



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102046838 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 04

(21) 申请号 200980119838. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 05. 29

G23C 16/30(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/057, 128 2008. 05. 29 US

12/475, 204 2009. 05. 29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 11. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2009/008067 2009. 05. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02010/055423 EN 2010. 05. 20

(71) 申请人 乔治洛德方法研究和开发液化空气
有限公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 大窪清吾 柳田和孝 J·伽蒂诺

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 林柏楠 彭飞

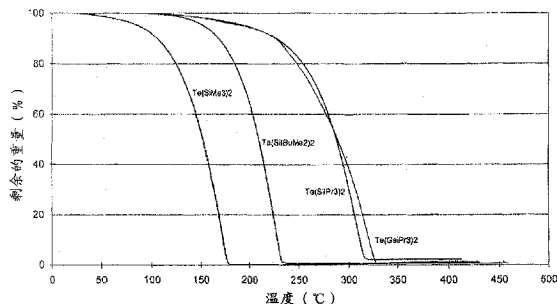
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于膜沉积的碲前体

(57) 摘要

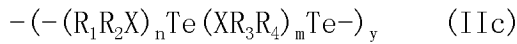
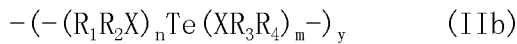
本发明公开了用于在基底上沉积含碲膜的方法和组合物。提供了反应器和放置在该反应器内的至少一个基底。提供含碲前体并将其引入反应器内,该反应器保持在至少 100℃ 的温度。通过沉积方法使碲沉积在基底上,以在该基底上形成薄膜。



1. 在基底上形成含碲膜的方法,包括:

a) 提供反应器和至少一个放置在其中的基底;

b) 将碲前体引入所述反应器内,其中该碲前体具有下述通式之一:



其中:

-X 为碳、硅、或锗;

-n 和 m 为选自 0、1 和 2 的整数;

-在式 (IIa) 和 (IIb) 中, y 为选自 2、3 和 4 的整数;

-在式 (IIc) 中, y 为选自 1、2 和 3 的整数;

-各 R_{1-6} 独立地选自: H、C1-C6 烷基、C1-C6 烷氧基、C1-C6 烷基甲硅烷基、C1-C6 全氟碳、C1-C6 烷基甲硅烷氧基、C1-C6 烷基氨基、烷基甲硅烷基氨基、以及氨基酰胺基;

c) 使所述反应器保持在至少约 100°C 的温度;以及

d) 使所述碲前体分解在所述基底上,以形成含碲膜。

2. 根据权利要求 1 的方法,进一步包括使所述反应器保持在约 100°C 至约 500°C 的温度。

3. 根据权利要求 2 的方法,进一步包括使所述反应器保持在约 150°C 至约 350°C 的温度。

4. 根据权利要求 1 的方法,进一步包括使所述反应器保持在约 1Pa 至约 10^5 Pa 之间的压力。

5. 根据权利要求 4 的方法,进一步包括使所述反应器保持在约 25Pa 至约 10^3 Pa 之间的压力。

6. 根据权利要求 1 的方法,进一步包括将至少一种还原性气体引入所述反应器中,其中该还原性气体包含选自由 H_2 、 NH_3 、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 Si_3H_8 、氢自由基、及它们的混合物组成的组中的至少一种。

7. 根据权利要求 6 的方法,其中将所述碲前体和还原性气体基本同时或先后引入反应室中。

8. 根据权利要求 7 的方法,其中将所述还原性气体和碲前体基本同时引入反应室中,且该反应室被构造成用于化学气相沉积。

9. 根据权利要求 7 的方法,其中将所述还原性气体和碲前体先后引入反应室中,且该反应室被构造成用于原子层沉积。

10. 根据权利要求 1 的方法,其中所述碲前体包含通式 (I) 的前体。

11. 根据权利要求 10 的方法,其中所述碲前体包含选自由 $Te(GeMe_3)_2$ 、 $Te(GeEt_3)_2$ 、 $Te(Ge_iPr_3)_2$ 、 $Te(Ge_tBu_3)_2$ 、 $Te(Ge_tBuMe_2)_2$ 、 $Te(SiMe_3)_2$ 、 $Te(SiEt_3)_2$ 、 $Te(Si_iPr_3)_2$ 、 $Te(Si_tBu_3)_2$ 、 $Te(Si_tBuMe_2)_2$ 、 $Te(Ge(SiMe_3)_3)_2$ 、 $Te(Si(SiMe_3)_3)_2$ 、 $Te(GeMe_3)(Si(SiMe_3)_3)$ 、以

及 $\text{Te}(\text{Ge}(\text{SiMe}_3)_2)$ 组成的组中的至少一种。

12. 根据权利要求 11 的方法,其中所述碲前体为 $\text{Te}(\text{GeMe}_3)(\text{Si}(\text{SiMe}_3)_3)$ 。

13. 根据权利要求 1 的方法,其中所述碲前体包含通式 (IIa)、(IIb)、或 (IIc) 的前体。

14. 根据权利要求 13 的方法,其中所述碲前体包含选自由 $((\text{GeMe}_2)\text{Te}^-)_3$ 、 $((\text{GeEt}_2)\text{Te}^-)_3$ 、 $((\text{GeMeEt})\text{Te}^-)_3$ 、 $((\text{GeiPr}_2)\text{Te}^-)_4$ 、 $((\text{SiMe}_2)\text{Te}^-)_3$ 、 $((\text{SiEt}_2)\text{Te}^-)_3$ 、 $((\text{SiMeEt})\text{Te}^-)_3$ 、 $((\text{SiiPr}_2)\text{Te}^-)_4$ 、 $((\text{GeMe}_2)_2\text{Te}(\text{GeMe}_2)_2\text{Te}^-)$ 、 $((\text{GeMe}_2)_3\text{Te}^-)_2$ 、 $((\text{SiMe}_2)_3\text{Te}^-)_2$ 、 $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{GeMe}_2\text{TeGeMe}_2^-$ 、以及 $\text{SiMe}_2\text{SiMe}_2\text{GeMe}_2\text{TeGeMe}_2^-$ 组成的组中的至少一种。

15. 根据权利要求 1 的方法,其中所述碲前体包含通式 (III) 或 (IV) 的前体。

16. 根据权利要求 14 的方法,其中所述碲前体包含选自由 $\text{Te}(\text{GeNtBuCH}_2\text{CH}_2\text{NtBu})$ 、 $\text{Te}(\text{GeNtBuCH}=\text{CHNtBu})$ 、 $\text{Te}((\text{GeNtBuCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NtBu}))$ 、 $\text{Te}(\text{SiNtBuCH}_2\text{CH}_2\text{NtBu})$ 、 $\text{Te}(\text{SiNtBuCH}=\text{CHNtBu})$ 、以及 $\text{Te}((\text{SiNtBuCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NtBu}))$ 组成的组中的至少一种。

17. 根据权利要求 1 的方法,进一步包括将至少一种含锆前体和至少一种含铟前体引入所述反应器;并使至少部分的含锆和含铟前体沉积到所述基底上,以形成含锆、碲和铟的膜。

18. 一种涂覆有含碲薄膜的基底,其包含权利要求 1 的方法的产物。

用于膜沉积的碲前体

技术领域

[0001] 概括而言,本发明涉及半导体、光电、平板或 LCD-TFT 装置制造的领域。

背景技术

[0002] 相变材料用于标准块状硅科技,以形成非挥发性记忆装置的存储元件。相变材料表现出至少两种不同的状态,一种是非晶的,而另一种是结晶的。非晶状态的特征是不存在结晶度或没有长程有序,这与以长程有序为特征的结晶状态相反。因此,在单位晶胞内的次序(其重复非常多次)是整体材料的代表。

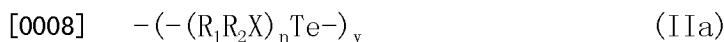
[0003] 在非挥发性记忆装置内的各个记忆存储单元可被视为在较高和较低电阻率状态之间可逆地变化的可变式电阻器,其中较高和较低电阻率状态对应于相变材料的非晶状态和结晶状态。因为各个状态能以数个量级的导电率差异表征,所以这些状态可被识别。在这些装置中,存储元件的相变通过以高编程电流直接加热相变材料来进行。通常,双极晶体管系用于通过直接加热相变材料来传送高编程电流。该高电流造成相变材料被直接加热,其可导致相变材料随着重复的编程操作而劣化,从而降低记忆装置的性能。

[0004] 在现在实际使用的材料中,大部分都含有锗。在这些材料里,研究得最透彻的材料是 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 。尽管沉积可通常以等离子体气相沉积(PVD)技术进行,例如以溅射法、化学气相沉积法(CVD)和原子层沉积法(ALD)以及包括脉冲-CVD、远程等离子体CVD、等离子体辅助CVD、等离子体强化CVD的相关技术进行,但目前仍对各种各样材料进行研究,以克服在复杂结构(包括由沟槽所构成的那些)内沉积的困难。例如,已报导了 $\text{Ge}(\text{tBu})_4$ 、 $\text{Sb}(\text{iPr})_3$ 和 $\text{Te}(\text{iPr})_2$ 的使用。然而,使用该类分子沉积锗-锑-碲(GST)材料引发了若干难题。例如,许多含锗前体对于可再现过程而言热稳定性不足。虽然本技术领域已有显著进展,但仍持续关注具有提高稳定性的前体化合物的设计和使用。

[0005] 因此,仍然需要足够稳定的、可在低温进行沉积的含碲前体。

发明概要

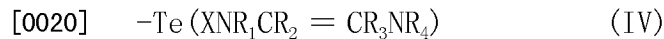
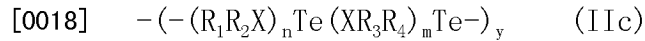
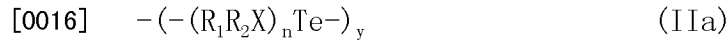
[0006] 本发明提供了用于在基底上沉积含碲膜、或碲化锗锑("GST")膜的新颖方法和组合物。在一具体实施方式中,用于在基底上沉积碲或GST型膜的方法包括提供反应器、以及放置在该反应器内的至少一个基底。提供含碲前体,其中该前体具有下述通式之一:



[0013] 其中各 R_{1-6} 独立地选自: H、C1-C6 烷基、C1-C6 烷氧基、C1-C6 烷基甲硅烷基、C1-C6 全氟碳、C1-C6 烷基甲硅烷氧基、C1-C6 烷基氨基、烷基甲硅烷基氨基、以及氨基酰胺基; X 为

碳、硅、或锗；n 和 m 为选自于 0、1 和 2 的整数；在化学式 (IIa) 与 (IIb) 中，y 为选自 2、3 和 4 的整数；在化学式 (IIc) 中，y 为选自 1、2 和 3 的整数。将该含碲前体引入反应器内。将所述反应器保持在至少 100°C 的温度，使至少部分的该前体沉积至基底上，以形成含碲膜。

[0014] 在一具体实施方式中，碲前体包括具有下述通式之一的前体：



[0021] 其中各 R_{1-6} 独立地选自：H、C1-C6 烷基、C1-C6 烷氧基、C1-C6 烷基甲硅烷基、C1-C6 全氟碳、C1-C6 烷基甲硅烷氧基、C1-C6 烷基氨基、烷基甲硅烷基氨基、以及氨基酰胺基；X 为碳、硅、或锗；n 和 m 为选自于 0、1 和 2 的整数；在式 (IIa) 与 (IIb) 中，y 为选自 2、3 和 4 的整数；在式 (IIc) 中，y 为选自 1、2 和 3 的整数。

[0022] 本发明的其它实施方式可以包括，但不限于，一个或多个下述特征：

[0023] - 使所述反应器保持在约 100°C 至约 500°C、且优选约 150°C 至约 350°C 的温度；

[0024] - 使所述反应器保持在约 1Pa 至约 10^5 Pa、且优选约 25Pa 至约 10^3 Pa 之间的压力；

[0025] - 将至少一种还原性气体引入反应器，其中该还原性气体为下述中的至少一种：氢；氨；硅烷；二硅烷；三硅烷；氢自由基；及它们的混合物；

[0026] - 将所述碲前体和还原性气体基本上同时地或依序地引入反应室中；

[0027] - 将所述碲前体和还原性气体基本上同时地引入反应室，且该反应室被构造为用于化学气相沉积法；

[0028] - 将所述碲前体和还原性气体依序地引入反应室，且该反应室被构造为用于原子层沉积法；

[0029] - 一种涂覆有含碲薄膜的基底；

[0030] - 引入至少一种含锗前体和至少一种含铟前体；并使至少部分的含锗和含铟前体沉积在基底上，以形成含锗、碲和铟 (GST) 的膜；以及

[0031] - 碲前体为下述中的至少一种： $Te(GeMe_3)_2$ ； $Te(GeEt_3)_2$ ； $Te(Ge_iPr_3)_2$ ； $Te(Ge_tBu_3)_2$ ； $Te(Ge_tBuMe_2)_2$ ； $Te(SiMe_3)_2$ ； $Te(SiEt_3)_2$ ； $Te(Si_iPr_3)_2$ ； $Te(Si_tBu_3)_2$ ； $Te(Si_tBuMe_2)_2$ ； $Te(Ge(SiMe_3)_3)_2$ ； $Te(Si(SiMe_3)_3)_2$ ； $Te(GeMe_3)(Si(SiMe_3)_3)$ 、 $Te(Ge(SiMe_3)_3)_2$ ； $((GeMe_2)Te-)_3$ ； $((GeEt_2)Te-)_3$ ； $((GeMeEt)Te-)_3$ ； $((Ge_iPr_2)Te-)_4$ ； $((SiMe_2)Te-)_3$ ； $((SiEt_2)Te-)_3$ ； $((SiMeEt)Te-)_3$ ； $((Si_iPr_2)Te-)_4$ ； $((GeMe_2)_2Te(GeMe_2)_2Te-)$ ； $((GeMe_2)_3Te-)_2$ ； $((SiMe_2)_3Te-)_2$ ； $CH_2CH_2GeMe_2TeGeMe_2-$ ； $SiMe_2SiMe_2GeMe_2TeGeMe_2-$ ； $Te(GeNtBuCH_2CH_2NtBu)$ ；

[0032] $Te(GeNtBuCH = CHNtBu)$ ；

[0033] $Te((GeNtBuCH(CH_3)CH(CH_3)NtBu)$ ；

[0034] $Te(SiNtBuCH_2CH_2NtBu)$ ；

[0035] $Te(SiNtBuCH = CHNtBu)$ ；以及

[0036] $Te((SiNtBuCH(CH_3)CH(CH_3)NtBu)$ 。

[0037] 前文已相当广泛地描述了本发明的特征和技术优势,以期更好地了解下文对本发明的详细说明。本发明的额外特征及优势将说明于下文,它们构成了本发明权利要求的主题。本领域技术人员应可理解到所描述的概念和特定具体实施方式可容易地用作修改或设计用于实现本发明相同目的的其他结构的基础。本领域技术人员也应可领悟到这些等效结构并不偏离所述权利要求中阐述的本发明实质和保护范围。

[0038] 符号和命名

[0039] 某些术语用于整个下文和权利要求以指称各种组分与成分。本文并不意图区分名称相异而非功能相异的组分。

[0040] 在本文中,术语“烷基”是指仅含碳和氢原子的饱和官能团。此外,术语“烷基”可以指直链、支链、或环状烷基。直链烷基的例子包括但不限于:甲基、乙基、丙基、丁基,等等。支链烷基的例子系包括但不限于:叔丁基。环烷基的例子包括但不限于:环丙基、环戊基、环己基,等等。

[0041] 在本文中,缩写“Me”是指甲基;缩写“Et”是指乙基;缩写“tBu”是指叔丁基;缩写“iPr”是指异丙基。

[0042] 在本文中,术语“独立地”在用于描述R基团的上下文时,应被理解为表示目标R基团不仅相对于带有不同下标或上标的其它R基团独立地选择,并且相对于该相同R基团的任何另外种类也独立地选择。例如,在化学式 $MR_x^1(NR^2R^3)_{(4-x)}$ 中,其中x为2或3,该二个或三个R¹基团可以,但不一定,彼此相同或与R²或和R³相同。另外,应当理解,除非另有明确指出,否则在使用于不同化学式时,R基团的值彼此独立。

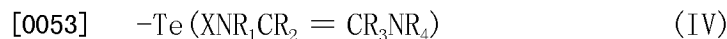
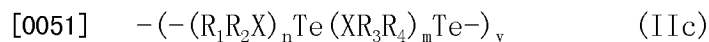
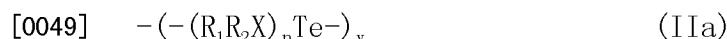
[0043] 附图简述

[0044] 为了进一步了解本发明的本质和目的,应结合附图参照下文的详细说明。在附图中,类似要素给予了相同或相似的参考号,其中:

[0045] 图1显示了根据本发明具体实施方式的数种碲前体的热重分析。

[0046] 优选实施方式的描述

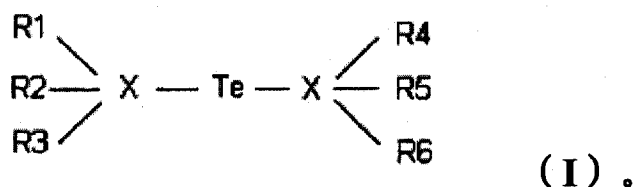
[0047] 概括而言,本发明的实施方式涉及用于在基底上沉积碲和GST型膜的方法和组合物。在一个实施方式中,所述碲前体包含具有下述通式之一的前体:



[0054] 其中各R₁₋₆独立地选自:H、C1-C6烷基、C1-C6烷氧基、C1-C6烷基甲硅烷基、C1-C6全氟碳、C1-C6烷基甲硅烷氧基、C1-C6烷基氨基、烷基甲硅烷基氨基、以及氨基酰胺基;X为碳、硅、或锗;n和m为选自0、1和2的整数;在式(IIa)与(IIb)中,y为选自2、3和4的整数;在式(IIc)中,y为选自1、2和3的整数。

[0055] 在碲前体具有通式(I)的具体实施方式中,该前体为直链并可以下图表示:

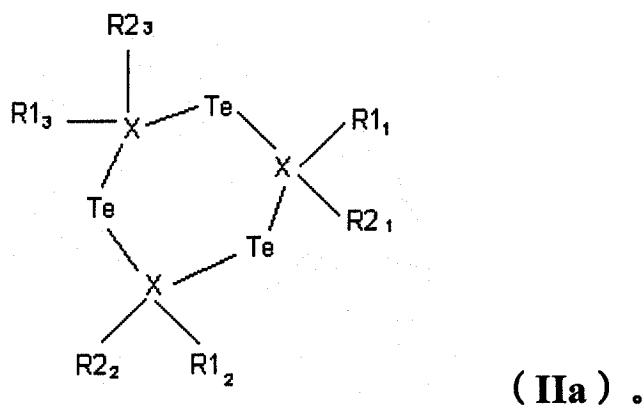
[0056]



[0057] 通式 (I) 所涵盖的前体例子包括,但不限于: $\text{Te}(\text{GeMe}_3)_2$; $\text{Te}(\text{GeEt}_3)_2$; $\text{Te}(\text{GeiPr}_3)_2$; $\text{Te}(\text{GetBu}_3)_2$; $\text{Te}(\text{GetBuMe}_2)_2$; $\text{Te}(\text{SiMe}_3)_2$; $\text{Te}(\text{SiEt}_3)_2$; $\text{Te}(\text{SiiPr}_3)_2$; $\text{Te}(\text{SitBu}_3)_2$; $\text{Te}(\text{SitBuMe}_2)_2$; $\text{Te}(\text{Ge}(\text{SiMe}_3)_3)_2$; $\text{Te}(\text{Si}(\text{SiMe}_3)_3)_2$; $\text{Te}(\text{GeMe}_3)(\text{Si}(\text{SiMe}_3)_3)$; 以及 $\text{Te}(\text{Ge}(\text{SiMe}_3)_3)_2$ 。

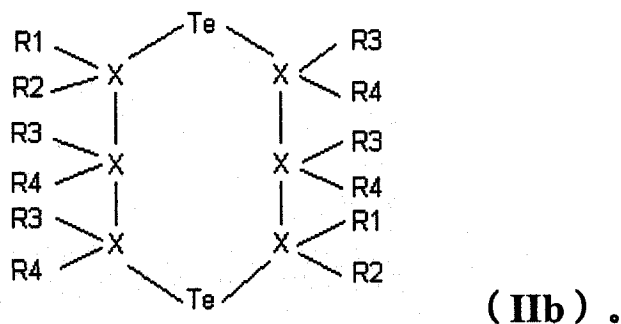
[0058] 在碲前体具有通式 (IIa) 的实施方式中,该前体为环状,且 $y = 3$ 和 $n = 1$ 的情况可以下图表示:

[0059]



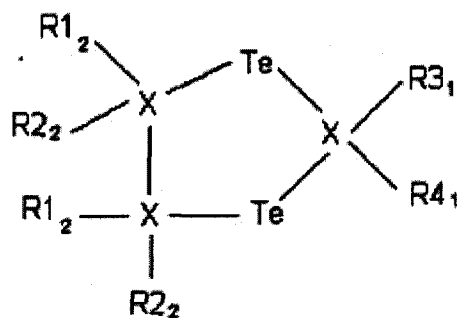
[0060] 在碲前体具有通式 (IIb) 的实施方式中,该前体为环状,且 $y = 2$ 、 $n = 1$ 、和 $m = 2$ 的情况可以下图表示:

[0061]



[0062] 在碲前体具有通式 (IIc) 的实施方式中,该前体为环状且 $y = 1$ 、 $n = 2$ 、和 $m = 1$ 的情况可以下图表示:

[0063]

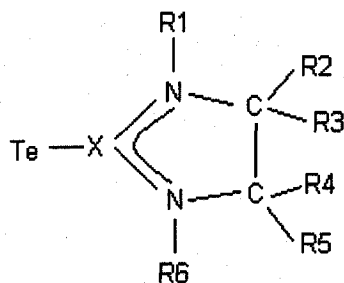


(IIc)。

[0064] 通式 (IIa)、(IIb) 和 (IIc) 所涵盖的前体例子包括,但不限于: $((\text{GeMe}_2)\text{Te-})_3$; $((\text{GeEt}_2)\text{Te-})_3$; $((\text{GeMeEt})\text{Te-})_3$; $((\text{GeiPr}_2)\text{Te-})_4$; $((\text{SiMe}_2)\text{Te-})_3$; $((\text{SiEt}_2)\text{Te-})_3$; $((\text{SiMeEt})\text{Te-})_3$; $((\text{SiiPr}_2)\text{Te-})_4$; $((\text{GeMe}_2)_2\text{Te}(\text{GeMe}_2)_2\text{Te-})$; $((\text{GeMe}_2)_3\text{Te-})_2$; $((\text{SiMe}_2)_3\text{Te-})_2$; $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{GeMe}_2\text{Te-GeMe}_2-$; 以及 $\text{SiMe}_2\text{SiMe}_2\text{GeMe}_2\text{Te-GeMe}_2-$ 。

[0065] 在碲前体具有通式 (III) 的实施方式中,该前体可以下图表示:

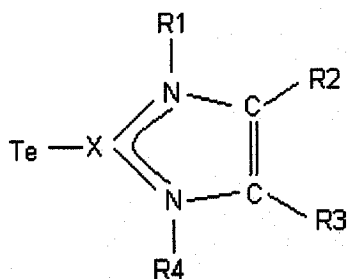
[0066]



(III)。

[0067] 在碲前体具有通式 (IV) 的实施方式中,该前体可以下图表示:

[0068]

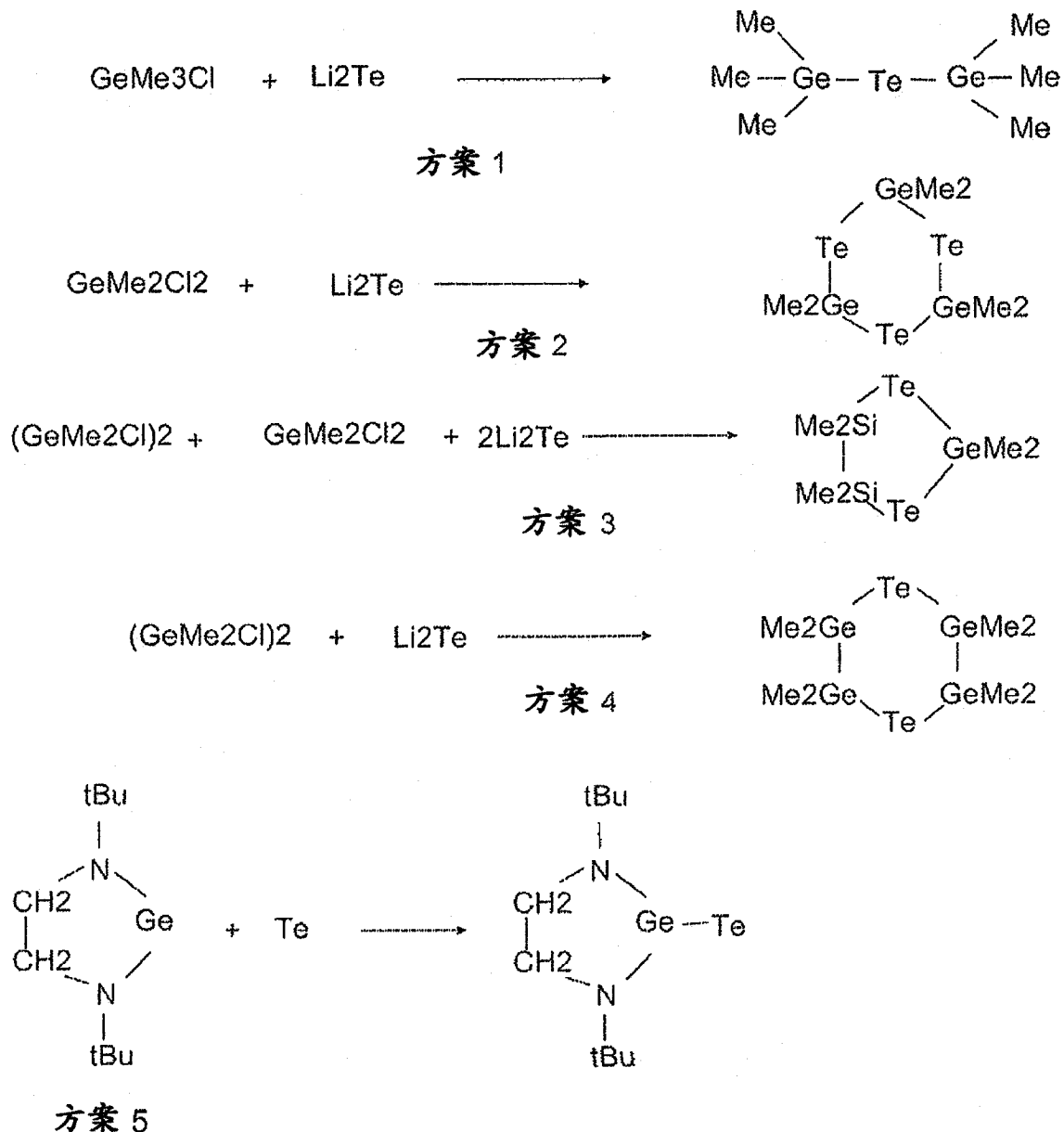


(IV)。

[0069] 通式 (III) 与 (IV) 所涵盖的前体例子系包括,但不限于: $\text{Te}(\text{GeNtBuCH}_2\text{CH}_2\text{NtBu})$; $\text{Te}(\text{GeNtBuCH}=\text{CHNtBu})$; $\text{Te}((\text{GeNtBuCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NtBu}))$; $\text{Te}(\text{SiNtBuCH}_2\text{CH}_2\text{NtBu})$; $\text{Te}(\text{SiNtBuCH}=\text{CHNtBu})$; 以及 $\text{Te}((\text{SiNtBuCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NtBu}))$ 。

[0070] 根据本发明的碲前体实施方式可以各式各样方式合成。碲前体的合成例子包括,但不限于,下所述合成方案 1-5:

[0071]



[0072] 可使用本领域技术人员已知的任何沉积方法使所述前体沉积,以形成薄膜。适宜的沉积方法的例子包括但不限于常规 CVD、原子层沉积法 (ALD)、和脉冲化学气相沉积法 (P-CVD)。在一些实施方式中,热 CVD 沉积法是优选的。

[0073] 在一实施方式中,将蒸气形式的前体引入反应器。蒸气形式的前体可以通过传统气化步骤(例如直接气化、蒸馏)使液态前体溶液气化来制造,或通过将惰性气体(例如 N_2 、 He 、 Ar 等等)鼓泡吹入前体溶液、并将该惰性气体加前体的混合物作为前体蒸气溶剂提供至反应器来制造。以惰性气体鼓泡还可以移除存在于前体溶液内的任何溶解氧。

[0074] 一般而言,反应器容纳一个或多个将要在上面沉积薄膜的基底。该一个或多个基底可以是用于半导体、光电、平板、或 LCD-TFT 装置制造的任何适宜的基底。适宜基底的示例包括但不限于硅基底、二氧化硅基底、氮化硅基底、氧氮化硅基底、钨基底、或这些的组合。此外,可使用包含钨或贵金属(例如铂、钯、铑、或金)的基底。基底可包含另外的一层或多层材料,它们可能因为先前制造步骤而存在。介电层和导电层是它们的实例。

[0075] 反应器或沉积室可以是里面有至少一个或多个基底的被加热的容器。反应器具有

出口,该出口可以与真空泵连接,以使得副产品可以从该沉积室移除,或者借以改变或调节反应器内的压力。沉积室内的温度通常保持在对将要进行的沉积方法种类而言适宜的温度。在某些情形中,该沉积室可保持在较低温度,例如,在对基底本身直接加热时,或者在提供另一能源(例如等离子体或射频源)以辅助沉积时。反应器的示例包括但不限于冷壁型反应器、热壁型反应器、单晶圆反应器、多晶圆反应器、或处在适于致使前体反应并形成层的条件下的其它种类沉积系统。

[0076] 根据特定工艺参数,沉积可进行不同的时间。一般而言,可根据需要而延续沉积,以生成具有必要特性的膜。取决于特定的沉积方法,典型的膜厚度可以为数百埃到数百微米。

[0077] 在一些实施方式中,沉积室保持在大于约 100°C 的温度。在一些实施方式中,温度保持在约 100°C 至约 500°C 之间,优选在约 150°C 之间。同样地,沉积室内的压力保持在约 1Pa 至约 10⁵Pa、优选约 25Pa 至约 10³Pa 的压力。

[0078] 在一些实施方式中,还将还原性气体引入反应室内。该还原性气体可以是下述之一:氢;氨;硅烷;二硅烷;三硅烷;氢自由基;及它们的混合物。当沉积模式为化学气相沉积时,锆前体与还原性气体可实质上同时地引入反应室内。当沉积模式为原子层沉积时,锆前体和还原性气体可依序地引入,在某些情形中,在前体与还原性气体之间可以引入惰性吹扫气体。

[0079] 在一些实施方式中,还可以提供其它的含锆和铟的前体并沉积在基底上。通过提供含锆、碲和铟的前体,可在基底上形成硫系玻璃型膜,例如,GeTe-Sb₂Te₃ 或 Ge₂Sb₂Te₅。

[0080] 可以将所述前体和任何任选的反应物或前体先后地(例如在 ALD 中)或同时地(例如在 CVD 中)引入反应室内。在一些实施方式中,在引入前体和引入反应物之间用惰性气体吹扫反应室。在一个实施方式中,可以将反应物和前体混合在一起以形成反应物/前体混合物,然后以混合物形式引入反应器。

[0081] 在一些实施方式中,可将前体蒸气溶体和反应气体先后地或同时地(例如脉冲 CVD) 脉冲加入反应器中。前体的各个脉冲可持续约 0.01 秒至约 10 秒、或者约 0.3 秒至约 3 秒、或者约 0.5 秒至约 2 秒的时长。在另一实施方式中,也可以将反应气体脉冲加入反应器。在该类实施方式中,各气体的脉冲可持续约 0.01 秒至约 10 秒、或者约 0.3 秒至约 3 秒、或者约 0.5 秒至约 2 秒的时长。

实施例

[0082] 提供下述非限制性实施例,以进一步例示本发明的实施方式。然而,这些实施例并非意图包括所有情形,且并非意图限制本文所述的本发明的范围。

[0083] 实施例 1:

[0084] 进行根据本发明某些实施方式的前体的热表征。

[0085] 所有热重分析(TGA)都在惰性气氛中进行,以避免分子与空气和水分(在沉积方法中遭遇的相同气氛)反应。实验在大气压力进行。

[0086] Te(SiMe₃)₂、Te(SiPr₃)₂、Te(Si^tBuMe₂)₂、Te(GePr₃)₂ 的热重分析结果显示于图 1 中。观察到所有这些分子都可挥发,而不留下明显残留物。这证明没有发生分子的分解,尽管一些分子在较高温度被加热(> 300°C)。还可以由这些 TGA 评估分子的挥发性。

$\text{Te}(\text{SiMe}_3)_2$ 看上去是更易挥发的前体,因为它在 180°C 就完全蒸发。 $\text{Te}(\text{Si}t\text{BuMe}_2)_2$ 就挥发性而言排在第二,在大约 240°C 完全蒸发。 $\text{Te}(\text{Si}i\text{Pr}_3)_2$ 和 $\text{Te}(\text{Ge}i\text{Pr}_3)_2$ 表现出大致相同的蒸发模式, $\text{Te}(\text{Ge}i\text{Pr}_3)_2$ 稍微较难挥发,这可能是由于锗相对于硅较重所致。所有这些分子的挥发性与蒸发模式符合 CVD/ALD 分子的标准。

[0087] 尽管已显示并说明了本发明的实施方式,但本领域技术人员可在不偏离本发明的实质或教导的情况下对这些实施方式进行修改。本文所述实施方式仅是示例性而非限制性的。该组合物和方法的众多变化和改变都是可行的,并落在本发明的保护范围内。因此,保护范围并不限于本文所述的实施方式,而是仅限于所附的权利要求,其范围应包括权利要求的主题的所有等同物。

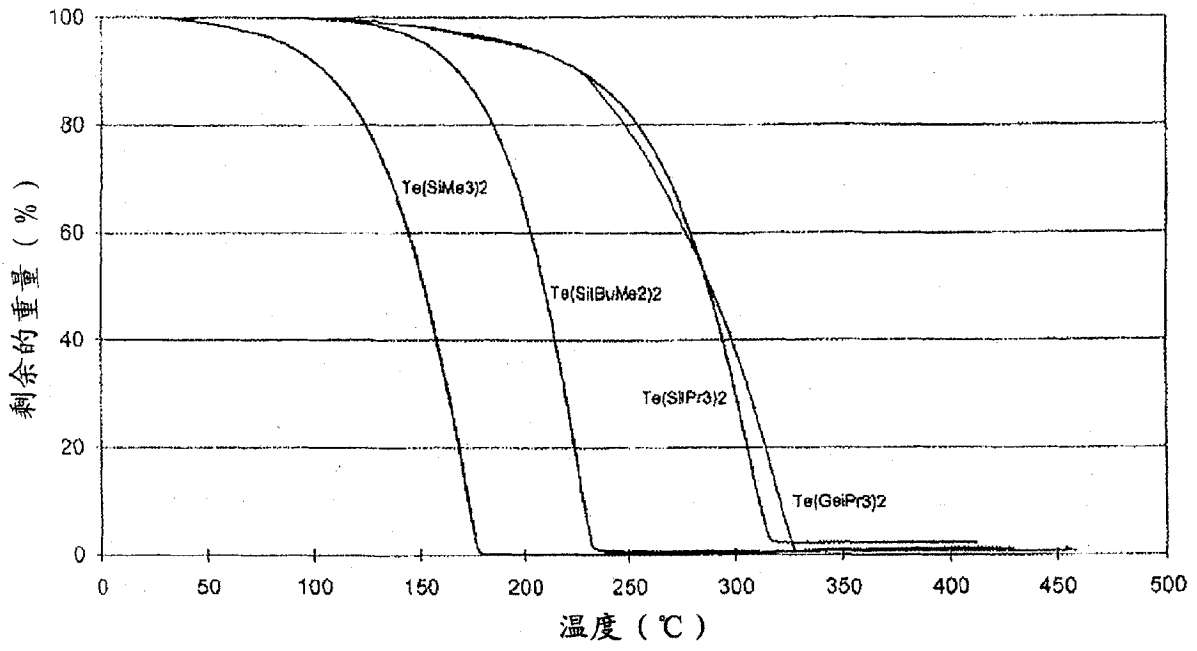


图 1