选至少约75%的马来酸酐部分被结合到聚丙烯上。在此除非另外指出，所有百分数均指重量百分数。

该改进的方法的特征在于，审慎地挑选使用的反应物的类型和性质，并且在能有效地将至少约55%和甚至更优选至少约60%的马来酸酐接枝到聚合物主链上的时间、温度和压力条件下，将马来酸酐加入到选择的聚丙烯中，和优选聚丙烯熔体中，所述百分数基于接枝反应产品中存在的全部马来酸酐部分，包括其前体。

在此使用的名词“接枝反应产品”指在接枝反应被认为基本上完成之后、但在任何随后的纯化步骤之前的马来化聚丙烯，连同任何未反应的组分、副产品和杂质。在此使用的名词“聚丙烯”指和包括聚丙烯的均聚物和聚丙烯共聚物的所有形式，和尤其是聚丙烯-聚乙烯共聚物，条件是基于摩尔百分数，聚合物的至少约大部分是聚丙烯部分的形式。在此使用的名词共聚物指和包括三元共聚物等等。优选，本发明的聚烯烃反应物是聚丙烯均聚物或者丙烯和乙烯的共聚物，其中乙烯的重量浓度为少于约10%和更优选少于约5%。在此使用的名词“马来化聚丙烯”通常指通过将马来酸酐，优选通过共价键，接枝到聚丙烯的聚合物主链形成的反应产物。因此，如本领域中已知的，这种工业应用中的接枝反应产品通常不仅包含马来化聚丙烯，而且还包含非结

合的马来酸酐和低聚的马来酸酐。在此使用的名词“结合的马来酸酐”通常指的是按照本发明被接枝到聚丙烯主链的衍生自马来酸酐的部分。“非结合的马来酸酐”通常指的是存在于接枝反应产品中的未反应的马来酸酐或者低聚的酸酐。在反应在熔体中进行的实施方案中，接枝反应产品通常在接枝反应步骤结束时是熔体。

在某些优选的实施方案中，马来酸酐以一定的速度引入聚丙烯中，和优选地聚丙烯熔体中，以保持马来酸酐在反应混合物中(例如在熔体中)的浓度不大于约120%和甚至更优选不大于100%的马来酸酐在反应条件下在聚丙烯中的溶解度极限。

申请人已经出人意料地和非直觉地发现，当混合物中的未反应的马来酸酐的量保持在相对低水平时，在反应混合物中将马来酸酐接枝到聚丙烯能够生产这样的反应产物共聚物，其或者包含很高水平的结合马来酸酐和/或包含相对低水平的低聚的马来酸酐。

对于其中反应物包括聚丙烯-聚乙烯共聚物的实施方案，申请人也已经出人意料地发现，在接枝反应中被结合的马来酸酐的量通常与共聚物中聚乙烯的量有关。更特别地，通常优选共聚物包含最高约10摩尔%聚乙烯、更优选最高约5摩尔%的聚乙烯和甚至更优选约0.5摩尔%到约3摩尔%聚乙烯。申请人已经发现，在此描述的聚乙烯水平有助于生产所要求保护的高水平的结合马来酸酐，而不不利地影响反应产物的相容化性能。

本发明因此提供改进的接枝马来酸酐/聚丙烯共聚物产品，其包含聚丙烯主链、结合的马来酸酐和约0%到约40%的非结合的马来酸酐，其中至少约60wt%的所述马来酸酐部分、更优选至少约65wt%的所述马来酸酐部分和甚至更优选地至少约70%的所述部分是结合的马来酸酐，基于反应产物中的全部马来酸酐部分。在尤其优选的实施方案中，至少约75%的所述部分是结合的马来酸酐，基于反应产物中的全部马来酸酐部分。

优选实施方案的详细说明

本发明一方面涉及用于生产马来化聚丙烯的方法，其包括使马来酸酐或者其前体与聚丙烯在反应混合物中反应。可以考虑到，可以将各种特定的工艺和单元参数用于该反应步骤，并且可以按照本发明使用用于将马来酸酐和聚丙烯在反应混合物中混合和反应的各种各样已知

的方法和步骤。例如，考虑到，本发明的方法可以包括一个或多个本领域已知的类型的反应步骤，包括：熔体接枝、固态接枝、溶液接枝等等。然而，本发明优选通过熔体接枝进行。

本发明的步骤可以连续地、间歇地或者以两者相结合的方式实施。本领域普通技术人员根据此处的描述能够将本发明用于任何运行方式，而不需要过多的试验。

在本发明的反应步骤中结合的马来酸酐的量可以受到很多反应参数的影响，包括如上所述的聚丙烯的性质，并且申请人认为高度有利的是按照本发明控制一个或多个有关的参数，以获得高水平的结合马来酸酐和/或低水平的未反应的和低聚的马来酸酐。通常，本发明的接枝反应步骤可以在任何特定的接枝反应条件的组合下进行，条件是聚丙烯与马来酸酐的反应相对于马来酸酐与其本身或者与反应混合物中其它组分如马来酸酐低聚物的反应更有利。

用于获得其中聚丙烯/马来酸酐接枝反应是高度有利的的一种优选的机理是使反应混合物中未反应的马来酸酐的浓度保持在与现有技术方法中使用的水平相比相对低的水平下。尽管申请人不希望受任何操作理论的束缚，据信在本方法的优选产品中获得了出人意料地较高百分数的结合马来酸酐，至少部分地是因为马来酸酐在聚丙烯中、尤其是在聚丙烯聚合物熔体中具有有限的溶解度。因此，使用低浓度的马来酸酐在反应混合物中在马来酸酐或者其前体和聚丙烯之间导致较少的相分离。因此，使用实质上不大于聚合物的溶解度极限的马来酸酐浓度具有两个明显的有益结果。首先，其导致很高百分数的马来酸酐存在于与聚合物分子相同的相中并且与聚合物分子密切接触，其对于酸酐/高聚物反应是有利的。第二，本发明使暴露于有利于酸酐/酸酐反应的条件下的未反应的马来酸酐的量最小化，在与聚合物相分离的相中存在的马来酸酐将发生所述酸酐/酸酐反应。因此，较低的相分离使得能够结合较高百分数的引入聚合物熔体的马来酸酐。此外，在本发明优选的实施方案中，据信最初形成的、轻微地马来化的产品有助于溶解任何随后引入的附加的马来酸酐反应物。

按照某些优选的实施方案，尤其是涉及生产具有在190C下约200cps到在190C下约2000cps的粘度的接枝聚丙烯共聚物的实施方案，本发明方法包括在以下的条件下使马来酸酐与聚丙烯反应，该条

件能有效地使反应混合物中未反应的马来酸酐的浓度，在接枝步骤的主要部分期间，优选地在至少约75%的接枝步骤期间，保持在小于约2.5%、更优选小于约2%和甚至更优选小于约1%。在某些实施方案中，该接枝反应步骤包括在以下条件下将马来酸酐加入包含聚丙烯和优选地聚丙烯熔体的反应混合物中，该条件能有效地使反应混合物中的马来酸酐的浓度，在加入步骤的主要部分期间和优选地在加入步骤的至少约75%期间，保持在小于约2.5、更优选小于约2%和甚至更优选小于约1%重量百分数。

此处使用的关于反应步骤和加入步骤的名词“主要部分”是指接枝反应的任何部分，在该部分中形成总共至少50%的马来酸酐-聚丙烯键。

对于其中反应是间歇反应的特定的实施方案，优选马来酸酐以小于约0.045磅马来酸酐或者其前体(“MA”)每磅聚丙烯(“PP”)每小时的接枝反应条件(MA/PP/hr)和甚至更优选地小于约0.040MA/PP/hr的速度加入反应混合物。

此外，申请人已经发现，用于马来化方法的聚丙烯的分子量，以及一般地用最终产品的皂化值表征的马来化聚丙烯的马来酸酐含量，影响最终产品中的结合马来酸酐的百分数。此处使用的名词皂化值(“SAP”)指存在的可皂化物的量的测量，所述可皂化物包括马来化聚丙烯中的结合的单一单元马来酸酐、结合的低聚马来酸酐、未反应的马来酸酐、非结合的低聚马来酸酐及其他可水解的部分。SAP通常以水解一克样品需要的氢氧化钾的毫克数计算(mgKOH/g)。图1是结合马来酸酐的百分数对低分子量聚丙烯和高分子量聚丙烯的SAP绘制的图形。如图1说明的，通常结合马来酸酐的百分数随着SAP增加而降低。此外，当聚丙烯的分子量提高时，结合百分数降低。据信按照本发明控制这类变量能生产具有高的结合马来酸酐百分数的有用的马来化聚丙烯。更特别地，优选选择聚丙烯反应物的分子量和反应物的SAP以获得本发明的结合马来酸酐。对于使用高分子量聚丙烯的实施方案，正如该名词被本领域技术人员所使用的，优选该高分子量聚丙烯具有的SAP不大于约70、更优选不大于约75和甚至更优选不大于80。对于使用低分子量聚丙烯的实施方案，正如该名词被本领域技术人员所使用的，优选该低分子量聚丙烯具有的SAP不大于约100、更优选不大于约

120和甚至更优选地不大于150。

任何商品级马来酸酐或者其前体例如马来酸(在许多通常使用的接枝反应条件下其被转化成马来酸酐)均适合用于在本发明。适合的马来酸酐的例子包括市售可得的那些,例如来自Monsanto Company(St. Louis, MO)的马来酸酐和来自Huntsman Petrochemical Corporation(Chesterfield, MO)的Manbri马来酸酐。

适用于本发明的聚丙烯包括市售可得的那些聚丙烯,例如以商品名ACX1089得自Honeywell(Morristown, NJ)。

本发明方法可使用任何适合量的马来酸酐和聚丙烯。在某些优选的实施方案中,该方法中使用的聚丙烯与马来酸酐的重量比为约5:1到约40:1。更优选该重量比为约5:1到约25:1和甚至更优选为约10:1到约20:1。

在本发明的某些优选的实施方案中,该反应步骤进一步包括马来酸酐与聚丙烯在催化剂存在下反应。本发明可使用各类催化剂的任何一种。适合的催化剂包括例如本领域已知的自由基形成剂,例如二烷基过氧化物、叔丁基氢过氧化物、氢过氧化枯烯、对蒴烷过氧化物、对蒴烷氢过氧化物或者axo化合物例如偶氮双(异丁腈),或者辐照源。优选的自由基源是过氧化物,叔丁基过氧化物是更优选的。由于可得性和能获得适合的好的结果,最优选的过氧化物是叔丁基过氧化物(二叔丁基过氧化物)。这些化合物是市售可得的,例如来自Elf Atochem的Lupersol 101或者二叔丁基过氧化物和来自Akzo Nobel Chemicals Inc.的Trigonox B。

使用的过氧化物或者自由基试剂的量通常是非常低的,基于起始材料为约0.01到约5wt%左右,优选约0.1到约3wt%,最优选约0.75到约1.25wt%。对于好的性能,大大高于5wt%的量是不需要的,而低于约0.01wt%的量使得反应太慢而且不完全。

如多羧酸化合物进料,高度优选的是将自由基引发剂慢慢地加入反应物质。自由基引发剂加入到反应中的速度优选为起始材料的约0.01到约3wt%每小时、更优选地起始材料的约0.1到约1wt%每小时和甚至更优选地起始材料的约0.3wt%每小时。

按照某些实施方案,将催化剂加入本发明的反应混合物。催化剂可以与马来酸酐同时地加入和/或分开地加入。在优选的实施方案中,马

来酸酐和催化剂在时间意义上被基本上同时地加入反应混合物，但是在它们被加入反应混合物的位置意义上它们是分开地加入的。换言之，优选马来酸酐和催化剂在重叠的时间周期中被加入到反应混合物中，但是通过不同的喷嘴或者进口来加入，使得在一个位置加入催化剂，该位置与马来酸酐的加入位置不同。

本发明方法可以进一步包括在反应混合物中和/或在最终产品中使用其它添加剂。通常，可以适合的量使用不实质上妨碍本发明产品的生产的任何添加剂。适合的添加剂的例子包括：共聚单体，例如苯乙烯，链转移剂，稳定剂等等。

本发明的反应可以在任何适合的反应条件下进行。通常，优选聚丙烯包括聚丙烯熔体。因此，通常优选反应温度高于聚丙烯的熔融温度，但是优选不高于约200℃。温度取决于具体的聚丙烯、自由基引发剂/催化剂及其他影响接枝反应速度的参数。在低于约150℃的温度下，许多优选的起始材料不会是熔体形式，因此不会充分地马来酸酐反应。然而，在高于约200℃的温度下，易于乳化和得到的可乳化聚烯烃蜡的熔体粘度不是优选的那样高。因此，反应温度通常优选在约150和约200℃之间和优选在约180和约190℃之间。

反应压力取决于，尤其是，反应温度和希望的反应速率。通常，反应在如下的压力下进行：优选约0到约50psig、更优选约5到约30psig和甚至更优选约10到约20psig。在大气压力下或者在大气压力左右下进行的反应能避免使用昂贵的高压设备。

通常，进行本发明的接枝反应使得基于接枝反应产品中的马来酸酐的总重量至少约60wt%的马来酸酐被结合到聚合物主链上。优选，进行该反应使得至少70wt%马来酸酐被结合，和甚至更优选至少80wt%被结合。

实施例

对比例

该实施例说明按照美国专利3,642,722代表的现有技术来生产马来化丙烯。

将特性粘度为1.5的高分子量聚丙烯进料到热降解单元，平均接触时间为30分钟。该热降解器在370℃温度下操作，其中搅拌器以使得全部用于降解的热能通过混合的摩擦来提供的速度进行操作。降解的聚

丙烯蜡具有于190C测量的约800厘泊的熔体粘度。将该材料与5重量百分数的马来酸酐和0.25重量百分数的二叔丁基过氧化物一起通到保持在约200C的热搅拌反应器，以生产反应产物混合物，并且甚至在用于从反应混合物分离未反应的马来酸类氢化物的标准技术之后，仍具有小于约50%的结合马来酸酐的浓度。

实施例1

向用氮气吹扫的干净的干燥反应器中加入89重量份(pbw)聚丙烯(Hiwax NP055)。将聚丙烯加热熔融，起动聚丙烯的搅拌，然后将温度调节到185-187℃。停止氮气，并且以0.034磅马来酸酐/磅聚丙烯/小时的速度向反应器中加入9pbw的马来酸酐和以0.008磅/磅聚丙烯/小时的速度加入2pbw的过氧化物混合物，其包含1pbw的Lupersol和1pbw的Parol 100。马来酸酐和催化剂的引入基本上同时开始，但是使用移位的反应器入口喷嘴。

在过氧化物混合物被完全地加入之后(在完成马来酸酐加入之后15分钟)，将反应混合物搅拌另外的10分钟。使用标准技术用于除去未反应的马来酸酐。更具体地，将25"Hg的真空施加于接枝反应产品，除去周期性的取样并且测试未反应的马来酸酐。除去真空，将反应混合物冷却到170℃，在标准真空提纯之后接枝反应产物混合物包含高于70%和更优选高于约80%和甚至更优选高于85%的结合的马来酸酐。

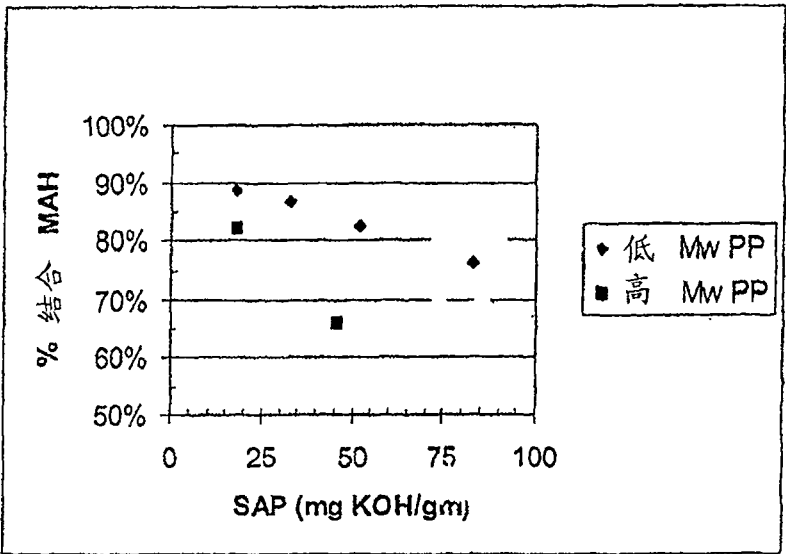


图 1