[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C08L 67/04 (2006.01)
C08L 3/02 (2006.01)
C08L 3/04 (2006.01)
C08K 13/04 (2006.01)
C08K 7/02 (2006.01)
C08K 3/34 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910100148.1

[43] 公开日 2009 年 12 月 16 日

[11] 公开号 CN 101602884A

[51] Int. Cl. (续)
C08K 3/26 (2006.01)

[22] 申请日 2009.6.25

[21] 申请号 200910100148.1

[71] 申请人 浙江海正生物材料股份有限公司
地址 318000 浙江省台州市椒江区外沙路 46 号

[72] 发明人 边新超 刘炎龙 梁 伟 陈学思 陈志明 王若松

[74] 专利代理机构 台州市方圆专利事务所
代理人 张向飞

权利要求书 2 页 说明书 11 页

[54] 发明名称

一种耐热聚乳酸复合材料及其制备方法

[57] 摘要

本发明提供了一种耐热聚乳酸复合材料及其制备方法，属于高分子材料技术领域。它解决了现有制备聚乳酸交联材料的方法和聚合物交联材料中存在的制品的生物可降解性差、成本较高和力学性能较差等技术问题。本耐热聚乳酸复合材料包括以下重量份的成分：低聚－D 乳酸含量的聚乳酸树脂 50－99 份；成核剂 0.1－15 份；淀粉或改性淀粉 1－50 份；其中所述的低聚－D 乳酸含量的聚乳酸树脂中聚－D 乳酸含量低于 5wt%。本复合材料的制备方法包括以下步骤：a. 混料、造粒；b. 注塑成型；c. 热处理。本复合材料的力学性能优异、耐热性能好。本复合材料的制备方法的工艺流程简单、加工性能强、成本低可实现大规模的工业化生产。

1、一种耐热聚乳酸复合材料，该复合材料包括以下重量份的成分：

低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂：50-99份；成核剂：0.1-15份；无机填料：1-50份；淀粉或改性淀粉：1-50份；植物纤维：1-30份；硅烷偶联剂：0.01-5份；增韧改性剂：0.1-10份；润滑剂：0.05-1.0份；其中所述的低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂中聚-D乳酸含量低于5wt%。

2、根据权利要求1所述的耐热聚乳酸复合材料，其特征在于：所述的低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂的重均分子量为10-30万，玻璃化温度范围为55-65℃，熔体流动速率在190℃×2.16Kg为4-35g/10min。

3、根据权利要求1或2所述的耐热聚乳酸复合材料，其特征在于：所述的成核剂由二氧化硅、4，6-二叔丁基苯基磷酸钠、苯基磷酸锌、苯基亚磷酸锌、苯基次膦酸锌中的一种或多种组成。

4、根据权利要求1或2所述的耐热聚乳酸复合材料，其特征在于：所述的改性淀粉由淀粉醋酸酯、淀粉月桂酸酯、丙烯腈淀粉、羧甲基淀粉、交联淀粉中的一种或多种组成。

5、根据权利要求1或2所述的耐热聚乳酸复合材料，其特征在于：所述的植物纤维由木纤维，竹纤维，亚麻纤维，剑麻纤维，洋麻纤维中的一种或多种组成。

6、根据权利要求1或2所述的耐热聚乳酸复合材料，其特征在于：所述的硅烷偶联剂由γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷，γ-氨基丙基三乙氧基硅烷，γ-(甲基丙稀酰氧基)丙基三甲氧基硅烷，γ-硫丙基三甲氧化亚铜基硅烷，乙烯基三乙氧基硅烷，乙烯基三甲氧基硅烷中的一种或多种组成。

7、一种耐热聚乳酸复合材料的制备方法，该方法包括以下步骤：

a、混料、造粒：按比例选取低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂、

成核剂、无机填料、淀粉或改性淀粉、植物纤维、硅烷偶联剂、增韧改性剂和润滑剂进行混合配料，配料后搅拌使混合均匀，然后在温度为150-230℃的条件下在转速为20-100rpm的挤出机中挤出造粒；

b、注塑成型：将上述挤出造粒后的粒子在温度为150-250℃，压力为60-160Mpa的条件下在注塑机中注塑成型；

c、热处理：将上述在注塑机中注塑成型的半成品在温度为60-150℃的条件下热处理0.5-180分钟后得到耐热聚乳酸复合材料成品。

8、根据权利要求7所述的耐热聚乳酸复合材料的制备方法，其特征在于：步骤a的成分中所述的无机填料由滑石粉、碳酸钙中的一种或两种组成；无机填料的粒径为1250目-12500目。

9、根据权利要求7或8所述的耐热聚乳酸复合材料的制备方法，其特征在于；步骤a中所述的挤出机为双螺杆或单螺杆挤出机，所述的挤出温度为160-190℃，所述的挤出机的转速为40-70rpm。

10、根据权利要求7所述的耐热聚乳酸复合材料的制备方法，其特征在于：步骤b中所述的注塑温度为170-210℃，注塑压力为70-110Mpa；步骤c中所述的热处理温度为80-120℃，热处理时间为10-50分钟。

一种耐热聚乳酸复合材料及其制备方法

技术领域

本发明涉及一种聚乳酸材料及其制备方法，尤其涉及一种耐热聚乳酸复合材料及其制备方法；属于高分子材料技术领域。

背景技术

资源与环境是人类实现可持续发展所面临的重大问题，随着人类对石油等矿产资源的不断开发，全球的能源呈现逐渐衰竭的态势，此外由石油合成聚合材料的废弃物给环境带来的“白色污染”等负面影响已经引起人们的广泛关注。

为解决废弃塑料造成的“白色污染”问题，各国都提出了许多切实可行的办法，其中最有效也是最彻底的方法就是使用可生物降解聚合材料代替石油合成聚合材料。与石油合成聚合材料相比，可生物降解的聚合材料在焚化时产生较少的热，并可保持自然降解和再合成循环，从而不会对全球环境包括生态学产生有害影响。而在众多生物可降解聚合材料中，聚乳酸由于可完全生物降解性和植物来源性而被认为是最有可能取代石油合成聚合材料的生物材料。但是纯聚乳酸材料的玻璃化温度较低，且结晶度不高，使得其在此60℃左右即开始软化，失去使用性能，极大限制了聚乳酸的应用范围。

为了提高聚乳酸的耐热性能，提出了多种方法，如使聚乳酸交联，与纤维复合，提高结晶速率等。在中国专利申请（公开号：CN101142260A）用于制备聚乳酸交联材料的方法和聚合物交联材料中，公开了通过将聚乳酸与包含松香衍生物或二羧酸衍生物和/或甘油衍生物的至少一种增塑剂和交联单体混合，然后捏和所得混合物，从而制得聚乳酸组合物；通过将组合物模塑成所需形

状来制备聚乳酸模塑品；然后通过电离辐射照射使模塑品交联。虽然制得的样品在60℃以下具有较好的韧性，并且在60℃以上也不会明显的软化变形。但是为使其能够在强化辐射后产生交联，材料组成中需含有乙烯基多官能团单体，这将影响制品的生物可降解性。中国专利申请（公开号：CN101333331A）一种高耐热性滑石粉填充聚乳酸复合材料及其制备方法中介绍了将聚乳酸，改性滑石粉，润滑剂混合并热压成型后，在100-120℃下退火得到聚乳酸复合材料。虽然经热处理后的聚乳酸复合材料的耐热性能明显提高；但是采用的填充材料是改性滑石粉，成本较高且力学性能较差。

发明内容

本发明针对现有技术所存在的上述问题，提供一种具有高耐热性、成本低和力学性能好的聚乳酸复合材料。

本发明的另一个目的在于提供上述聚乳酸复合材料的制备方法。

本发明的第一个目的可以通过以下技术方案得以实施：一种耐热聚乳酸复合材料，该复合材料包括以下重量份的成分：

低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂：50-99份；成核剂：0.1-15份；无机填料：1-50份；淀粉或改性淀粉：1-50份；植物纤维：1-30份；硅烷偶联剂：0.01-5份；增韧改性剂：0.1-10份；润滑剂：0.05-1.0份；其中所述的低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂中聚-D乳酸含量低于5wt%。本发明的耐热聚乳酸复合材料采用低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂为主要原料与来源于天然的无机填料、植物纤维以及淀粉或改性淀粉进行熔融共混制成，本发明人通过长期对低聚-D乳酸含量的聚乳酸树脂自身的结晶以及成核剂的促进结晶作用的研究，再合理配伍无机填料、植物纤维、硅烷偶联剂、增韧改性剂和润滑剂制得的聚乳酸复合材料具有优异的耐

热性能，维卡软化温度高于 80℃，克服由于淀粉或改性淀粉含有大量亲水性羟基，其耐老化性较差的缺陷；提高了聚乳酸复合材料的力学和使用性能。完全可以满足一次性餐具等领域对耐热性及其它性能等方面的要求。本发明采用的低聚-D 乳酸含量的聚乳酸树脂中主要为聚-L 乳酸，其中聚-D 乳酸含量低于 5wt%。在聚-L 乳酸中 D 构型的聚乳酸的含量对产品的结晶行为有显著影响，聚-L 乳酸中 D 构型乳酸的含量越低，聚乳酸在相同温度下的结晶速率越快。而当聚-L 乳酸中的 D 构型含量超过 15%时，聚乳酸基本上不具备结晶能力。

在上述的耐热聚乳酸复合材料中，所述的低聚-D 乳酸含量的聚乳酸树脂的重均分子量为 10-30 万，玻璃化温度范围为 55-65℃,熔体流动速率在 190℃×2.16Kg 为 4-35g/10min。

在上述的耐热聚乳酸复合材料中,所述的成核剂由二氧化硅、4，6-二叔丁基苯基磷酸钠、苯基磷酸锌、苯基亚磷酸锌、苯基次膦酸锌中的一种或多种组成。其中优选为 4，6-二叔丁基苯基磷酸钠、苯基磷酸锌，苯基亚磷酸锌、苯基次膦酸锌中的一种或多种组成，进一步优选为苯基亚磷酸锌。本发明采用的成核剂的重量份为：0.1-15 份；优选重量份为：1-12 份；进一步的优选重量份为：1-5 份。成核剂的加入可以大大增加聚乳酸的结晶速率，缩短聚乳酸的成型及后续处理时间，成核剂的用量越大，聚乳酸的结晶速率越快，但是材料理的脆性越大，成本越高，因此通过仔细分析对比，可以将成核剂的用量控制在合理的重量范围内。

在上述的耐热聚乳酸复合材料中，所述的改性淀粉由淀粉醋酸酯、淀粉月桂酸酯、丙烯腈淀粉、羧甲基淀粉、交联淀粉中的一种或多种组成，其中优选为淀粉醋酸酯、交联淀粉中的一种或两种组成，进一步优选为淀粉醋酸酯。

在上述的耐热聚乳酸复合材料中,所述的植物纤维由木纤维，竹纤维，亚麻纤维，剑麻纤维，洋麻纤维中的一种或多种组成，

其中优选为亚麻纤维，剑麻纤维，洋麻纤维中的一种或多种组成，进一步优选为亚麻纤维。

本发明采用的淀粉或改性淀粉的重量份为：1-50 份，优选重量份为：10-40 份，进一步优选重量份为：20-30 份，优选采用改性淀粉。采用的植物纤维的重量份为：1-30 份，优选重量份为：5-25 份，进一步优选重量份为：10-20 份。本发明使用淀粉，改性淀粉以及植物纤维与聚乳酸复合，一方面可以降低成本，另一方面也会增加聚乳酸某些方面的性能，例如植物纤维可以增强聚乳酸的韧性。增加淀粉或植物纤维的用量虽然能提高复合材料的某些性能，但用量过多会影响其流动性。

在上述的耐热聚乳酸复合采用中，所述的硅烷偶联剂由γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷，γ-氨基丙基三乙氧基硅烷，γ-(甲基丙稀酰氧基)丙基三甲氧基硅烷，γ-硫丙基三甲氧化亚铜基硅烷,乙烯基三乙氧基硅烷,乙烯基三甲氧基硅烷中的一种或多种组成,其中优选为γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷、γ-氨基丙基三乙氧基硅烷、γ-(甲基丙稀酰氧基)丙基三甲氧基硅烷中的一种或多种组成,进一步优选为γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷；所述的增韧改性剂由聚己内酯，聚丁烯-己二酸-对苯二甲酸、聚乙二醇中的一种或两种组成，其中优选为聚己内酯和聚乙二醇，进一步优选聚乙二醇；所述的润滑剂有硬脂酸铝、硬脂酸钙中的一种或两种组成,其中优选为硬脂酸铝。

本发明的第二个目的可以通过以下技术方案得以实施：一种耐热聚乳酸复合材料的制备方法，该方法包括以下步骤：

a、混料、造粒：按比例选取低聚-D 乳酸含量的聚乳酸树脂、成核剂、无机填料、淀粉或改性淀粉、植物纤维、硅烷偶联剂、增韧改性剂和润滑剂进行混合配料，配料后搅拌使混合均匀，然后在温度为 150-230℃的条件下在转速为 20-100rpm 的挤出机中挤出造粒；

b、注塑成型：将上述挤出造粒后的粒子在温度为 150-250℃，压力为 60-160Mpa 的条件下在注塑机中注塑成型；

c、热处理：将上述在注塑机中注塑成型的半成品在温度为 60-150℃的条件下热处理 0.5-180 分钟后得到耐热聚乳酸复合材料成品。

在上述的耐热聚乳酸复合材料的制备方法，步骤 a 的成分中所述的无机填料由滑石粉、碳酸钙中的一种或两种组成；无机填料的粒径为 1250 目-12500 目，优选粒径为 2500-5500 目，进一步优选粒径为 3000-4000 目。无机填料一方面可以降低成本，另一方面也对制品具有补强的作用。

在上述的耐热聚乳酸复合材料的制备方法，作为优选，步骤 a 中所述的挤出机为双螺杆或单螺杆挤出机，所述的挤出温度为 160-190℃，所述的挤出机的转速为 40- 70rpm。

在上述的耐热聚乳酸复合材料的制备方法，作为优选，步骤 b 中所述的注塑温度为 170-210℃，注塑压力为 70-110Mpa；步骤 c 中所述的热处理温度为 80-120℃，热处理时间为 10-50 分钟。其中热处理的温度低于 60℃或高于 150℃时，聚乳酸都很难结晶，而热处理时间过短时，聚乳酸无法结晶完全，处理时间过长则不具备实际应用可能。

综上所述，本发明具有以下优点：

（1）本发明的可生物降解复合材料采用聚乳酸为主要原料，与来源于天然的无机填料，植物纤维以及淀粉进行熔融共混而制成；聚乳酸由于其自身的结晶以及成核剂的促进结晶作用，使制品具有优异的耐热性能，维卡软化温度高于 80℃，完全可以满足一次性餐具等领域对耐热性及其它性能等方面的要求。

（2）本发明的耐热聚乳酸复合材料采用多种成分合理搭配，在保证了复合材料可降解性的前提下，力学性能优异，其中拉伸

强度可达 20-70MPa，弹性模量可达 1800-3500MPa。

（3）本发明采用的无机填料，淀粉以及植物纤维等材料价格低，且在复合材料中的含量可高达 40wt%，增加了制品的耐热性能，大大降低了聚乳酸复合材料的成本。

（4）本发明耐热级聚乳酸复合材料的制备方法，工艺流程简单，热外理时间短，加工性能强，成本低可实现大规模的工业化生产。

具体实施方式

下面通过实施例，对本发明的技术方案作进一步具体的说明；但本发明并不限于这些实施例。

实施例 1

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 99 份，成核剂苯基亚磷酸锌 1 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料滑石粉 20 份，淀粉醋酸酯 10 份，木纤维 20 份，硅烷偶联剂 γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷 0.1 份，增韧改性剂聚己内酯 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：190℃，200℃，210℃，220℃，210℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：210℃，注塑压力 100MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 80℃恒温热处理 180 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 2

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 89 份，成核剂苯基次膦酸锌 1 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料滑石粉 10 份，淀粉月桂酸酯 20 份，竹纤维 10 份，硅烷偶联剂 γ-氨丙基三乙氧基硅烷 1 份，增韧改性剂聚丁烯-己二酸-对苯二甲酸 5 份，润滑剂硬脂酸钙 0.5 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤

出造粒，螺杆各段温度设定分别为：180℃，190℃，200℃，210℃，200℃，转速为：30rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：180℃，注塑压力 80MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 80℃恒温 30 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 3

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 69 份，成核剂苯基磷酸锌 1 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料碳酸钙 40 份，淀粉 30 份，亚麻纤维 5 份，硅烷偶联剂 γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷 0.1 份，增韧改性剂聚己内酯 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.8 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：160℃，170℃，180℃，190℃，180℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：210℃，注塑压力 90MPa，停留时间约为 45 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 90℃恒温 30 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 4

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 58 份，淀粉 30 份，成核剂二氧化硅 2 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料滑石粉 10 份，淀粉醋酸酯 10 份，剑麻纤维 5 份，硅烷偶联剂 γ-(甲基丙稀酰氧基)丙基三甲氧基硅烷 2 份，增韧改性剂聚丁烯-己二酸-对苯二甲酸 5 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：170℃，180℃，190℃，200℃，190℃，转速为：70rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：190℃，注塑压力 80MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 110℃恒温 15 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 5

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 54 份，交联淀

粉 34 份，洋麻纤维 10 份，成核剂二氧化硅 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料滑石粉 40 份，硅烷偶联剂 γ-硫丙基三甲氧化亚铜基硅烷 3 份，增韧改性剂聚己内酯 10 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：170℃，180℃，190℃，200℃，190℃，转速为：80rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：190℃，注塑压力 80MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 110℃恒温 15 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 6

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 54 份，羧甲基淀粉 34 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料碳酸钙 30 份，增韧改性剂聚丁烯-己二酸-对苯二甲酸 10 份，成核剂 4，6-二叔丁基苯基磷酸钠 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，硅烷偶联剂乙烯基三乙氧基硅烷 2 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：180℃，190℃，200℃，210℃，200℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：200℃，注塑压力 70MPa，停留时间约为 50 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 110℃恒温 15 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 7

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 54 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料滑石粉 10 份，交联淀粉 43 份，木纤维 5 份，增韧改性剂聚乙二醇 2 份，成核剂二氧化硅 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，硅烷偶联剂 γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷 0.05 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：160℃，170℃，180℃，190℃，180℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：180℃，注塑压力 80MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱

中 120℃恒温 10 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 8

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 54 份，丙烯腈淀粉 35 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料滑石粉 5 份，竹纤维 10 份，成核剂苯基磷酸锌 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，硅烷偶联剂乙烯基三甲氧基硅烷 5 份，增韧改性剂聚己内酯 1 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：160℃，170℃，180℃，190℃，180℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：180℃，注塑压力 110MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 120℃恒温 10 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 9

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 74 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料碳酸钙 15 份，丙烯腈淀粉 40 份，亚麻纤维 10 份，成核剂 4，6-二叔丁基苯基磷酸钠 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，硅烷偶联剂 γ-(2,3-环氧丙氧)丙基三甲氧基硅烷 0.5 份，增韧改性剂聚丁烯-己二酸-对苯二甲酸 10 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：170℃，180℃，190℃，200℃，190℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：190℃，注塑压力 90MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 120℃恒温 10 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 10

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 54 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料滑石粉 1 份，淀粉月桂酸酯 26 份，剑麻纤维 15 份，成核剂 4，6-二叔丁基苯基磷酸钠 5 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，硅烷偶联剂 γ-氨丙基三乙氧基硅烷 0.2 份，增韧改性剂聚乙二醇 0.1 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出

造粒，螺杆各段温度设定分别为：160℃，170℃，180℃，190℃，180℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：180℃，注塑压力 90MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 120℃恒温 10 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

实施例 11

真空干燥的低 D（聚 D-乳酸）含量聚 L-乳酸 54 份，粒径为 1250 目-12500 目的无机填料碳酸钙 5 份，淀粉醋酸酯 30 份，洋麻纤维 15 份，成核剂二氧化硅 1 份，润滑剂硬脂酸铝 0.3 份，硅烷偶联剂 γ-(甲基丙稀酰氧基)丙基三甲氧基硅烷 0.5 份，增韧改性剂聚己内酯 1 份于双螺杆挤出机中熔融共混均匀后挤出造粒，螺杆各段温度设定分别为：160℃，170℃，180℃，190℃，180℃，转速为：50rpm。造粒后于注塑机中注塑成型，注塑温度为：180℃，注塑压力 80MPa，停留时间约为 40 秒。将注塑得到的样品于烘箱中 120℃恒温 10 分钟。其力学性能和耐热性能见表 1。

表 1：实施例 1-11 所制备的聚乳酸复合物的性能

性能 / 实施例	拉伸强度 (MPa)	弹性模量 (MPa)	缺口冲击强度 ($KJ \cdot m^{-2}$)	维卡软化温度(℃)
1	68.6	2427	6.02	93.5
2	66.7	3039	6.62	94.7
3	44.5	1992	4.25	86.2
4	30.1	2164	2.5	94.7
5	20.9	1958	3.13	96.2
6	21.5	2085	3.07	88.5
7	24.1	1867	2.38	90.6
8	25.9	1938	3.31	93.8

9	27.2	2086	2.47	93.2
10	22.5	2014	3.09	94.1
11	20.8	2113	3.17	93.6

从表 1 可以看出：本发明制备的聚乳酸复合材料具有优异的耐热性能，维卡软化温度高于 80℃，完全可以满足一次性餐具等领域对耐热性及其它性能等方面的要求；此外在保证了聚乳酸复合材料可降解性的前提下，力学性能优异，其中拉伸强度可达 20-70MPa，弹性模量可达 1800-3500MPa。

本发明中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代，但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

尽管对本发明已作出了详细的说明并引证了一些具体实例，但是对本领域熟练技术人员来说，只要不离开本发明的精神和范围可作各种变化或修正是显然的。