



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103290476 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 11

(21) 申请号 201210050830. 6

(22) 申请日 2012. 02. 29

(71) 申请人 上海硅酸盐研究所中试基地
地址 201800 上海市嘉定区城北路 215 号
申请人 中国科学院上海硅酸盐研究所

(72) 发明人 忻隽 孔海宽 严成峰 刘熙
肖兵 杨建华 施尔畏

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 郭辉

(51) Int. Cl.

C30B 29/36 (2006. 01)

C30B 35/00 (2006. 01)

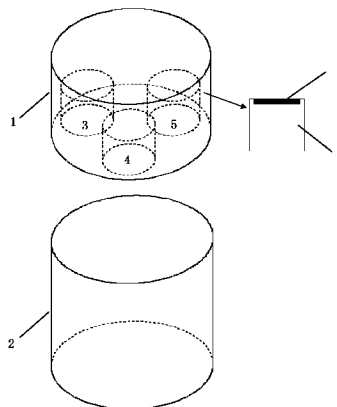
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

具有多生长腔的生长碳化硅单晶的坩埚

(57) 摘要

本发明属于晶体生长技术领域, 涉及一种用于物理气相输运技术生长碳化硅单晶的坩埚结构, 具体涉及具有多生长腔的生长碳化硅单晶的坩埚。本发明中坩埚的料腔结构采用多生长区统一料腔设计。本发明具有以下特点: 采用多生长区、统一料腔设计。在本发明中, 同一生长周期可以同时生长多个碳化硅单晶体。采用本发明的坩埚设计来生长碳化硅单晶, 可以有效提高生长效率、节约生长时间、压缩晶体成本。与传统方法相比较, 同样的设备配置前提下, 将单晶生长效率提高 2 ~ 3 倍。



1. 一种基于物理气相输运技术生长碳化硅单晶的坩埚,其特征在于,所述坩埚是多生长腔结构。
2. 如权利要求 1 所述的坩埚,其特征在于,所述坩埚是具有独立的料腔和生长腔的分体式多段结构。
3. 如权利要求 2 所述的坩埚,其特征在于,在所述分体式多段结构中,各段之间通过螺纹或者台阶口连接。
4. 如权利要求 1-3 任一项所述的坩埚,其特征在于,所述坩埚具有 3~5 个独立的生长腔。
5. 如权利要求 1-3 任一项所述的坩埚,其特征在于,所述生长腔的直径是 50mm~80mm。
6. 如权利要求 1-3 任一项所述的坩埚,其特征在于,所述生长腔的高度超过所述坩埚总高度的 20%,且所述料腔高度不小于所述坩埚总高度的 50%。
7. 如权利要求 1-3 任一项所述的坩埚,其特征在于,所述坩埚的加工原料为高纯、高致密度石墨,其总杂质含量小于 100ppm,密度大于 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$,气孔率小于 15%。

具有多生长腔的生长碳化硅单晶的坩埚

技术领域

[0001] 本发明属于晶体生长技术领域,具体涉及一种基于物理气相运输技术生长碳化硅单晶的坩埚结构。

背景技术

[0002] 碳化硅(SiC)是一种化合物半导体,具有很多优异的性能,其热导率高,达到 5.0W/cm (高于任何已知金属),因此非常适合用于高温、大功率电子器件领域。此外,碳化硅还具有高的化学稳定性和抗辐照能力,与GaN的晶格匹配度也较高、是制造高亮度GaN发光二极管的理想衬底材料。碳化硅是世界公认的第三代半导体材料。

[0003] 碳化硅晶体的合成生长技术至今已经有100多年的历史了。其最早可以追溯至1891年,爱德华古里奇阿和森(Edward Goodrich Acheson)(1856~1931)在改进金刚石磨料制作方法时,使用了碳和硅酸铝作为原料,首次得到了大量的SiC。这种方法至今仍被应用于制作SiC磨料。J. A. 勒莉(J. A. Lely)与1955年在石墨坩埚中得到了结晶质量好的SiC晶体(美国专利No. 2845364)。1978年,Yu. M. 泰罗(Yu. M. Tairo)等人在勒莉(Lely)的方法上进行了改进,使用籽晶的辅助得到了大块SiC单晶(《晶体生长杂志》(J. Crystal Growth)52, 209~212, 1978;《晶体生长杂志》(J. Crystal Growth)52, 146~150, 1981)。泰罗(Tairo)等人使用的这种方法被称为改进的勒莉法,这种方法至今仍在被广泛应用,目前生长高质量SiC晶体的物理气相运输(PVT)技术就是基于改进的勒莉法。

[0004] 使用常规设计的直壁坩埚在中频感应生长炉中生长碳化硅晶体时,受限于坩埚设计以及保温结构,通常每个生长周期内只能得到1个碳化硅晶锭,并且受限于碳化硅晶锭的生长方法,每个晶锭的长度最多只能达到 $30\sim 40\text{mm}$ 。碳化硅单晶生长的这一固有问题的增加了碳化硅生长成本,使得碳化硅晶片的价格居高不下,限制了碳化硅晶片在整个市场范围内的大面积铺开,极大的限制了碳化硅晶体的大规模运用。可以说碳化硅晶体的生长成本是决定碳化硅前景的重要因素。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术的缺陷,提供一种基于物理气相运输技术、能够同时生长多个碳化硅晶锭的坩埚设计。

[0006] 一方面,本发明提供一种基于物理气相运输技术生长碳化硅单晶的坩埚,其中,所述坩埚是多生长腔结构。

[0007] 在本发明的一个实施方式中,所述坩埚是具有独立的料腔和生长腔的分体式多段结构。优选地,在所述分体式多段结构中,各段之间通过螺纹或者台阶口连接。

[0008] 在本发明的一个实施方式中,所述坩埚具有 $3\sim 5$ 个独立的生长腔。优选地,所述生长腔的直径是 $50\text{mm}\sim 80\text{mm}$ 。

[0009] 在本发明的一个实施方式中,所述生长腔的高度超过所述坩埚总高度的 20% ,且所述料腔高度不小于所述坩埚总高度的 50% 。

[0010] 在本发明的一个实施方式中,所述坩埚的加工原料为高纯、高致密度石墨,其总杂质含量小于 100ppm,密度大于 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$,气孔率小于 15%。

[0011] 本发明所述坩埚设计中,具有多个独立的生长腔,这些生长腔共用相同的料腔,所述生长腔和料腔优选各自独立的。

[0012] 本发明所述的坩埚设计中,坩埚料腔与生长腔为两段式分立结构,这两部分(段)之间通过螺纹或台阶口连接。

[0013] 本发明所述坩埚为圆柱体,外径 150 ~ 250mm,总高度 200 ~ 300mm。

[0014] 本发明所述坩埚的生长腔为独立的多生长腔结构,生长腔数量 3 ~ 5 个、生长腔内径 50 ~ 80mm、生长腔高度 30 ~ 80mm。

[0015] 本发明所述的坩埚设计中,料腔内径为 130 ~ 230mm、料腔高度不小于坩埚总高度的 50%。

[0016] 本发明所述的坩埚设计中上腔室(生长腔段)的高度超过所述坩埚总高度的 20%。

[0017] 本发明所述的坩埚设计中,坩埚原料使用高纯度、高致密度的石墨块体进行加工。高纯度是指总杂质含量小于 100ppm,高致密度是指密度大于 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$,气孔率小于 15%。

[0018] 本发明所述的坩埚制作使用高精度机床进行,坩埚的加工精度误差小于 0.1mm。

[0019] 本发明所述的坩埚设计可以用于生长直径 2 英寸或者以上的碳化硅单晶体。多生长腔设计可以使得同一生长周期内生长得到多个晶体,有效降低碳化硅晶体的生长成本、提高生长效率。

附图说明

[0020] 图 1 为常规 PVT 技术生长 SiC 单晶所使用的坩埚。

[0021] 其中,1:感应线圈;2:坩埚壁;3:生长原料;4:籽晶托。

[0022] 图 2 为本发明一个实施方式中坩埚的示意图。

[0023] 其中,1:坩埚生长腔段;2:坩埚料腔;3:生长腔 1;4:生长腔 2;5:生长腔 3;6:生长腔;7:籽晶托。

具体实施方式

[0024] 以下将参照本发明给出的实施例对本发明进行详细的说明。本发明可以以多种不同的形式体现出来,不应当理解为受限于此给出的实施例。恰恰相反,提供这些实施例是为了使本发明的范围完全传递给本领域的技术人员。

[0025] 实施例 1

[0026] 图 1 为现有常规 PVT 技术生长 SiC 单晶所使用的坩埚。其中坩埚料腔的坩埚壁厚度相等。

[0027] 采用图 2 所示的坩埚设计进行 PVT 晶体生长。该坩埚分为上腔室(生长腔段)和下腔室(料腔)。坩埚上下两腔室(即,上下两段)外径相等,为 150mm。所述坩埚共有 3 个独立的生长腔,每个生长腔内径为 53mm,料腔内径为 130mm。坩埚顶盖和底盖厚度为 5mm,安装籽晶的籽晶架厚度为 5mm。坩埚总高度为 200mm,其中生长腔段的高度为 50mm,料腔高度为 150mm。两部分通过螺纹连接。

[0028] 在图 2 所示坩埚的料腔填充粒径 500 微米的 6H-SiC 粉料。控制坩埚底盖实测温度 2400℃、顶盖实测温度 2280℃、生长炉内压力 30 托 (Torr)，生长 80 小时会在 3 个生长腔中得到 3 个直径为 53mm、长度为 20mm 的 6H-SiC 晶锭。料腔剩余原料取出后通顺、无重结晶现象。晶锭切片测试后 5 点摇摆曲线半高宽为 20 弧秒 \pm 5 弧秒，微管道密度小于 5 个 / cm^2 。

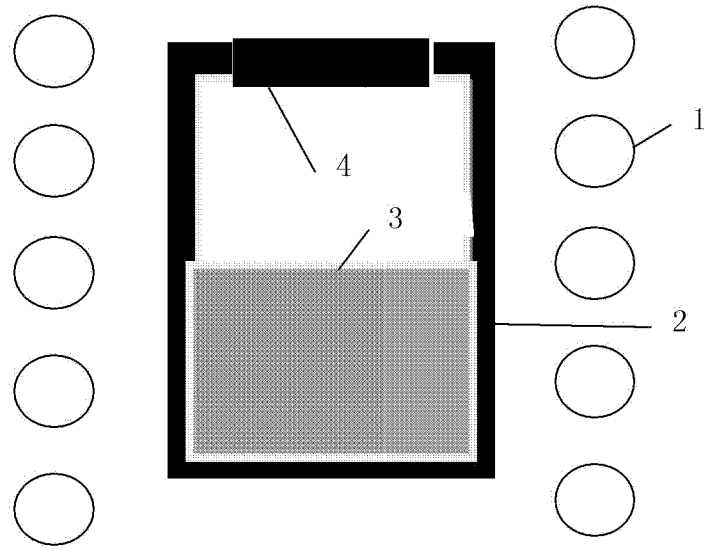


图 1

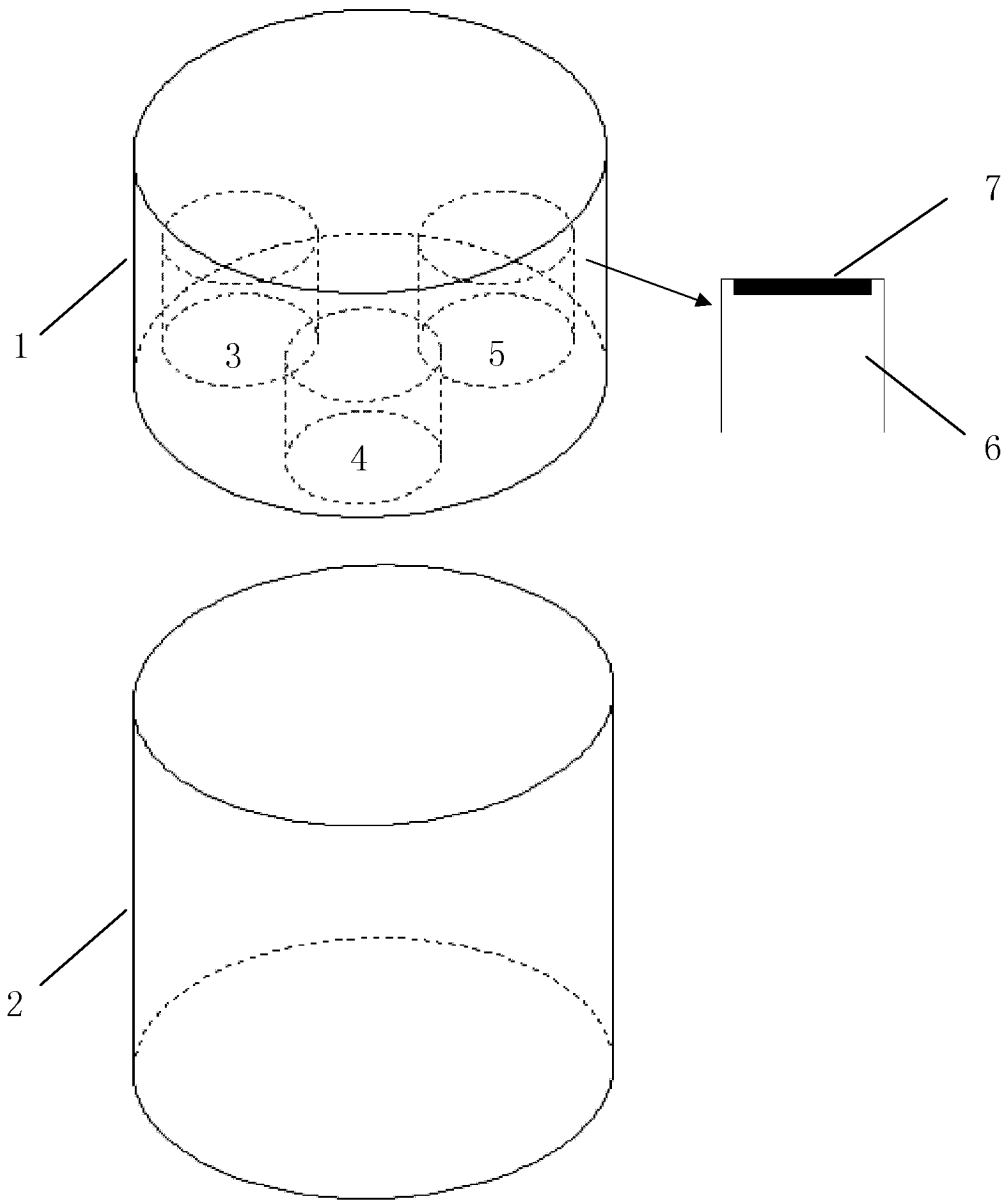


图 2