[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
C08F 2/00
C08F210/06 C08F297/08

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95196221.3

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1107076C

[22] 申请日 1995.10.10 [21] 申请号 95196221.3
[30] 优先权
[32] 1994.10.11 [33] FI [31] 944761
[86] 国际申请 PCT/FI95/00558 1995.10.10
[87] 国际公布 WO96/11216 英 1996.4.18
[85] 进入国家阶段日期 1997.5.14
[71] 专利权人 博雷尔斯股份公司
地址 丹麦灵比
[72] 发明人 P·加斯克莱曼 A·K·卡尔巴斯
B·马姆 P·皮特凯恩
[56] 参考文献
EP0573862A2 1993.12.15 C08F10/06
US4950720A 1990.08.21 C08L23/12
审查员 张 沧

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 任宗华

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 2 页

[54] 发明名称 宽分子量分布的新聚丙烯组合物

[57] 摘要

本发明涉及由丙烯与含 2—12 个碳原子的 α—烯烃共聚物制备的、具有高分子量、宽分子量分布及改进的共聚单体分布的共聚物组合物。本发明还涉及制备组合物的方法和组合物作为管子、配件、型材、薄膜及泡沫材料的用途。该组合物是所谓所述单体共聚物的反应器混合物，混合物中第一种共聚物的分子量较高、α—烯烃含量为 3—10(重量)%，熔体流动速率 MFR_2 为 0.005－0.8，而第二种共聚物的分子量较低，于是使最终组合物的共聚单体含量为 2—10(重量)%、熔体流动速率 MFR_2 为 0.05－2.5(重量)%。熔体流动速率经 MFR_{10}/MFR_2 为 6－15，组合物中较高分子量共聚物与较低分子量共聚物的共聚物分配比为 40/60—70/30。

ISSN1008-4274

1.具有高分子量和宽分子量分布及改进的共聚单体分布的两种丙烯－α－烯烃共聚物的组合物，其特征在于该组合物包括共聚物 A 和 B 的混合物，其中共聚物 A 是丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体的共聚物，具有以熔体流动速率 MFR_2 为 0.005－0.8g/10 分钟定义的高分子量，共聚单体含量为 3－10 重量%，共聚物 B 是与共聚物 A 相比分子量较低和共聚单体含量较低的丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体的共聚物，其中最终丙烯/α－烯烃共聚物组合物的共聚单体含量低于共聚物 A 的共聚单体含量，熔体流动速率 MFR_2 为 0.05－2.5g/10 分钟，熔体流动速率比 MFR_{10}/MFR_2 为 15－40，分子量分布 MWD 为 6－15，共聚物 A 与共聚物 B 之间的重量比为 40/60－70/30。

2.具有高分子量和宽分子量分布及改进的共聚单体分布的两种丙烯－α－烯烃共聚物的组合物，其特征在于该组合物是按照下述步骤 A)和步骤 B)制备的共聚物混合物:

A)使用齐格勒－纳塔催化剂系统将丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体共聚制备含共聚单体量为 3－10（重量）%、熔体流动速率 MFR_2 为 0.005－0.8g/10 分钟的较高分子量共聚物，及

B)在包括由A步骤制备的共聚物的一个或几个其它反应器中进行聚合反应，使丙烯和非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体共聚制得与步骤（A）的共聚物分子量相比较低分子量的共聚物，其中最终丙烯/α－烯烃共聚物组合物中共聚单体含量低于 A 步骤共聚物中的共聚单体量，熔体流动速率 MFR_2 为 0.05－2.5g/10 分钟、熔体流动速率比 MFR_{10}/MFR_2 为 15－40、分子量分布 MWD 为 6－15，以及步骤 A 的共聚物和步骤 B 的共聚物之间的重量比为 40/60－70/30。

3.根据权利要求 1 或 2 的组合物，其特征在于共聚单体是乙烯。

4.根据权利要求 1 或 2 的组合物，其特征在于较高分子量共聚物中共聚单体含量为 4－6（重量）%。

5.根据权利要求 1 或 2 的组合物，其特征在于最终共聚物的 MFR_2

是 0.1－0.5g/10 分钟，MFR_{10}/MFR_2 是 16－26。

6.根据权利要求 2 的组合物，其特征在于最终共聚物的乙烯单元浓度为 2－4（重量）%，MFR_2 为 0.1－0.5g/10 分钟。

7.制备具有高分子量和宽分子量分布及改进的共聚单体分布的丙烯－α－烯烃共聚物组合物的方法，其特征在于 A)，第一步使丙烯和非丙烯 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体在齐格勒－纳塔催化剂系统存在下共聚，制备共聚单体含量为 3－10（重量）%、熔体流动速率 MFR_2 为 0.005－0.8g/10 分钟的较高分子量共聚物和 B)，第二步在包括由 A 步制备的共聚物和共聚单体浓度低于步骤 A 的一个或几个其它反应器中将较多的丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体共聚，制备分子量比步骤 A 的共聚物分子量低的共聚物，使最终丙烯/α－烯烃共聚物组合物的共聚单体含量低于 A 步骤共聚物中的共聚单体量，熔体流动速率 MFR_2 为 0.05－2.5g/10 分钟及熔体流动速率比 MFR_{10}/MFR_2 为 15－40 及分子量分布 MWD 为 6－15，且在步骤 A 的共聚物和步骤 B 的共聚物之间的重量比为 40/60－70/30。

8.根据权利要求 7 的方法，其特征在于齐格勒－纳塔催化剂系统中，起始催化剂包含或不包含预聚合的 $MgCl_2$ 为载体的 4 价 Ti 化合物。

9.根据权利要求 7 或 8 的方法，其特征在于第一步是在淤浆中进行。

10.根据权利要求 7 或 8 的方法，其特征在于第一步是在单体淤浆中或惰性稀释剂淤浆中进行的。

11.根据权利要求 7 或 8 的方法，其特征在于第一步是在气相反应器中进行。

12.根据权利要求 7 或 8 的方法，其特征在于第一步是在流化床反应器中进行。

13.权利要求 1－6 任何一项组合物在吹塑或薄膜，泡沫材料或纤维制备方面的用途。

14.权利要求 1－6 任何一项组合物在管子、配件或型材制造方面的用途。

宽分子量分布的新聚丙烯组合物

聚丙烯共聚物具有许多特性，这些特性使聚丙烯适应多种用途，其范围从用作食品包装材料（薄膜、瓶子）到用作管子、配件、泡沫材料等更为需要的用途。

聚丙烯作为管道材料主要用于不加压情况（管子和配件）及型材。小容积管材可用作压送管（主要为热水用和工业用管材）。聚丙烯的耐热性较其它聚烯烃好，因而可用作管道材料。三种主要类型的聚丙烯，即均聚物、无规共聚物和嵌段共聚物都可使用。均聚物赋予管子好的刚性，但抗冲击和蠕变性能不很好。嵌段共聚物赋予管子好的冲击性能，但蠕变性能因其均聚物母体，所以象均聚物那样不很好。丙烯乙烯无规共聚物用作热水压送管和工业管道，这是由于它们与丙烯均聚物和嵌段共聚物相比具有高的抗蠕变性。

用作压送管的丙烯－乙烯无规共聚物，现今是采用高得率齐格勒－纳塔（ Ziegler － Natta ）催化剂按本体或气相方法制得的分子量分布（ MWD = Mw/Mn ）较窄（约为 5 ）的材料。熔体流动速度（ MFR_2 ）为 0.2 － 0.5 的管材的分子量（ Mw ）约为 1000000 。这种高分子量和窄分子量分布共聚物在混料和管子挤出成型时会产生问题。这类材料因其低剪切敏感性会导致材料发生有害的降解和熔体破裂，因此是难以加工的。这可从管子表面不平和厚度不均中看出。此外，按一步法制得的常规丙烯无规共聚物管材没有足够的符合良好压送管要求的短时和长期性能（耐缺口冲击性和蠕变性能）的强度。

可采用多步聚合工艺加宽分子量分布的方法来改进常规丙烯无规共聚物的加工性能。在多步聚合工艺中，通过在每一步产生不同分子量的聚合物从而使聚合物的 MWD 变宽。即在每一步选择合适的分子量和反应器的分段，当低分子量聚合物在反应器中掺混到调节最终 MFR 的较高分子量聚合物中时，可使聚合物的 MWD 变宽。每一步中聚合物的分子

量可用作为链转移剂的氢来控制。也可用反应器温度来控制每一步中聚合物的分子量。多步聚合方法已公开在专利申请 WO 91014718 中。

业已认识到，高得率齐格勒－纳塔催化剂制得的丙烯无规共聚物中乙烯共聚单体的分布是不均匀的。用分级方法已经证实，高分子量聚合物链中乙烯含量较低分子量聚合物链中含量低（图 1）。当低分子量聚合物链中乙烯含量高时，其溶解度也会随之增加。这就使得尤其是与聚合反应在烃稀释剂中进行时会产生很大问题。低分子量级分对管材的味感和气味有不良影响。

在通过增宽丙烯无规共聚物的 MWD 来改进其加工性时，如果每一步供入的共聚单体是相同的话，则共聚物中低分子量级分的含量也会增加。因而影响味感和气味。

由于这些原因，几家聚丙烯制造商正在用 $TiCl_3$ 催化剂以一步淤浆法制造管材。淤浆法聚丙烯的分子量分布是较宽的，但得率是较低的，并且当共聚单体如乙烯或丁烯－1 所需量增加时，反应器稀释剂溶解度会增加。淤浆法中用 $TiCl_3$ 催化剂时，共聚单体分布常常比用高得率催化剂时好。

本发明特别介绍了与用 $TiCl_3$ 作催化剂的淤浆法制得的材料有类似性能或甚至比其性能更好的丙烯无规共聚物管材的制造，且该制造方法有高的生产经济效益。通常采用本发明的高得率 $TiCl_3$ 催化剂的原理，制造具有高机械性能和管子性能以及好的可挤塑性的管材是可能的。材料的高强度性能来自极高分子量 Mw = 2000000－4000000（MFR_2 = 0.01－0.08）级分和改进的共聚单体分布及宽的分子量分布。

因此本发明提供了一种具有高分子量和宽分子量分布及改进的共聚单体分布的两种丙烯－α－烯烃共聚物的组合物，该组合物包括共聚物 A 和 B 的混合物，其中共聚物 A 是丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体的共聚物，具有以熔体流动速率 MFR_2 为 0.005－0.8g/10 分钟定义的高分子量，共聚单体含量为 3－10 重量%，共聚物 B 是与共聚物 A 相比分子量较低和共聚单体含量较低的丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体的共聚物，其中最终丙烯/α－烯烃共聚物组合物的共聚单体含量低于共聚物 A 的共聚单体含量，熔体流动速度 MFR_2 为 0.05－2.5g/10 分钟，熔体流动速率比 MFR_{10}/MFR_2 为 15－40，分子量分布 MWD 为 6

－15，共聚物 A 与共聚物 B 之间的重量比为 40/60－70/30。

本发明还提供了具有高分子量和宽分子量分布及改进的共聚单体分布的两种丙烯－α－烯烃共聚物的组合物，该组合物是按照下述步骤 A)和步骤 B)制备的共聚物混合物：

A)使用齐格勒－纳塔催化剂系统将丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体共聚制备含共聚单体量为 3－10（重量）%、熔体流动速率 MFR_2 为 0.005－0.8g/10 分钟的较高分子量共聚物，及

B)在包括由 A 步骤制备的共聚物的一个或几个其它反应器中进行聚合反应，使丙烯和非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体共聚制得与步骤（A）的共聚物分子量相比较低分子量的共聚物，其中最终共聚单体含量低于 A 步骤共聚物中的共聚单体量，熔体流动速率 MFR_2 为 0.05－2.5g/10 分钟、熔体流动速率比 MFR_{10}/MFR_2 为 15－40、分子量分布 MWD 为 6－15，以及步骤 A 的共聚物和步骤 B 的共聚物之间的重量比为 40/60－70/30。

本发明还涉及制备具有高分子量和宽分子量分布及改进的共聚单体分布的丙烯－α－烯烃共聚物组合物的方法， A)，第一步使丙烯和非丙烯 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体在齐格勒－纳塔催化剂系统存在下共聚，制备共聚单体含量为 3－10（重量）%、熔体流动速率 MFR_2 为 0.005－0.8g/10 分钟的较高分子量共聚物和 B)，第二步在包括由 A 步制备的共聚物和共聚单体浓度低于步骤 A 的一个或几个其它反应器中将较多的丙烯与非丙烯的 C_2－C_{12}－α－烯烃共聚单体共聚，制备分子量比步骤 A 的共聚物分子量低的共聚物，使最终丙烯/α－烯烃共聚物组合物的共聚单体含量低于 A 步骤共聚物中的共聚单体量，熔体流动速率 MFR_2 为 0.05－2.5g/10 分钟及熔体流动速率比 MFR_{10}/MFR_2 为 15－40 及分子量分布 MWD 为 6－15，且在步骤 A 的共聚物和步骤 B 的共聚物之间的重量比为 40/60－70/30。

该发明原理是基于采用高得率催化剂在两个或多个不同反应条件的反应器中制造宽分子量分布并且有改进的共聚单体分布的高分子量丙烯无规共聚物的设想。掺混入根据本发明所述长链中的共聚单体破坏了链的规整性，从而使主要的联接链和满足管材蠕变性能和韧性所需的缠结的分布更均匀。

由高得率 $TiCl_4$ 催化剂带来的共聚单体不均匀分布问题可通过共聚

单体用量在各反应器之间的分段计量来解决。可向制备高分子量丙烯聚合物的反应器加入比向制备低分子量丙烯聚合物的反应器中所加更多的共聚单体，因为高分子量聚合物的溶解度较低，可供入较多量的共聚单体。通过控制供入反应器的共聚单体量来调整最终共聚单体含量。按照这种方法，制得的丙烯共聚物较用高得率 $TiCl_4$ 催化剂制造的常规丙烯无规共聚物具有更均匀的共聚单体分布。

该产物是丙烯与至少一种 2－12C 的α烯烃或它们的混合物，优选地，特别是与 2－6C α烯烃的共聚物，共聚物含 2.0－10.0（重量%），优选 3.0－6.0（重量）% 的共聚单体，熔体流动速率（MFR）为 0.05－2.5 克/10 分钟（2.16 千克载荷），优选为 0.1－0.5 克/分钟（2.16 千克载荷）流动速率比，MFR（10 千克载荷）/MFR（2.16 千克载荷）大于或等于 15－40，优选 MFR（10 千克载荷）/MFR（2.16 千克载荷）等于 16－26，及 MWD 为 6－15。例如在一优选实施方案中，最终共聚物的乙烯单元浓度为 2－4（重量）%，MFR_2 为 0.1－0.5g/10 分钟。

该产物是包含两种不同分子量共聚物母体，具有宽分子量分布的反应器共混物。高分子量母体是在一个反应器中制备的，而较低分子量母体是在另一个反应器或另一些反应器中制备的。制备较高分子量共聚物的反应器中共聚单体浓度高于另一个或另一些反应器中的共聚单体浓度。因此，共聚物是 A 与 B 的反应器共混物：

A)是 40－70（重量）% 由制备较高分子量母体的反应器中制备的共聚物，其中共聚单体含量为 3－10（重量）%，优选 4－6（重量）%。

B)是 60－30（重量）% 由制备较低分子量母体的一个或多个反应器中制备的共聚物，其中共聚单体含量为 2－6（重量）%，优选 2－3（重量）%。

氢和/或聚合温度与催化剂组合物一起用来控制分子量。该共聚物可在至少具有两个以串联运作的反应器中用多步聚合方法制备。聚合反应器的不同组合如气相－气相、淤浆－淤浆、本体－气相、本体－本体等都是可采用的。

所有种类的立构规整的，高得率齐格勒－纳塔催化剂都可用于聚合反应中。催化剂可以被预聚合，如与乙烯或丙烯预降合，但也不限制采用未预聚合的催化剂。含不同外部给体的各种催化剂组合物都可使用。

丙烯共聚物中的共聚单体可以是乙烯、丁烯－1、己烯－1、4－

甲基－1－戊烯、辛烯－1以及癸烯－1或它们的混合物。

分子量分布的宽度可用流动速率比（ FRR = MFR_{10}/MFR_2 ）、凝胶渗透色谱（ GPC ）测定或通过流变性能的测定来量度。流变参数，如多分散性指数（ PI ）、剪切稀化指数（ SHI ）及熔体弹性指数，表明聚合物分子量分布的宽度。数值越高 MWD 越宽。

按这种方法（当实施例 1 － 4 与参比材料相比较时）制备的具有宽 MWD 和改进的共聚单体方布的高分子量丙 烯无规共聚物管材具有好的可挤塑性而不会发生熔体破裂现象。这是由于具有更显著的剪切稀化（ SHI ）性能（图 2 和表）。该材料既具有高熔体强度又具有高熔体弹性。对照实施例 1 表明，甚至具有宽 MWD 的很高分子量的材料也能毫无困难地被挤出。

该材料的劲度高于以大致相同的共聚单体含量在几个反应器中或只由一个反应器制造的材料的劲度，而冲击强度没有降低。当低参比材料和对照实施实施例 1 与实施例 4 作比较时（对照实施例 1 与实施例 4 的制造条件相同，但乙烯的供入分配比不同）可得到最好的说明。材料中的缠结和联接链能使材料有较好的管材性能，特别是通过恒定拉伸载荷下的耐环境应力开裂（ ESCR ）试验方法测定的载荷下的缓慢开裂性能。本发明的共聚物管材与用常规方法制备的无规共聚物管材相比较，按标准管子加压试验时，在相同的圆周应力水平作用下，破裂所需时间较长（在实施例 1 － 4 与对照实施例 1 和参比材料作比较时可以看到）。

采用相同原理，也可制备需要良好机械性能和改进的共聚单体分布的供吹塑、薄膜和纤维用途的宽 MWD 无规丙烯共聚物。

聚合反应

方法说明

本方法包括按本串联方式运行的一个100升环管反应器和一个2米^{3}搅拌的流态化床反应器（ GPR ）。将适量催化剂伴随极少量惰性稀释剂导入第一个反应器中。催化剂是预聚合的（单体/催化剂之比率为 3 － 7 克/1 克）。助催化剂和外部给体被供入第一个反应器中。用氢来控制聚合物的分子量。环管反应器中的反应产物转移至闪蒸槽内，使未反应的

液态单体在闪蒸槽内分离，然后将反应产物导入 GPR 中。在脱气和使催化剂失活后，收集最终产物。

催化剂体系

如芬兰专利 70028 或芬兰专利 86472 或芬兰专利 862459 或美国专利 4784983 所述，以氯化镁为载体的烷氧基硅烷改性的 $TiCl_4$ 作为催化剂。三乙基铝烷基（ TEA ）作为助催化剂。外部给体是环己基甲基二甲氧基硅烷（ CHMMS ）或二环戊基二甲氧基硅烷（ DCPDMS ）。

实施例

聚合条件

宽 MWD 丙烯－乙烯无规共聚物是在中试反应器中制得的，即在环管反应管中用液态丙烯制备高分子量共聚物，并在 GPR 中制备较低分子量共聚物。

实施例中采用的聚合温度为 70 ℃。环管反应器的产率为 6 千克/小时， GPR 的产率为 4 千克/小时，这意味着产物分配比为 60/40 。

实施例 1

材料是采用预聚合的以 $MgCl_2$ 为载体的 $TiCl_4$（芬兰专利 70028 或 86472 ）制备的。助催化剂是 TEA 及外部给体是 CHMMS 。

下列材料是在环管反应器中和 GPR 中制备的，全部测量值是由粉状试样测定的：

	MFR_2	乙烯（重量）%
环管反应器	0.02(1)	3.7
GPR	20	2.2(2)
最终	0.21	3.1

(1)MFR_{10} 是由环管反应器产物测定的， MFR_2 是用实验测定常数（ 16 ）由 MFR_{10} 计算的。

(2)GPR 产物的 MFR 是根据环管反应器产物的 MFR 和产物分配比估算的。 GPR 产物的乙烯含量是根据环管反应器产物和最终

产物的乙烯含量估算的。

实施例 2

同实施例 1，但采用不同的催化剂（美国专利 4784983）。

下列材料是在环管反应器和 GPR 中制备的，全部测量值是由粉状试样测定的：

	MFR_2	乙烯（重量）%
环管反应器	0.02(1)	4.0
GPR	40	3.0(2)
最终	0.34	3.6

(1)MFR_{10} 是由环管反应器产物测定的，MFR_2 是用实验测定常数由 MFR_{10} 计算的。

(2)GPR 产物的 MFR 是根据环管反应器产物的 MFR 和产物分配比估算的。GPR 产物的乙烯含量是根据环管反应器产物和最终产物的乙烯含量估算的。

实施例 3

同实施例 1，但催化剂同芬兰专利 862459。

下列材料是在环管反应器和 GPR 中制备的，全部测量值是由粉状试样测定的：

	MFR_2	乙烯（重量）%
环管反应器	0.02(1)	4.0
GPR	30	2.0(2)
最终	0.25	3.2

注 1.MFR_{10} 是由环管反应器产物测定的，MFR_2 是用实施测定常数用 MFR_{10} 计算的。

注 2.GRP 产物的 MFR 是根据环管反应器产物的 MFR 和产物的分配比估算的。GPR 产物的乙烯含量是根据环管反应器产物和最终产物的乙烯含量估算的。

实施例 4

同实施例 1，但外部给体采用 DCPDMS．

下列材料是在环管反应器和 GPR 中制备的，全部测量值是由粉状试样测定的：

	MFR_2	乙烯（重量）%
环管反应器	0.03(1)	4.0
GPR	20	2.0(2)
最终	0.30	3.2

(1)MFR_{10} 是由环管反应器产物测定的，MFR_2 是用实验测定常数（16）由 MFR_{10} 计算的。

(2)GPR 产物的 MFR 是根据环管反应器产物的 MFR 和产物的分配比估算的。GPR 产物的乙烯含量是根据环管反应器产物和最终产物的乙烯含量估算的。

对照实施例 1

同实施例 4，但环管反应器和 GPR 中乙烯含量只有少许差别。

下列材料是在环管反应器和 GPR 中制备的，全部测量值是由粉状试样测定的：

	MFR_2	乙烯（重量）%
环管反应器	0.01(1)	3.8
GPR	30	3.6(2)
最终	0.28	3.7

(1)MFR_{10} 是由环管反应器产物测定的，MFR_2 是用实验测定常数由 MFR_{10} 计算．

(2)GPR 产物的 MFR 是根据环管反应器产物的 MFR 和产物的分配比估算的。GPR 产物的乙烯含量是根据环管反应器产物和最终产物的乙烯含量估算的。

参比材料

用高得率立构有规催化剂制造的工业用单峰无规共聚物（XA30 21D，Borealis 产品），其 MFR_2 = 0.2 - 0.3 乙烯含量

3.5（重量）%。

表1汇集了切粒的实施例1－4和对照实施例1及参比共聚物的性能。

切粒料的乙烯含量与实施例中粉状试样相比，显示有小的差别。这是由粉状试样的不均匀性引起的。对于两相材料来说，通常可观察到切粒试样的MFR（熔体流动速率）有降低。

表

实施例	1	2	3	4	对照实施例1	参比
MFR_2粒料	0.18	0.22	0.15	0.15	0.10	0.25
FRR $=MFR_{10}/MFR_2$	25	25	31	26	37	13
乙烯（重量）%	2.9	3.5	3.4	3.3	3.7	3.5
流变性						
SHI	84	100	103	97	200	12
PI	6.6	7.1	7.6	7.5	11	2.6
弹性指数	2830	3230	3260	3260	3830	1700
机械性能						
抗拉强度，兆帕	24.9	24.1	23.9	24.2	23.2	23.4
弹性模量，兆帕	960	840	870	880	800	760
缺口单臂冲击试验室温,千焦/米^2	17	32	40	32	14	17
可挤塑性	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	− −
管子试验，95℃						
5兆帕，小时	740	59	5	230	2	1.5

4.5 兆帕，小时	1050	400	1200	500	750	940
4.1 兆帕，小时	1900	2180	2100	1920	1430	1590
CTL，60 ℃ 6.5 兆帕，小时	340					240

可挤塑性：＋＋＝光滑的表面

－－＝严重熔体破裂，鲨鱼皮斑

机械性能试验用 4mm 压塑模，试样按照 ISO 527 制备。

拉伸强度试验按照 ISO 527（试验机横梁速度＝50 毫米/分）

弹性模量按照 ISO 527（试验机横梁速度＝1 毫米/分）

缺口单臂梁冲击强度按照 ISO 179/1eA。

95 ℃管子试验按照 DIN 8078

在给定的圆周应力水平下测量破裂时间.

CTL＝恒定拉伸载荷试验，即在 ESCR（耐环境应力开裂）试验介质 10 % Igepal Co－630（GAF 提供）中在 60 ℃下测定的缓慢开裂增生，在给定的载荷水平下测量的破裂时间。试样是由 6mm 压塑板经机械加工的、缺口用剃刀片切割（该试验是测定管材料缓慢开裂增生的 Borealis 方法）。

动态流变测量是通过 Rheometrics System IV 流变仪在 200 ℃、频率为 0.01－400 赫兹之间进行的。

剪切稀化指数，SHI＝η_0/η（在剪切应力 G^*＝100000 帕下），$G^*=\eta\times\omega$，其中 η 是粘度，ω 是剪切速率。

弹性指数规定为损耗模量 G″为 5000 帕时的动态储能模量 G′值。

多分散性指数（PI）是由交叉模量 Gc 计算的，$PI=10^5/Gc$。

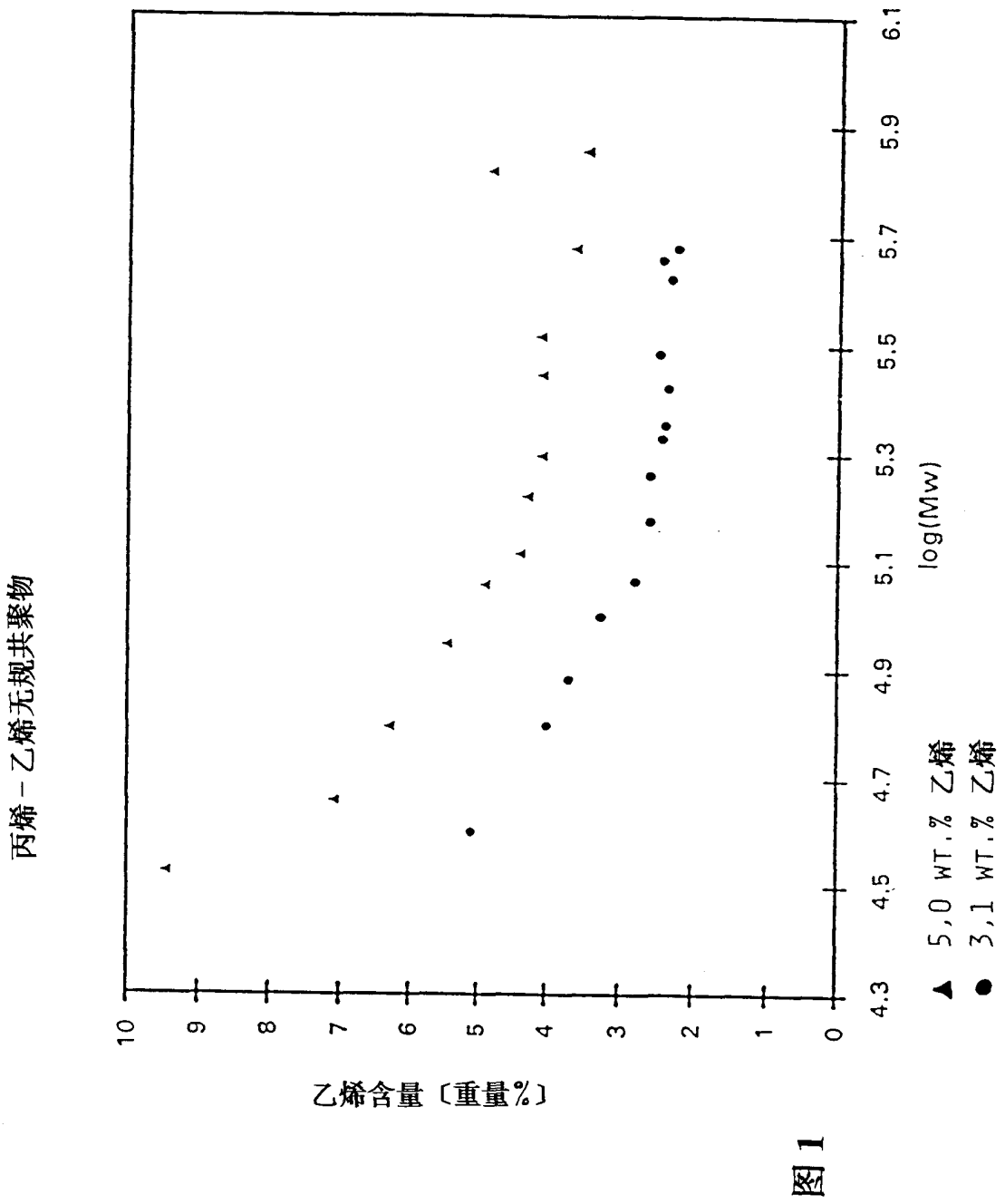


图 1

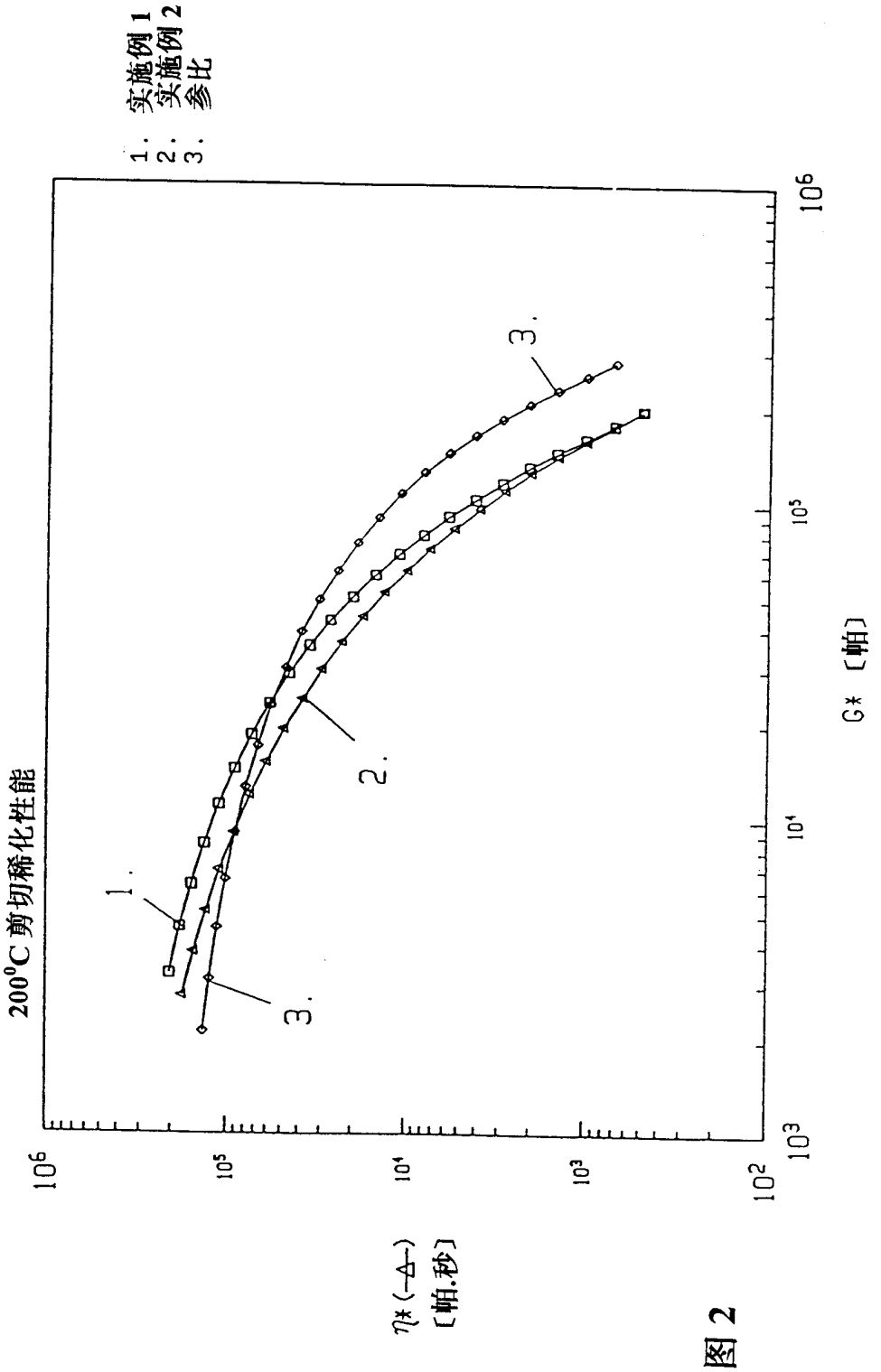


图 2