



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104039883 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201380005258. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 01. 15

C08K 9/08 (2006. 01)

C08K 9/10 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/586, 968 2012. 01. 16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/021548 2013. 01. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/109526 EN 2013. 07. 25

(71) 申请人 奥斯兰姆施尔凡尼亚公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 M. N. 楚尔 A. L. 莱纳夫

D. W. 约翰斯顿

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 周铁 林森

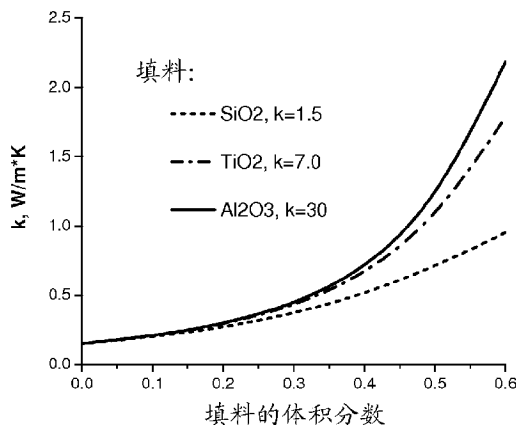
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

有机硅接枝的核-壳颗粒、聚合物基体和包含其的LED

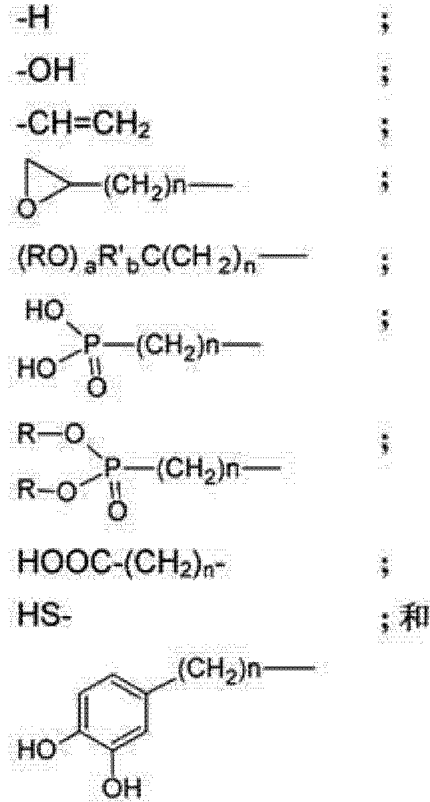
(57) 摘要

描述了有机硅接枝的核-壳颗粒, 其中所述有机硅接枝的核-壳颗粒包括无机颗粒的核和由在各个末端具有反应性基团的双-封端聚(二甲基硅氧烷)形成的接枝的聚(二甲基硅氧烷)聚合物的壳。所述有机硅接枝的核-壳颗粒可被分散在聚硅氧烷聚合物基体中并被用作LED封装材料。



1. 一种有机硅接枝的核-壳颗粒,其包括无机颗粒的核和接枝的聚(二甲基硅氧烷)聚合物的壳,其中所述壳是由在各个末端具有反应性基团的双-封端的聚(二甲基硅氧烷)形成的。

2. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中所述反应性基团选自:



其中 R 和 R' 选自甲基和乙基, a 为 1-3, b 为 3-a, 以及 n 为 1-10。

3. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中所述无机颗粒由二氧化硅、二氧化钛、氧化铝、碳酸钙或氮化铝组成。

4. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中所述无机颗粒由氧化铝组成。

5. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中所述无机颗粒由二氧化钛组成。

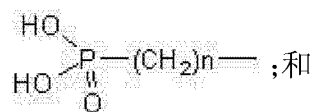
6. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中所述无机颗粒由氮化铝组成。

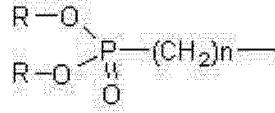
7. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中反应性基团之一是 -CH=CH₂。

8. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中反应性基团之一是 -(CH₂)_n- 并且 n 为 1-10。

9. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中反应性基团之一是 (RO)_aR'_bC(CH₂)_n- 并且 R 和 R' 选自甲基和乙基, a 为 1-3, b 为 3-a 以及 n 为 1-10。

10. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒,其中反应性基团之一选自:



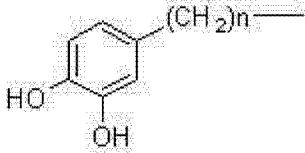


并且 R 选自甲基和乙基, 以及 n 为 1-10。

11. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒, 其中反应性基团之一为 $\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_n\text{-}$ 并且 n 为 1-10。

12. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒, 其中反应性基团之一为 HS- 。

13. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒, 其中反应性基团之一为



并且 n 为 1-10。

14. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒, 其中所述无机颗粒由二氧化硅组成并且在各个末端的所述反应性基团为 -H 。

15. 权利要求 1 的有机硅接枝的核-壳颗粒, 其中所述无机颗粒由氧化铝组成并且反应性基团之一为 $\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_n\text{-}$, n 为 1-10。

16. 一种聚合物基体, 其包含多个分散在聚硅氧烷聚合物中的有机硅接枝的核-壳颗粒。

17. 权利要求 16 的聚合物基体, 其进一步包含发光体。

18. 包括封装在聚合物基体中的 LED 芯片的 LED, 所述聚合物基体包含多个分散在聚硅氧烷聚合物中的有机硅接枝的核-壳颗粒。

19. 权利要求 18 的 LED, 其中所述聚合物基体进一步包含发光体。

有机硅接枝的核-壳颗粒、聚合物基体和包含其的 LED

[0001] 相关申请的交叉引用

本申请要求 2012 年 1 月 16 日提交的题目为“有机硅接枝的核-壳颗粒、聚合物基体和包含其的 LED”的美国专利申请 No. 61/586, 968 的优先权, 其整个内容在此通过引用并入本文。

技术领域

[0002] 本发明涉及有机硅聚合物并且更具体地涉及用于发光二极管(LED)的有机硅聚合物。

[0003] 发明背景

发光二极管的一种标准设计采用用在蓝色发光元件上成型的荧光磷光体填充的聚合物材料(所谓的磷光体-转换 LED 或 pc-LED)。这种设计允许高效率的大批量生产 LED, 并且在发光中具有低可变性。对于该设计, 使用了荧光磷光体粉末的混合物来获得所需的光谱。对于该聚合物基体, 有机硅由于其高光学透明性、热稳定性和容易加工性, 是首选的材料。磷光体填充的聚合物设计的一个显著的缺点是由发光颗粒至外部环境的低效的热转移。必须有效地移除作为将短波长蓝光转换成长波长光(例如黄光)的结果而产生的热, 否则 LED 的升高的操作温度将导致降低的光效和发光材料过早降解。

[0004] 由磷光体颗粒的热转移通过周围的聚合物基体层发生, 其通常具有差的热转移性能。有机硅的热导率在 0.12-0.20 瓦/米开尔文(W/mK)之间变化, 聚合物的总范围为约 0.1-0.5W/mK。热导率最高的聚合物材料为半结晶的聚合物, 其由于高程度的晶体光散射而不适于 LED 封装。开发了多种通过并入金属或陶瓷粉末来增大聚合物的热导率的解决方案。然而, 由于在常规共混物中填料颗粒的大尺寸, 这类复合物不是光学透明的。

[0005] 此外, 除了热导率以外, 随着发光二极管快速扩展至通用照明领域, 对于阻燃光学等级聚合物的需求也在增加。根据 LED 发光产品的 ANSI/UL 8750 标准, 固定装置的外壳(外件)必须以保证保护附近建筑免于可能由所述固体装置内的点燃(ignition)导致的火灾的方式设计。如果将聚合物用于外壳, 对于 LED 镜头要求 V-1 的易燃性等级和对于所有其他部分要求 5-VA 的易燃性等级(ANSI/UL 94)。在市场上的光学等级塑料之中, 仅特殊的阻燃聚碳酸酯满足这些标准。相比于聚碳酸酯, 有机硅在与磷光体共混和部件的制造方面提供了许多优点。因此, 将阻燃性加入到一套其他性能中将允许使用有机硅作为封装材料(encapsulant)而不必围绕 LED 模块构造额外的保护外壳。

[0006] 通常, 有机硅的阻燃性可以通过并入各种无机填料例如云母、二氧化钛、炭黑、碳酸钙或硅藻土来改善。这些填料缩短了点燃时间并且充当了炭源以将燃烧区域与材料的邻近区域隔离开来。无机填料的显著缺点是由于它们的加入导致的透明性损失, 因此它们仅可以用于透明性不是很重要的产品中。其它可能性包括使用铂盐和铯盐以及稀土金属的氧化物。这些添加剂可以在一定程度上改善阻燃性而无需妥协透明性。然而, 它们高昂的成本阻碍了它们的大量使用。

[0007] 气相二氧化硅也已知作为有机硅的填料, 主要用于提高粘度和拉伸强度以及降低

成本。二氧化硅颗粒的表面通常用六甲基二硅氮烷变得疏水以改善与有机硅的相容性。然而,这种方法不能提供足够的相容性,因为由于大聚集颗粒的散射可能损失一些透射光。

[0008] 文献中已经报道了由用单缩水甘油醚封端的聚(二甲基硅氧烷) (PDMS-G) 接枝的二氧化硅纳米颗粒组成的星型聚合物显示出提高的热稳定性。Liu 等, *Poly(dimethylsiloxane) Star Polymers Having Nanosized Silica Cores*, *Macromol. Rapid Commun.*, 25 (2004) 1392-1395。然而,已经注意到空间位阻限制了能够与上述二氧化硅表面反应的 PDMS-G 的量。此外,PDMS-G 用非反应性的正丁基封端,这将具有限制交联和使聚合物壳致密化的缺点。

[0009] 因此,提供用于 LED 的具有提高的热导率或阻燃性的透光有机硅材料将是一种优势。

[0010] 发明概述

本发明的一个目的在于消除现有技术的缺点。

[0011] 本发明的另一个目的是提供具有提高的热导率或阻燃性的有机硅聚合物。

[0012] 本发明的又一个目的是提供具有足以用于发光二极管(LED)的光学性能的有机硅聚合物。

[0013] 在本发明的一个方面,提供了有机硅接枝的核-壳颗粒,其具有由无机颗粒组成的核和由接枝的聚(二甲基硅氧烷) (PDMS) 组成的壳。优选地,所述壳由双封端的 PDMS 形成,其中各个末端具有反应性官能团,例如 -H 或 -OH。无机核颗粒优选具有至少 1W/mK 的热导率并且优选为具有 10-200nm 的优选粒径的二氧化硅(SiO₂) 纳米颗粒。末端官能化的 PDMS 聚合物优选具有 1000 至 50000g/mol 的分子量。

[0014] 在本发明的另一个方面,所述有机硅接枝的核-壳颗粒被分散在聚硅氧烷聚合物基体中并且被作为 LED 的封装材料应用。优选地,发光体例如磷光体或量子点材料也分散在聚合物基体中以将 LED 发射的一些光转化成具有不同波长的光。该二氧化硅-有机硅混合颗粒(hybrid particle) 的致密的聚合物壳还可以最小化聚集并且保持聚合物基体中的颗粒尺寸很小,即使是在非常高的含量下。较小的粒径也可以进一步降低光散射。

[0015] 附图简要说明

图 1 说明了制备有机硅接枝的核-壳颗粒的合成步骤。

[0016] 图 2 是显示具有三种不同填料的复合材料的计算热导率的图。

[0017] 图 3 是显示纯的有机硅和具有 50wt% SiO₂ 和 62wt% SiO₂ 的二氧化硅-有机硅混合颗粒的实验热导率值的图。

[0018] 图 4 和图 6 显示了 SiO₂-PDMS 混合物(短划线)和纯的 PDMS (实线),和 PDMS+50% SiO₂ (点划线) 在空气中的热重分析。

[0019] 图 5 和 7 是透过 SiO₂-PDMS 共混物和 PDMS+50% SiO₂ 的 1mm 的流延膜的光透射的比较图。

[0020] 图 8 显示了与单独 PDMS 相比 SiO₂-PDMS 混合物的通过燃烧微量热法测量的热释放速率。

[0021] 图 9 显示了 SiO₂-PDMS 的透射电子显微照片。

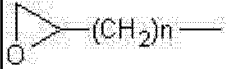
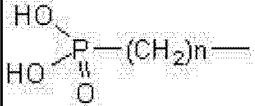
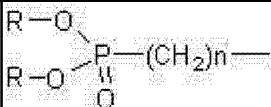
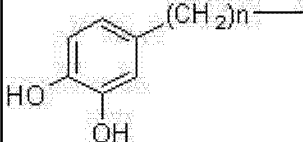
[0022] 图 10 是具有根据本发明的具有含二氧化硅聚合物封装材料的 LED 的示意图。

[0023] 发明详述

为了更好地理解本发明,以及本发明的其它和进一步的目的、优点和性能,参考以下公开内容和附带的权利要求并且结合上述附图。

[0024] 图 1 说明了制备有机硅接枝的核-壳颗粒,特别是聚(二甲基硅氧烷)接枝的核-壳颗粒的合成步骤。圆圈表示无机颗粒;R 表示对颗粒的表面呈反应性的官能端基(参见表 1);R¹ 表示官能团 R 与颗粒的表面基团反应的产物;n 是聚合物的聚合度;和 x 是每个颗粒的接枝链的数量。核-壳颗粒的优选材料包括二氧化硅(硅土)、二氧化钛(人造金红石)、氧化铝(矾土)、碳酸钙、氮化铝以及具有 1W/mK 和更高热导率的其它材料。可能的反应性末端官能团在表 1 中给出。所述基团与颗粒的表面反应,产生共价或非共价键。取决于配体,所述方法可能需要催化剂。所述合成可能涉及溶剂也可能不涉及溶剂。

[0025] 表 1. 官能端基的实例

基团 R 的名称	基团 R 的结构
环氧烷基 :n=1...10。共价加成 ;催化剂 :锡或钛的盐。	
羟基 :共价加成 ;催化剂 :锡或钛的盐。	HO-
三烷氧基烷基 :R, R ¹ = 甲基、乙基 ;a=1...3 ;b=(3-a) ;n=1...10。共价加成	$(RO)_a R^1_b C(CH_2)_n-$
烷基磷酸 :n=1-10。共价和非-共价加成	
烷基磷酸,二烷基酯 :R= 甲基、乙基。共价和非-共价加成	
羧酸,共价和非-共价加成	HOOC-(CH ₂) _n -
硫化物,共价和非-共价加成	HS-
邻苯二酚 :n=1...10。非-共价加成	

[0026] 聚合物基体中颗粒的混合物的热导率遵循等效介质近似法。根据 Bruggeman 模型,复合材料的有效热导率由等式 1 得到,其中 X_f 是填料的体积分数,k_f、k_m、k_c 分别为填料、基体和复合材料的热导率值。

$$\frac{k_c}{k_m} = \left(\frac{k_f - k_c}{k_f - k_m} \right) * \frac{1}{(1 - X_f)^3} \quad (1).$$

[0027] 图 2 是显示具有三种不同的分散于具有 0.15W/mK 热导率的有机硅基体中的填料,二氧化硅(SiO₂)、二氧化钛(TiO₂)和氧化铝(Al₂O₃)的复合材料的计算热导率的图。热导率的值在 300K 的温度下给出。

[0028] 核-壳颗粒(也称为混合颗粒)作为具有“有效折射率”的颗粒与光相互作用,所述“有效折射率”是核和壳材料的折射率的组合(等式 2):

$$n_{c-s} = (n_c - n_s) \frac{r^3}{(r+h)^3} + n_s \quad (2)。$$

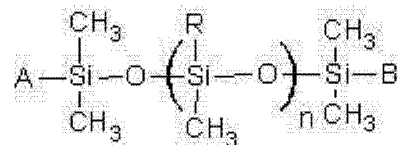
[0029] 此处, n_{c-s} 、 n_c 和 n_s 分别是核-壳颗粒、核和壳的材料折射率, r 是核的半径, h 是壳的厚度。当总体粒径比光的波长小得多并且 n_{c-s} 等于聚合物基体的折射率时, 将这种颗粒并入基体将产生非-散射性透明材料。

[0030] 表 2 给出了涂有由具有 1.395 的折射率的聚(二甲基硅氧烷)组成且厚度为 5mm 的壳和由具有 1.460 或 1.537 的折射率的聚(二苯基硅氧烷)-共-(二甲基硅氧烷)共聚物组成的基体的四种不同的材料的计算的所需核尺寸。所述计算基于等式(1)和(2)。核颗粒的尺寸是指为了使核-壳颗粒的有效折射率等于基体的有效折射率所需的颗粒直径。填料的最高体积分数是指不添加任何基体聚合物时的体积分数。

[0031] 表 2. 透明复合材料的核尺寸和体积分数的计算

$n_{\text{基体}}$	$n_{\text{壳}}$	壳的厚度, nm	核材料	$n_{\text{核}}$	核颗粒的尺寸, nm	填料的最高体积分数, %	填料的热导率, W/mK	在最高体积分数下的热导率, W/mK
1.460	1.397	5.0	SiO ₂	1.532	34.5	46.6%	1.5	0.63
1.537	1.397	5.0	TiO ₂	2.432	10.5	13.5%	7.0	0.23
1.537	1.397	5.0	AlN	2.170	13.0	18.1%	30.0	0.27
1.537	1.397	5.0	Al ₂ O ₃	1.755	27.1	39.0%	30.0	0.65

[0032] 在一个优选的实施方案中, 所述聚硅氧烷表面改性剂具有下式:



其中 A、R 和 B 表示以下官能团:

A: -OH、-H

B: -OH、-H、-CH=CH₂

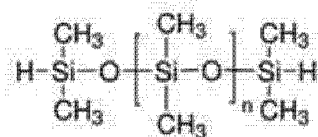
R: -CH₃、-C₂H₅、-C₆H₅、-CH₂CH₂CF₃

下标 n 是聚合物的聚合度, x 是每个颗粒的接枝链的数量。A 和 B 表示在硅氧烷聚合物链的末端处的反应性端基。所述接枝通过颗粒的表面羟基与聚合物链的反应性端基(例如氢化物或硅醇基团)的反应发生。所述反应可以通过锡的盐催化, 溶剂可以是聚硅氧烷的任何良溶剂, 例如甲苯、二甲苯、乙基苯、甲基异丁基酮(MIBK)、四氢呋喃(THF)、氯仿或甲基乙基酮。使用在两个末端均具有反应性基团的双封端的聚(二甲基硅氧烷)来形成所述接枝的颗粒以具有使所述接枝的颗粒交联成为弹性体网络的能力。

[0033] 聚(二甲基硅氧烷)接枝的二氧化硅颗粒

实施例 1

将以 6mL 分散体的量的二氧化硅纳米颗粒 (MIBK-ST, 在甲基异丁基酮中的 30wt% 的分散体, 平均尺寸 20 nm, 由 Nissan Chemicals 获得) (2g 的 SiO₂) 用 14mL 的甲基异丁基酮 (MIBK) 稀释, 将 30mg 的 SnCl₂ · 2H₂O 溶解在混合物中。将混合物转移到填充有氮气的烧瓶中并且滴加 0.4mL 的氢-封端的聚(二甲基硅氧烷)



的 0.5g/mL 的 MIBK 溶液 (DMS-H21, 6,000 g/mol, 由 Gelest, Inc. 获得)。将所述烧瓶连接到氮气管线, 在 100°C 下浸渍到油浴中并且在氮气保护下搅拌内容物 2 小时, 随后缓慢添加另外量的氢-封端的聚(二甲基硅氧烷)的 0.5g/mL 的 MIBK 溶液, 旨在在最终产物中得到期望分数的二氧化硅。为了获得具有较低分数的二氧化硅的产物, 使用了 3.6mL 的 PDMS 溶液, 导致总共 2g 添加到烧瓶中的聚合物。为了获得具有较高分数的二氧化硅的产物, 使用了 1.6mL 的 PDMS 溶液, 导致总共 1g 添加的聚合物。

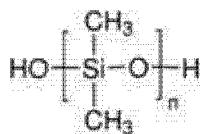
[0034] 在搅拌内容物 40 小时之后, 将烧瓶冷却至室温并且将内容物倒入 70mL 的甲醇中。形成了白色沉淀, 将其通过在 5000g 下离心 40 分钟分离, 然后重新溶解在 30mL 的甲苯中。将该溶液在浴中超声 5 分钟, 通过 0.45 μ m 的聚丙烯注射器式过滤器过滤, 并且在旋转蒸发器上浓缩至 5mL。向得到的溶液中加入 70mg 的交联剂(1,3,5,7-四乙烯基-1,3,5,7-四甲基环四硅氧烷)和 40 μ L 的 1g/L 的铂催化剂(铂羰基环乙烷基甲基硅氧烷络合物)的 THF 溶液。于室温在真空下蒸发残留的溶剂并且使固体固化 24 小时, 得到透明的弹性体。

[0035] 鉴于聚(二甲基硅氧烷)包含 32.4% 的碳(以重量计), 通过分析材料中碳的量来确定样品的组成。具有较低二氧化硅含量的样品包含 50wt% 的 SiO₂ 和 50wt% 的 PDMS 聚合物, 而具有较高二氧化硅含量的样品具有 62wt% 的 SiO₂ 和 38wt% 的 PDMS 聚合物。

[0036] 图 3 给出了纯的有机硅和具有 50wt% 的 SiO₂ 和 62wt% 的 SiO₂ 的二氧化硅-有机硅混合颗粒的实验热导率值。实线表示基于 Bruggeman 有效介质模型的计算值。考虑到单独的胶态二氧化硅纳米颗粒的热导率为 1.2W/mK, 能够进行对实验数据的最佳拟合。使用了质量分数而不是体积分数。

[0037] 实施例 2

将以 6mL 分散体的量的二氧化硅纳米颗粒 (MIBK-ST, 在甲基异丁基酮中的 30wt% 的分散体, 平均尺寸 20 nm, 由 Nissan Chemicals 获得) (2g 的 SiO₂) 用 14mL 的甲基异丁基酮 (MIBK) 稀释, 将 30mg 的 SnCl₂ · 2H₂O 溶解在混合物中。将混合物转移到填充有氮气的烧瓶中并且滴加 0.4mL 的硅醇-封端的聚(二甲基硅氧烷)



的 0.5g/mL 的 MIBK 溶液 (DMS-S31, 26,000 g/mol, 由 Gelest 获得)。将所述烧瓶连接到氮气管线, 在 100°C 下浸渍到油浴中并且在氮气保护下搅拌内容物 2 小时, 随后缓慢添加 3.6mL 的硅醇-封端的聚(二甲基硅氧烷)的 0.5g/mL 的 MIBK 溶液, 得到总共 2g 添加到烧瓶的聚合物。在将内容物搅拌 40 小时之后, 将烧瓶冷却至室温并且将内容物倒入 70mL 的甲醇中。通过在 5000g 下离心 40 分钟分离白色沉淀并且重新溶解在 30mL 的甲苯中。将溶液在浴中超声 5 分钟, 通过 0.45 μ m 的聚丙烯注射器式过滤器过滤, 并且在旋转蒸发器上浓缩至 5mL。于室温在真空下蒸发残留的溶剂并且使固体固化 24 小时, 得到透明的弹性体。

[0038] 将合成的材料(“SiO₂-PDMS 混合物”)与纯的聚(二甲基硅氧烷) (“纯 PDMS”)和与

无定型二氧化硅以 1:1 的重量比共混的聚(二甲基硅氧烷) (进一步:“PDMS+50% 的 SiO₂”) 比较。图 4 展示了 SiO₂-PDMS 混合物(短划线)和纯的 PDMS(实线),以及 PDMS+50% SiO₂ (点划线) 在空气中的热重分析。图 5 比较了透过 SiO₂-PDMS 混合物和 PDMS+50% SiO₂ 的 1mm 的流延膜的光的透射。由于通过颗粒表面的化学改性提供的二氧化硅颗粒在 SiO₂-PDMS 中的最小化的聚集,与通过机械共混制备的 PDMS+50% SiO₂ 相比, SiO₂-PDMS 混合物的透射率显著更高。

[0039] 实施例 3

将以 6mL 分散体的量的二氧化硅纳米颗粒 (MIBK-ST, 在甲基异丁基酮中的 30wt% 的分散体, 平均尺寸 20 nm, 由 Nissan Chemicals 获得) (2g 的 SiO₂) 用 14mL 的甲基异丁基酮 (MIBK) 稀释, 将 30mg 的 SnCl₂ · 2H₂O 溶解在混合物中。将混合物转移到填充有氮气的烧瓶中并且滴加 0.4mL 的氢 - 封端的聚(二甲基硅氧烷) 的 0.5g/mL 的 MIBK 溶液 (DMS-H21, 6,000 g/mol, 由 Gelest 获得)。将所述烧瓶连接到氮气管线, 在 100°C 下浸渍到油浴中并且在氮气保护下搅拌内容物 2 小时, 随后缓慢添加 3.6mL 的氢 - 封端的聚(二甲基硅氧烷) 的 0.5g/mL 的 MIBK 溶液, 得到总共 2g 添加到烧瓶中的聚合物。在将内容物搅拌 40 小时之后, 将烧瓶冷却至室温并且将内容物倒入 70mL 的甲醇中。通过在 5000g 下离心 40 分钟分离白色沉淀并重新溶解在 30mL 的甲苯中。将溶液在浴中超声 5 分钟, 通过 0.45μm 的聚丙烯注射器式过滤器过滤, 并且在旋转蒸发器上浓缩至 5mL。向得到的溶液中加入 70mg 的交联剂 (1,3,5,7-四乙基-1,3,5,7-四甲基环四硅氧烷) 和 40μL 的 1g/L 的铂催化剂 (铂羰基环乙基甲基硅氧烷络合物) 的 THF 溶液。于室温在真空下蒸发残留的溶剂并且使固体固化 24 小时, 得到透明的弹性体。

[0040] 图 6 展示了得到的 SiO₂-PDMS 混合物(短划线)和纯的 PDMS(实线), 以及 PDMS+50% SiO₂ (点划线) 在空气中的热重分析。图 7 显示了透过 SiO₂-PDMS 混合物和 PDMS+50% SiO₂ 的 1mm 的流延膜的光的透射。可以观察到所述混合材料相比机械共混物在光学透射上显著的改善, 这归功于颗粒的最小化的聚集。

[0041] 图 8 显示了相比于 PDMS 样品 (无二氧化硅), 在实施例 2 和 3 中制备的 SiO₂-PDMS 混合物的通过燃烧微量热法测量的热释放速率。每一样品以 1°C / 秒的速率在空气中从 75°C 加热至 750°C。曲线上的峰表示燃烧过程。与未填充的 PDMS 相比 SiO₂-PDMS 混合物材料的点燃和燃烧的显著延迟表明 SiO₂-PDMS 混合物材料具有更高的阻燃性。低得多的热释放速率进一步表示 SiO₂-PDMS 混合物材料具有较低的易燃性。图 9 是实施例 3 的 SiO₂-PDMS 混合物材料的透射电子显微照片。

[0042] 图 10 显示了 LED 组件 10, 其中 LED 芯片 20 安装在载体 14 中, 载体 14 具有反光侧面 18。LED 芯片 20 被封装在聚合物基体 12 中, 所述聚合物基体 12 包含有机硅接枝的核 - 壳颗粒的分散体。基体 12 进一步包含发光体的颗粒 16, 例如磷光体或量子点材料。

[0043] 虽然已经显示并且描述了本发明的目前被认为优选的实施方案, 对于本领域技术人员来说显而易见的是在不脱离由所附权利要求所限定的本发明的范围的基础上可以在本文中作出各种改变和修改。

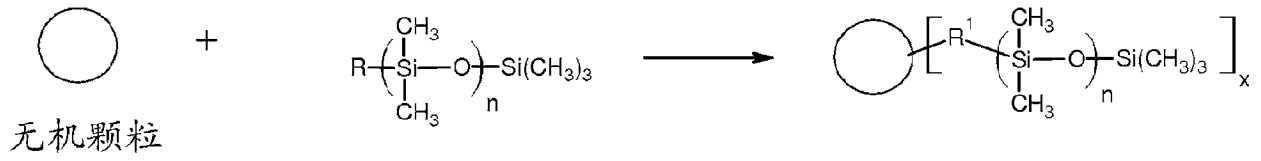


图 1

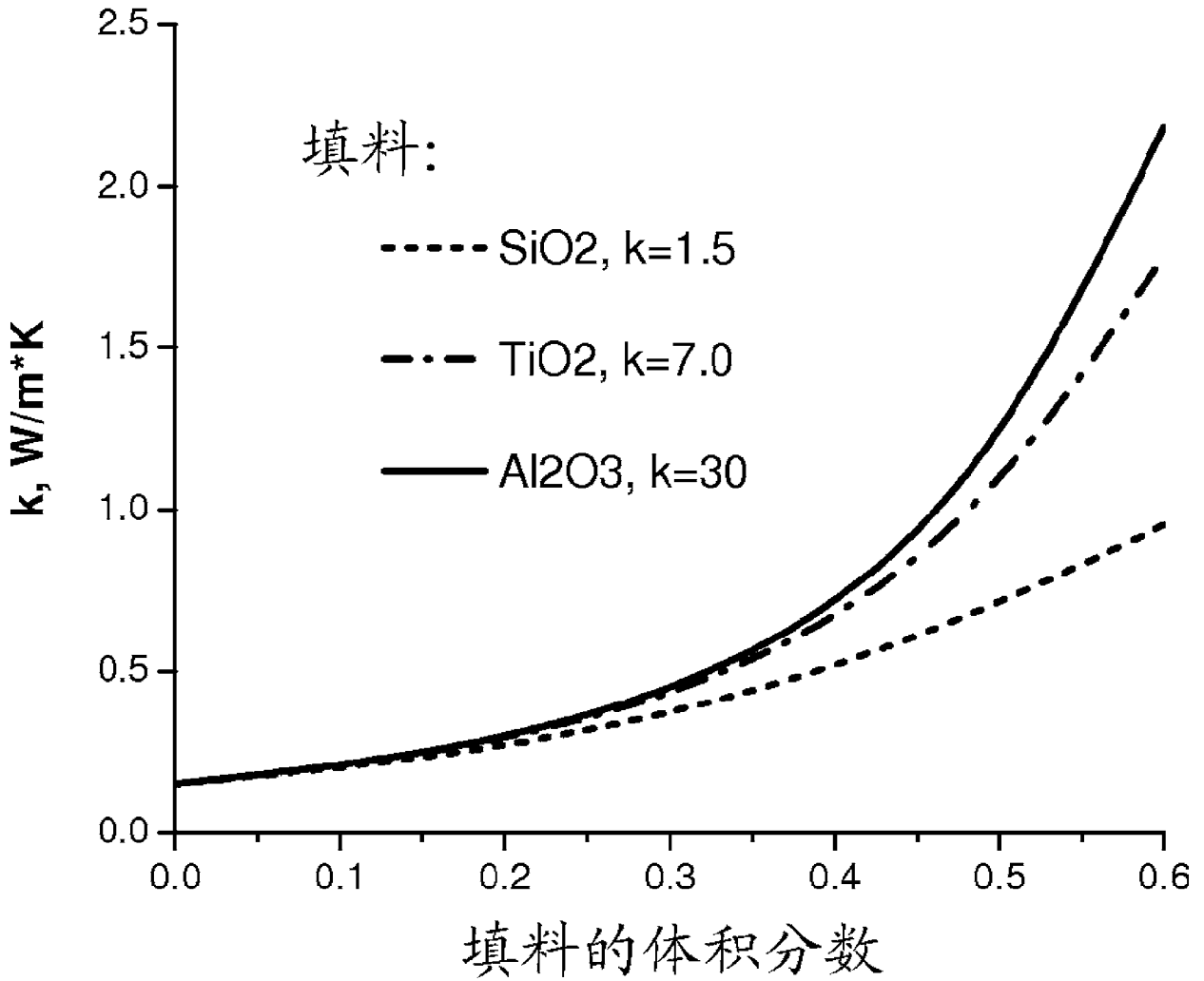


图 2

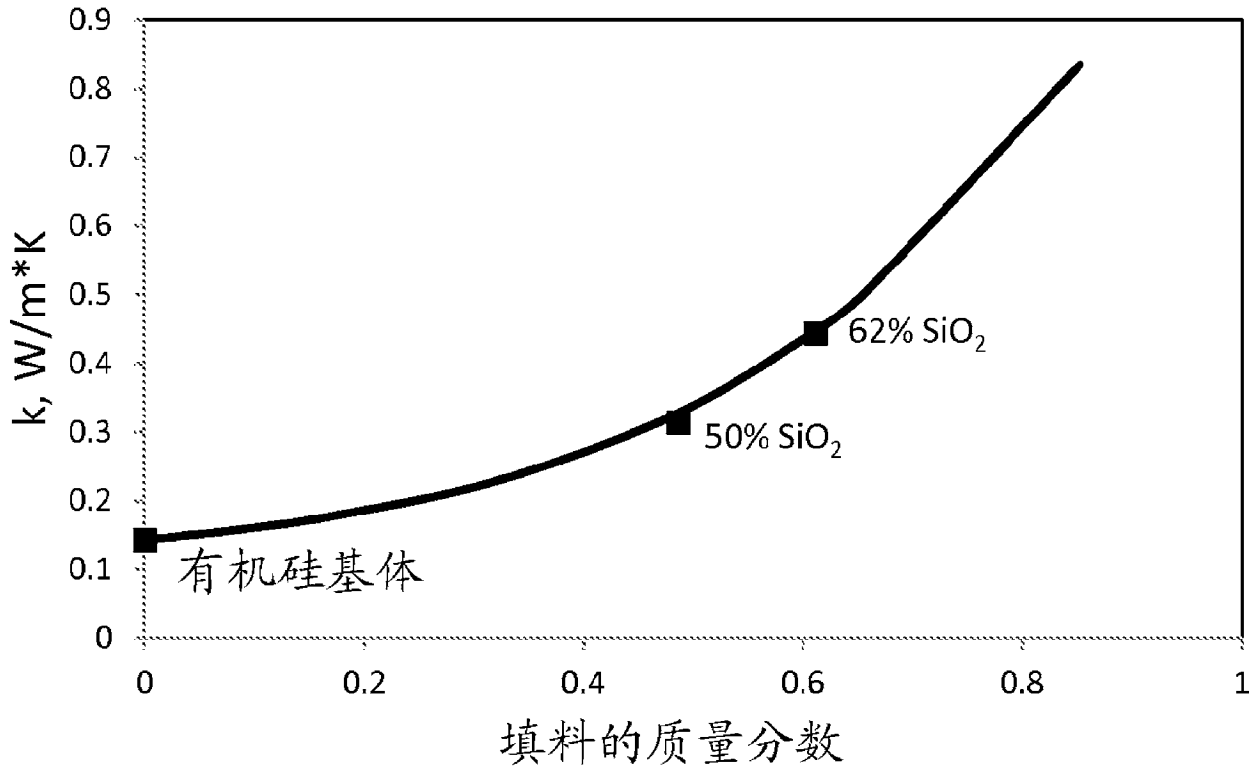


图 3

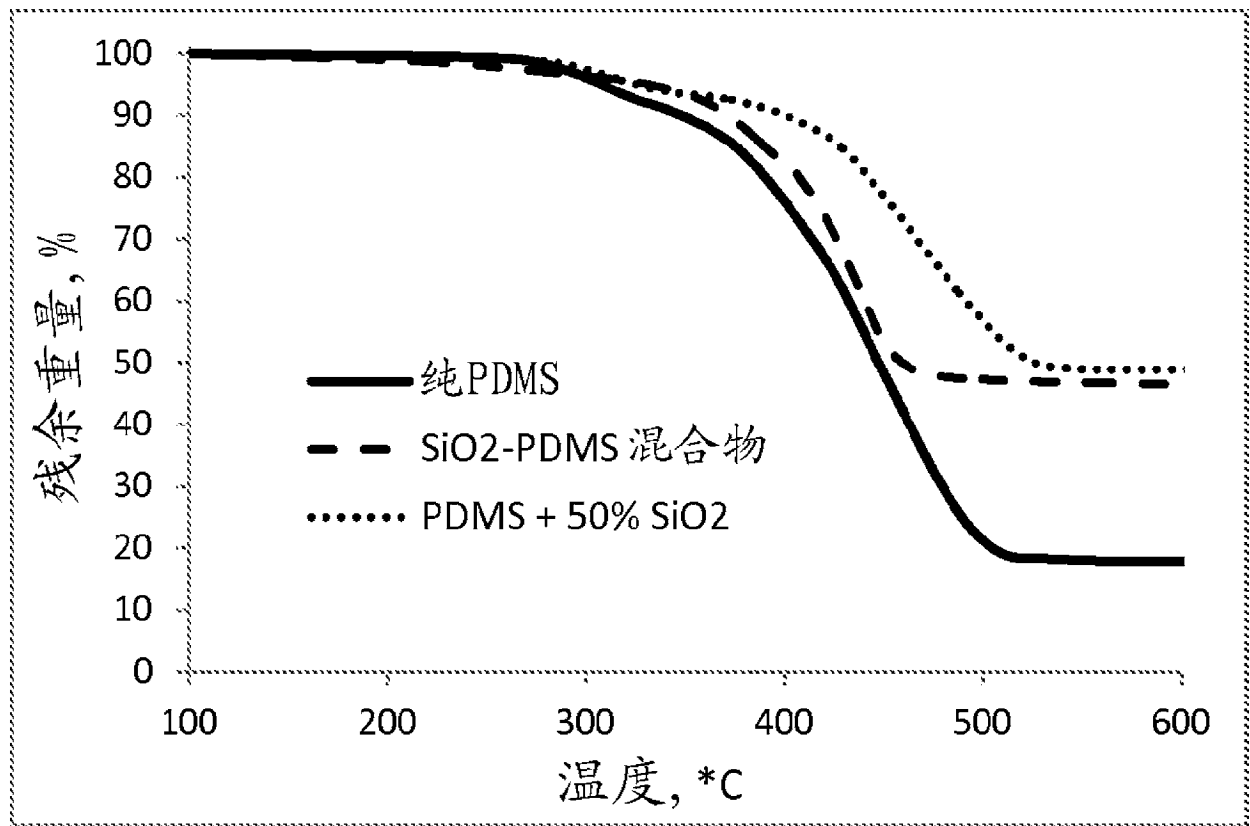


图 4

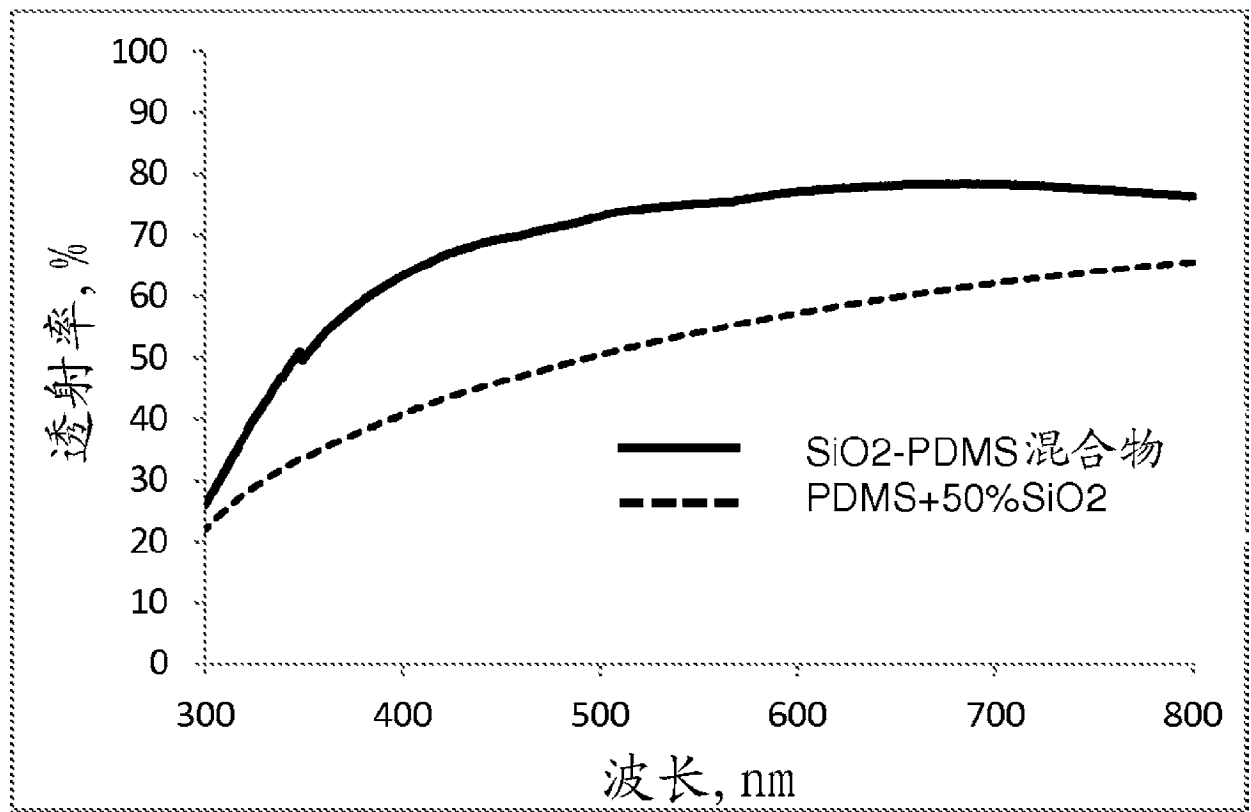


图 5

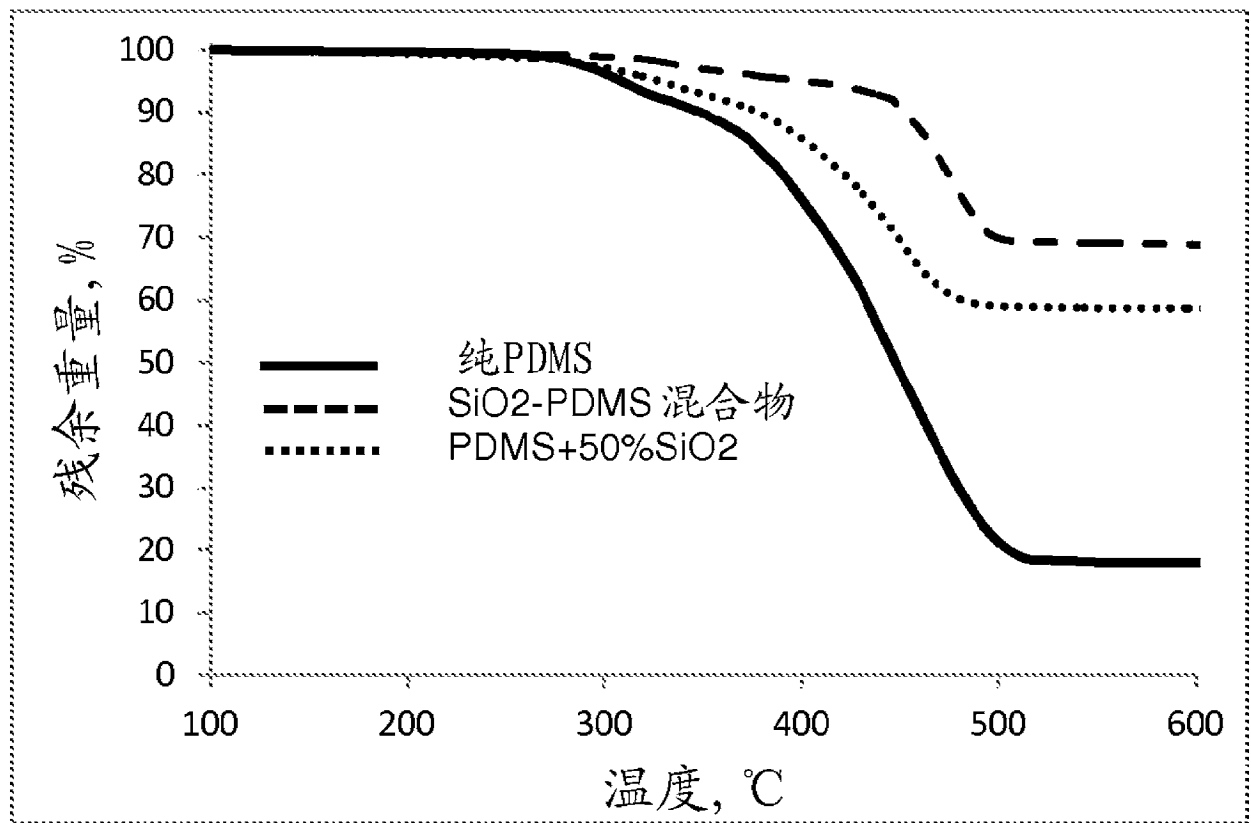


图 6

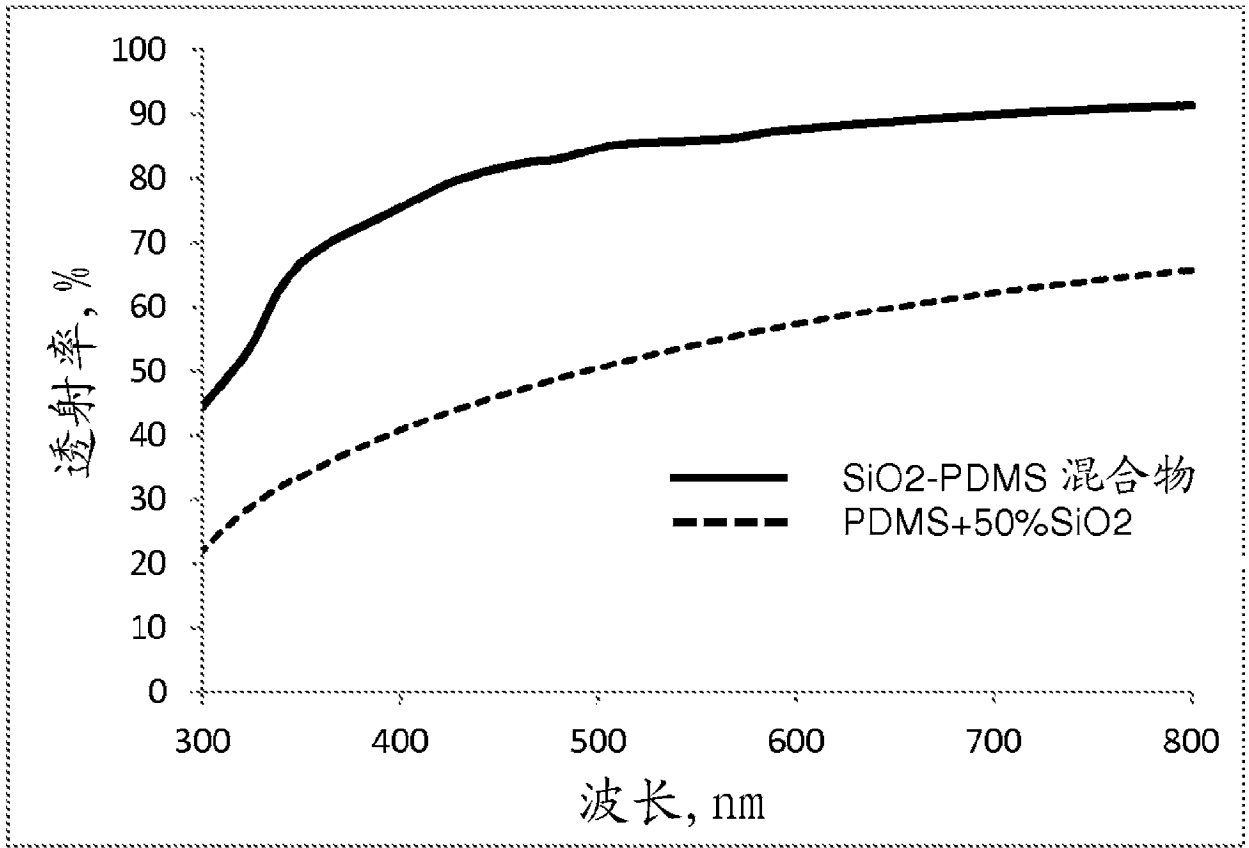


图 7

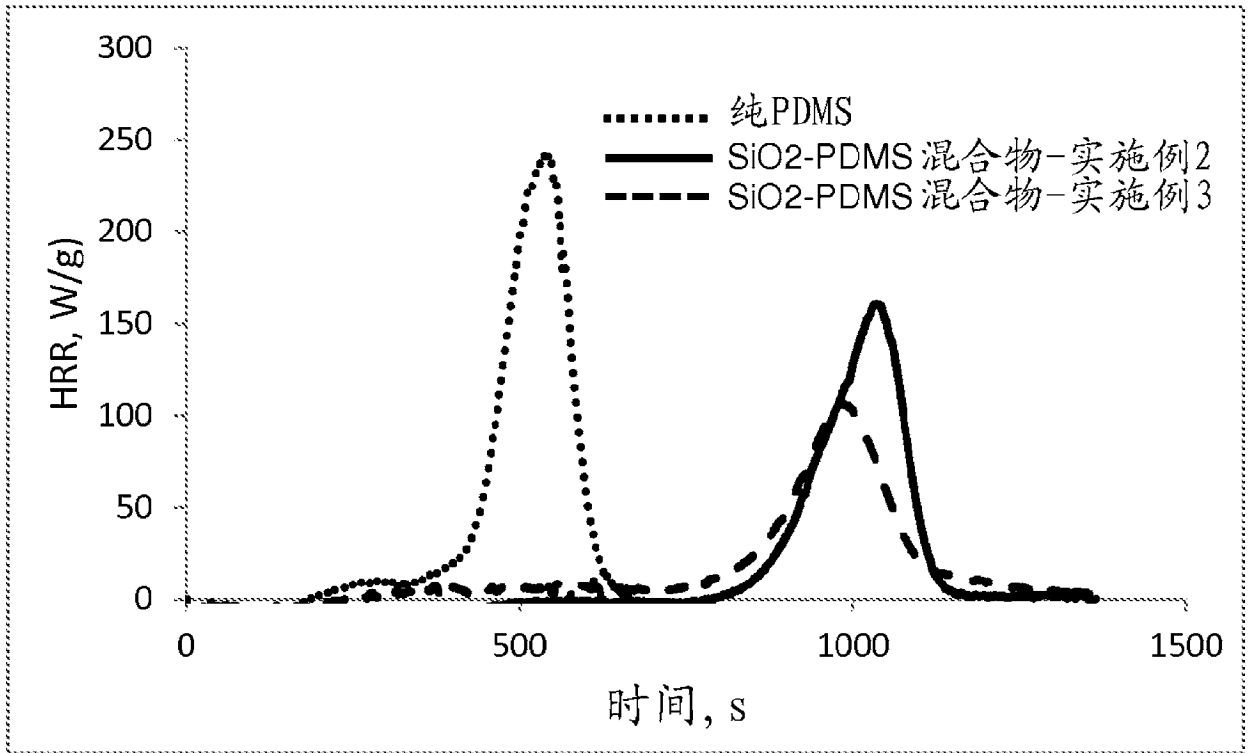
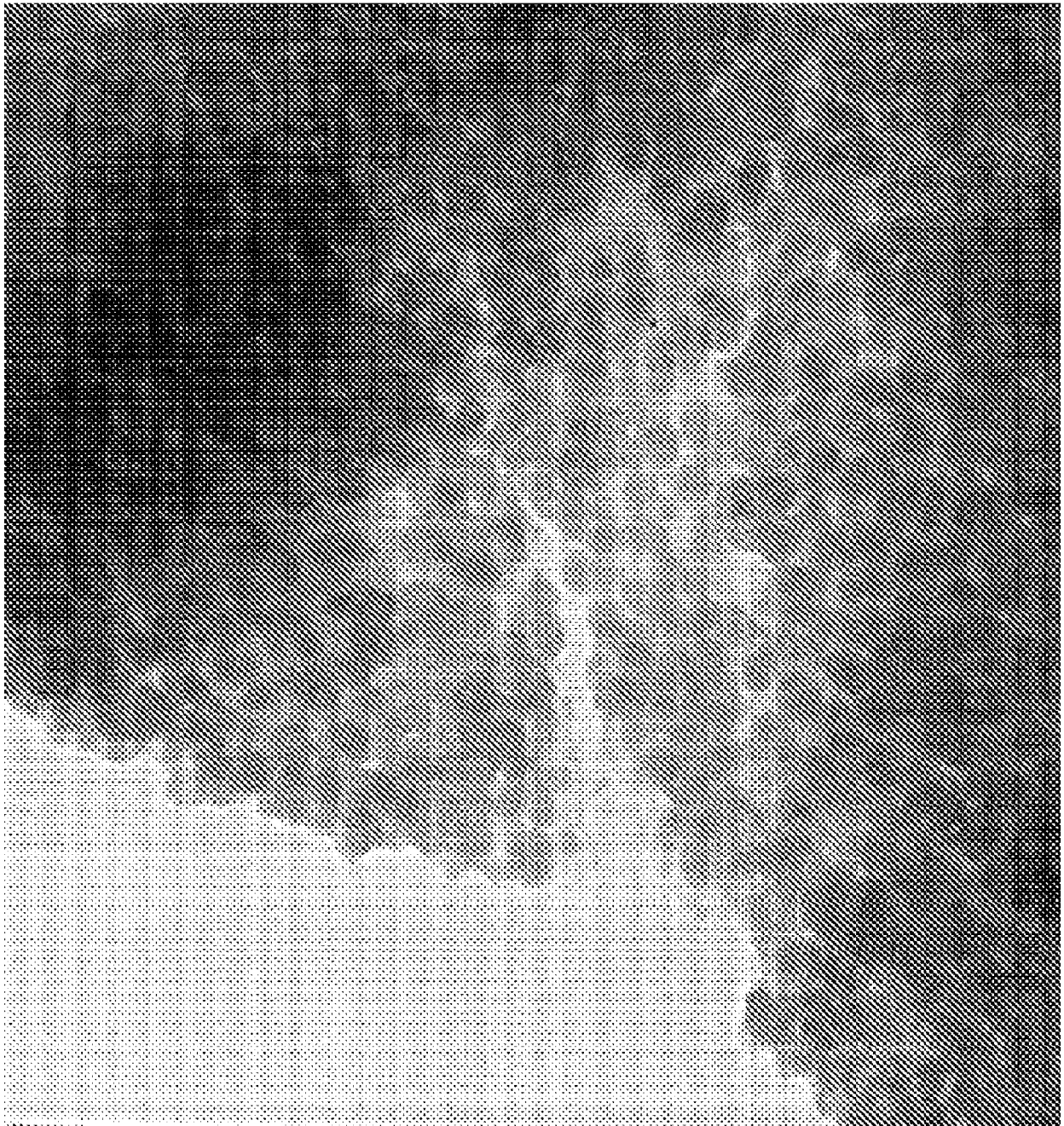


图 8



11.tif

Print Mag: 85000x @ 51 mm

TEM Mode: Imaging

Mi

100 nm

HV=100kV

Direct Mag: 33000x

图 9

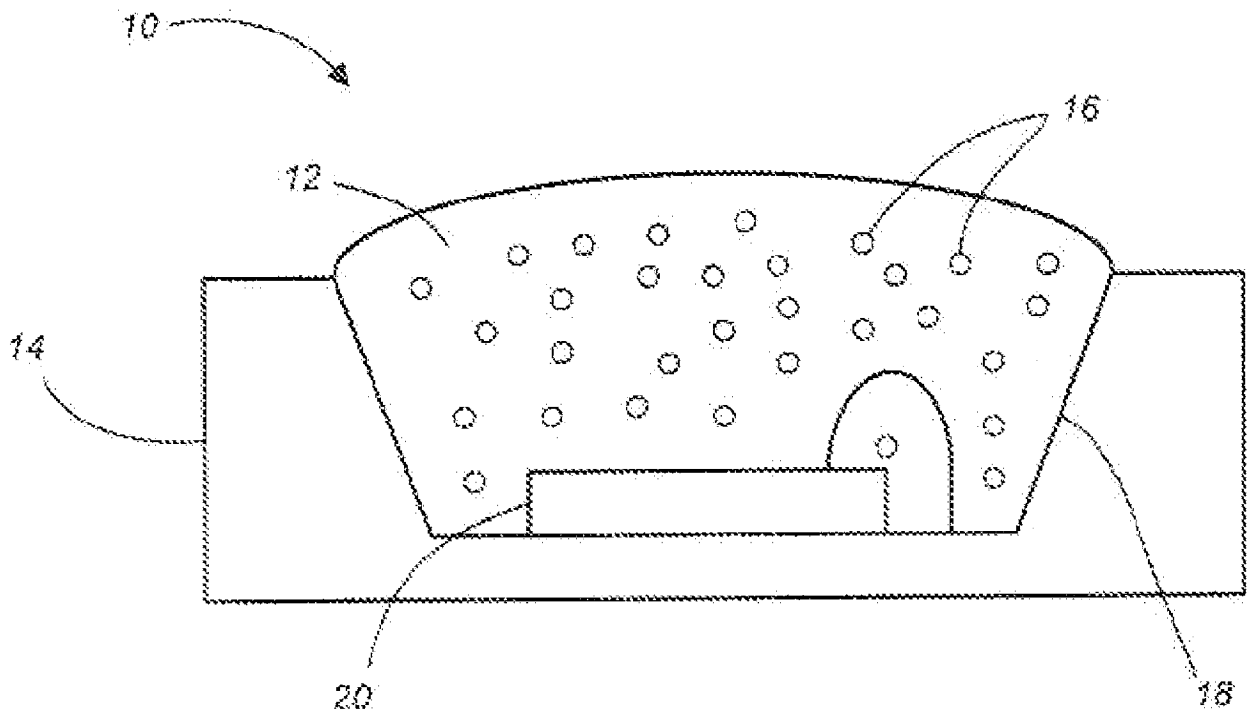


图 10