

一种铬硅合金溅射靶材的制备方法

技术领域

本申请属于半导体技术领域，涉及一种溅射靶材的制备方法，例如涉及一种铬硅合金溅射靶材的制备方法。

背景技术

磁控溅射是一种利用带电粒子轰击靶材，使靶材原子从表面溢出并均匀沉积在基片上的镀膜工艺，磁控溅射具有溅射率高、基片温度低、基片与膜层之间结合力好和优异的膜层均匀性等优势，磁控溅射技术已经被广泛应用于集成电路、信息存储设备、液晶显示屏、激光存储器与电子控制器件等电子以及信息产业的制造过程中。

磁控溅射过程中所用靶材的质量是影响磁控溅射镀膜质量的关键因素之一，所以对于溅射靶材的质量要求高于传统材料行业的质量要求，溅射靶材的一般质量要求主要包括对于尺寸、平整度、纯度、成分含量、密度、晶粒尺寸与缺陷控制等方面的要求；此外，在表面粗糙度、电阻值、晶粒尺寸均匀性、成分与组织均匀性、氧化物含量与尺寸、导磁率、超高密度与超细晶粒等方面，溅射靶材具有更高的质量要求或者特殊的质量要求。

硅铬合金溅射靶材是一种新型的溅射靶材，作为一种真空溅镀的良好导体，可以用于电子栅门材料以及电子薄膜领域。为了使硅铬合金溅射靶材在进行真空溅镀时发挥良好的性能，要求硅铬合金溅射靶材具有较高的致密度、较高的内部组织结构均匀性以及较好的机加工条件。

CN 105331939A 公开了一种含硅合金靶材及其制备方法，所述制备方法包括如下步骤：（1）预合金粉末制备；（2）对所述预合金粉末进行冷等静压处理，

得到冷等静压压坯，并装入包套内；（3）对装入所述冷等静压压坯的包套进行脱气处理，得到脱气后的锭坯；（4）对所述脱气后的锭坯进行热等静压处理，得到压制后的锭坯，再去除包套得到压制后的坯料；（5）对压制后的坯料进行机加工处理，得到含硅合金靶材。但冷等静压所需压力较高，对制备设备有较高的要求。

CN 104419859A 公开了一种铬铝硅合金靶材，其中铬的原子百分比为 5-75%，铝的原子百分比为 10-90%，硅的原子百分比为 1-20%，所述铬铝硅合金靶材的制备方法包括如下步骤：（1）合金粉末的制备；（2）对制备好的所述合金粉末进行冷等静压处理；（3）对所述冷等静压处理后的料坯进行脱气处理；（4）对所述脱气处理后的料坯进行热等静压处理；（5）对热等静压处理后的料坯进行机加工，清洗后得到所需成品合金靶材。所述铬铝硅合金靶材的加工过程中仍然需要进行冷等静压处理，对设备的要求较高，不利于降低所述铬铝硅合金靶材的制造成本。

CN 111058004A 公开了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法包括如下步骤：（1）将具有目标质量比例的铬硅合金粉末装入模具并封口，进行振实处理；（2）将步骤（1）振实后的模具进行脱气处理；（3）将步骤（2）脱气后的模具在 1000-1350℃ 下进行热等静压处理，得到铬硅合金溅射靶材粗品；（4）将步骤（3）得到的铬硅合金溅射靶材粗品进行机加工，得到铬硅合金溅射靶材。所述制备方法通过简单的热等静压处理能够得到铬硅合金溅射靶材，但其致密度还需进一步进行提升。

对此，需要提供一种新的铬硅合金溅射靶材的制备方法，使该制备方法制备得到的溅射靶材致密度更高、内部组织结构更加致密。

发明内容

本申请的目的在于提供一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法使制备得到的铬硅合金溅射靶材的致密度较高，且微观均匀致密，无空洞与分层结构，可以为后续溅射使用提高良好的性能保障。

为达此目的，本申请采用以下技术方案：

本申请提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法包括如下步骤：

- (1) 非氧化性气氛条件下混合铬粉与硅粉，得到混合粉料；
- (2) 装模，对装模后的混合粉料进行真空热压烧结；
- (3) 真空热压烧结结束后随炉冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材。

可选地，步骤(1)所述非氧化性气氛包括氮气气氛和/或惰性气氛。

可选地，所述惰性气氛包括氦气气氛、氖气气氛、氩气气氛或氪气气氛中的任意一种或至少两种的组合。

本申请所述惰性气氛所用气体包括氦气、氖气、氩气或氪气中的任意一种或至少两种的组合，典型但非限制性的组合包括氦气与氖气的组合，氖气与氩气的组合，氩气与氪气的组合，氖气与氪气的组合，氦气与氩气的组合，氩气、氖气与氦气的组合，或氦气、氖气、氩气与氪气的组合。

可选地，所述铬粉的纯度 $\geq 99.95\%$ ，例如可以是 99.95%、99.96%、99.97%、99.98%、99.99%、99.992%、99.994%、99.995%、99.996%、99.998%或 99.999%，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，所述铬粉的粒径 $< 45\mu\text{m}$ ，例如可以是 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $35\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}$ 或 $44\mu\text{m}$ ，但不限于所列举的数值，数值范围内其

它未列举的数值同样适用。

可选地，所述硅粉的纯度 $\geq 99.99\%$ ，例如可以是 99.99%、99.992%、99.994%、99.995%、99.996%、99.998%或 99.999%，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，所述硅粉的粒径 $< 3\mu\text{m}$ ，例如可以是 0.5 μm 、1 μm 、1.5 μm 、2 μm 、2.5 μm 、2.7 μm 或 2.8 μm ，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，所述混合粉料中硅的质量百分含量为 50-70wt%，例如可以是 50 wt%、55 wt%、60 wt%、65 wt%或 70 wt%，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。。

可选地，步骤（1）所述混合为在球磨机中进行混合。

可选地，球磨机中进行混合时的磨球为硅球和/或铬球。

可选地，球磨机中进行混合时的料球比为(8-12):1，例如可以是 8:1、9:1、10:1、11:1 或 12:1，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，步骤（1）所述混合的时间为至少 24h，例如可以是 24 h、25 h、26 h、27 h、28 h 或 30 h，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，步骤（2）所述装模为将混合粉料装入石墨模具。

可选地，步骤（2）所述装模后的平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，例如可以是 0.1 mm、0.2 mm、0.3 mm、0.4 mm 或 0.5 mm，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

本申请所述真空热压烧结在热压烧结炉中进行。

可选地，步骤（2）所述真空热压烧结包括如下步骤：

（a）抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；

（b）第一程序升温结束后进行第一保温，然后依次进行第二程序升温与第二保温；

（c）第二保温结束后进行加压，加压结束后保温保压。

可选地，步骤（a）所述第一程序升温的升温速率为 6-10℃/min，例如可以是 6℃/min、7℃/min、8℃/min、9℃/min 或 10℃/min，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，步骤（a）所述第一程序升温的升温终点为 950-1050℃，例如可以是 950℃、960℃、970℃、980℃、990℃、1000℃、1010℃、1020℃、1030℃、1040℃或 1050℃，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，步骤（b）所述第一保温的时间为 50-80min，例如可以是 50min、55min、60min、65min、70min、75min 或 80min，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，步骤（b）所述第二程序升温的升温速率为 3-6℃/min，例如可以是 3℃/min、3.5℃/min、4℃/min、4.5℃/min、5℃/min、5.5℃/min 或 6℃/min，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，所述第二程序升温的升温速率慢于第一程序升温的升温速率。

可选地，步骤（b）所述第二程序升温的升温终点为 1100-1300℃，例如可

以是 1100℃、1110℃、1120℃、1130℃、1140℃、1150℃、1160℃、1170℃、1180℃、1190℃、1200℃、1220℃、1240℃、1250℃、1270℃、1280℃或 1300℃，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，步骤（b）所述第二保温的时间为至少 1h，例如可以是 1 h、1.5 h、2 h、2.5 h、3 h、4 h 或 5 h，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

可选地，步骤（c）所述加压为在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定。

可选地，步骤（c）所述保温保压的时间为 80-100min，例如可以是 80min、85min、90min、95min 或 100min，但不限于所列举的数值，数值范围内其它未列举的数值同样适用。

作为本申请所述制备方法的可选技术方案，所述制备方法包括如下步骤：

（1）非氧化性气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉，得到混合粉料；所述混合粉料中硅的质量百分含量为 50-70wt%；

（2）石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，对装模后的混合粉料进行真空热压烧结；

（3）真空热压烧结结束后随炉冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材；

步骤（2）所述真空热压烧结包括如下步骤：

（a）抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；所述第一程序升温为以 6-10℃/min 的升温速率升高至 950-1050℃；

（b）第一程序升温结束后保温 50-80min，然后依次进行第二程序升温与第

二保温；所述第二程序升温为以 3-6℃/min 的升温速率升高至 1100-1300℃；所述第二保温的时间为至少 1h；

(c) 第二保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定，加压结束后保温保压 80-100min。

本申请所述的数值范围不仅包括上述例举的点值，还包括没有例举出的上述数值范围之间的任意的点值，限于篇幅及出于简明的考虑，本申请不再穷尽列举所述范围包括的具体点值。

与现有技术相比，本申请的有益效果为：

本申请所述制备方法通过对铬粉与硅粉的混合方法以及真空热压烧结具体操作的调整，使所述制备方法特别适用于含硅量较多的铬硅合金溅射靶材，制备得到的铬硅合金溅射靶材的致密度 $\geq 99\%$ ，且微观均匀致密，无空洞与分层结构，可以为后续溅射使用提高良好的性能保障。

具体实施方式

下面通过具体实施方式来进一步说明本申请的技术方案。

实施例 1

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法包括如下步骤：

(1) 氮气气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉，得到混合粉料；所述混合粉料中硅的质量百分含量为 60wt%；铬粉的纯度 $\geq 99.95\text{wt}\%$ ，硅粉的纯度 $\geq 99.99\text{wt}\%$ ；混合为在球磨机中进行混合，混合时的磨球为硅球，混合时的料球比为 10:1，混合时间为 24h；

(2) 石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，对装模后的混合粉料进行真空热

压烧结；

(3) 真空热压烧结结束后进行自然冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材；

步骤(2)所述真空热压烧结包括如下步骤：

(a) 抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；所述第一程序升温为以 8°C/min 的升温速率升高至 1000°C；

(b) 第一程序升温结束后保温 65min，然后依次进行第二程序升温与第二保温；所述第二程序升温为以 4°C/min 的升温速率升高至 1150°C；所述第二保温的时间为 1h；

(c) 第二保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定，加压结束后保温保压 90min。

实施例 2

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法包括如下步骤：

(1) 氩气气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉，得到混合粉料；所述混合粉料中硅的质量百分含量为 55wt%；铬粉的纯度 $\geq 99.95\text{wt}\%$ ，硅粉的纯度 $\geq 99.99\text{wt}\%$ ；混合为在球磨机中进行混合，混合时的磨球为硅球，混合时的料球比为 9:1，混合时间为 24h；

(2) 石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，对装模后的混合粉料进行真空热压烧结；

(3) 真空热压烧结结束后进行自然冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材；

步骤(2)所述真空热压烧结包括如下步骤：

(a) 抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；所述第一程序升温为以 7°C/min 的升温速率升高至 980°C；

(b) 第一程序升温结束后保温 70min，然后依次进行第二程序升温与第二保温；所述第二程序升温为以 4°C/min 的升温速率升高至 1120°C；所述第二保温的时间为 1h；

(c) 第二保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定，加压结束后保温保压 85min。

实施例 3

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法包括如下步骤：

(1) 氩气气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉，得到混合粉料；所述混合粉料中硅的质量百分含量为 65wt%；铬粉的纯度 $\geq 99.95\text{wt}\%$ ，硅粉的纯度 $\geq 99.99\text{wt}\%$ ；混合为在球磨机中进行混合，混合时的磨球为硅球，混合时的料球比为 11:1，混合时间为 24h；

(2) 石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，对装模后的混合粉料进行真空热压烧结；

(3) 真空热压烧结结束后进行自然冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材；

步骤 (2) 所述真空热压烧结包括如下步骤：

(a) 抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；所述第一程序升温为以 9°C/min 的升温速率升高至 1020°C；

(b) 第一程序升温结束后保温 60min, 然后依次进行第二程序升温与第二保温; 所述第二程序升温为以 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升高至 1180°C ; 所述第二保温的时间为 1h;

(c) 第二保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa, 加压过程中温度恒定, 加压结束后保温保压 95min。

实施例 4

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法, 所述制备方法包括如下步骤:

(1) 氩气气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉, 得到混合粉料; 所述混合粉料中硅的质量百分含量为 50wt%; 铬粉的纯度 $\geq 99.95\text{wt}\%$, 硅粉的纯度 $\geq 99.99\text{wt}\%$; 混合为在球磨机中进行混合, 混合时的磨球为铬球, 混合时的料球比为 8:1, 混合时间为 24h;

(2) 石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$, 对装模后的混合粉料进行真空热压烧结;

(3) 真空热压烧结结束后进行自然冷却, 得到所述铬硅合金溅射靶材;

步骤 (2) 所述真空热压烧结包括如下步骤:

(a) 抽真空至绝对真空度 100Pa 以下, 然后进行第一程序升温, 第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa; 所述第一程序升温为以 $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升高至 950°C ;

(b) 第一程序升温结束后保温 80min, 然后依次进行第二程序升温与第二保温; 所述第二程序升温为以 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升高至 1100°C ; 所述第二保温的时间为 1h;

(c) 第二保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定，加压结束后保温保压 100min。

实施例 5

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法包括如下步骤：

(1) 氩气气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉，得到混合粉料；所述混合粉料中硅的质量百分含量为 70wt%；铬粉的纯度 $\geq 99.95\text{wt}\%$ ，硅粉的纯度 $\geq 99.99\text{wt}\%$ ；混合为在球磨机中进行混合，混合时的磨球为铬球，混合时的料球比为 12:1，混合时间为 24h；

(2) 石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，对装模后的混合粉料进行真空热压烧结；

(3) 真空热压烧结结束后进行自然冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材；

步骤(2)所述真空热压烧结包括如下步骤：

(a) 抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；所述第一程序升温为以 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升高至 1050°C ；

(b) 第一程序升温结束后保温 50min，然后依次进行第二程序升温与第二保温；所述第二程序升温为以 $6^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升高至 1300°C ；所述第二保温的时间为 1h；

(c) 第二保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定，加压结束后保温保压 80min。

实施例 6

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，除步骤（1）所述混合未添加磨球外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 7

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，除步骤（1）所述混合的时间为 20h 外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 8

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，除步骤（a）所述第一程序升温过程中压力为 6-10MPa 外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 9

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，除步骤（a）所述第一程序升温的升温速率为 12℃/min 外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 10

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，除步骤（b）所述第二程序升温的升温速率为 8℃/min 外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 11

本实施例提供了一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，所述制备方法包括如下步骤：

（1）氮气气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉，得到混合粉料；所述混合粉料中硅的质量百分含量为 60wt%；铬粉的纯度 $\geq 99.95\text{wt}\%$ ，硅粉的纯度 $\geq 99.99\text{wt}\%$ ；混合为在球磨机中进行混合，混合时的磨球为硅球，混合时的料球比为 10:1，混合时间为 24h；

（2）石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，对装模后的混合粉料进行真空热

压烧结；

(3) 真空热压烧结结束后随炉冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材；

步骤(2)所述真空热压烧结包括如下步骤：

(I) 抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；所述第一程序升温为以 8°C/min 的升温速率升高至 1150°C，保温 1h；

(II) 保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定，加压结束后保温保压 90min。

对实施例 1-11 提供个铬硅合金溅射靶材的致密度以及内部组织结构均匀度进行测试，测试结果如表 1 所示。

表 1

	致密度/%	内部组织结构均匀性
实施例 1	99.9	微观均匀致密，无空洞与分层结构
实施例 2	99.7	微观均匀致密，无空洞与分层结构
实施例 3	99.8	微观均匀致密，无空洞与分层结构
实施例 4	99.6	微观均匀致密，无空洞与分层结构
实施例 5	99.7	微观均匀致密，无空洞与分层结构
实施例 6	97.8	微观组织不均匀，存在空洞
实施例 7	95.4	微观组织不均匀，存在空洞
实施例 8	87.9	所得靶材微观不均匀，且存在开裂现象
实施例 9	86.3	所得靶材微观不均匀，且存在开裂现象
实施例 10	87.0	所得靶材微观不均匀，且存在开裂现象

实施例 11	91.6	所得靶材微观不均匀，且存在开裂现象
--------	------	-------------------

由表 1 可知，本申请所述制备方法制备得到的铬硅合金溅射靶材的致密度 $\geq 99\%$ ，且微观均匀致密，无空洞与分层结构，可以为后续溅射使用提高良好的性能保障。

综上所述，本申请所述制备方法通过对铬粉与硅粉的混合方法以及真空热压烧结具体操作的调整，使所述制备方法特别适用于含硅量较多的铬硅合金溅射靶材，制备得到的铬硅合金溅射靶材的致密度 $\geq 99\%$ ，且微观均匀致密，无空洞与分层结构，可以为后续溅射使用提高良好的性能保障。

以上所述的具体实施例，对本申请的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本申请的具体实施例而已，并不用于限制本申请。

1、一种铬硅合金溅射靶材的制备方法，其包括如下步骤：

- (1) 非氧化性气氛条件下混合铬粉与硅粉，得到混合粉料；
- (2) 装模，对装模后的混合粉料进行真空热压烧结；
- (3) 真空热压烧结结束后随炉冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材。

2、根据权利要求1所述的制备方法，其中，所述铬粉的纯度 $\geq 99.95\%$ 。

3、根据权利要求1或2所述的制备方法，其中，所述混合粉料中硅的质量百分含量为50-70wt%。

4、根据权利要求1-3任一项所述的制备方法，其中，所述铬粉的粒径 $< 45\mu\text{m}$ ；

可选地，所述硅粉的纯度 $\geq 99.99\%$ ；

可选地，所述硅粉的粒径 $< 3\mu\text{m}$ 。

5、根据权利要求1-4任一项所述的制备方法，其中，步骤(1)所述非氧化性气氛包括氮气气氛和/或惰性气氛；

可选地，所述惰性气氛包括氦气气氛、氖气气氛、氩气气氛或氙气气氛中的任意一种或至少两种的组合。

6、根据权利要求1-5任一项所述的制备方法，其中，步骤(1)所述混合为在球磨机中进行混合；

可选地，球磨机中进行混合时的磨球为硅球和/或铬球；

可选地，球磨机中进行混合时的料球比为(8-12):1；

可选地，步骤(1)所述混合的时间为至少24h。

7、根据权利要求1-6任一项所述的制备方法，其中，步骤(2)所述装模为将混合粉料装入石墨模具；

可选地，步骤（2）所述装模后的平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

8、根据权利要求 1-7 任一项所述的制备方法，其中，步骤（2）所述真空热压烧结包括如下步骤：

（a）抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；

（b）第一程序升温结束后进行第一保温，然后依次进行第二程序升温与第二保温；

（c）第二保温结束后进行加压，加压结束后保温保压。

9、根据权利要求 8 所述的制备方法，其中，步骤（a）所述第一程序升温的升温速率为 $6-10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；

可选地，步骤（a）所述第一程序升温的升温终点为 $950-1050^{\circ}\text{C}$ 。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的制备方法，其中，步骤（b）所述第一保温的时间为 50-80min；

可选地，步骤（b）所述第二程序升温的升温速率为 $3-6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；

可选地，步骤（b）所述第二程序升温的升温终点为 $1100-1300^{\circ}\text{C}$ ；

可选地，步骤（b）所述第二保温的时间为至少 1h。

11、根据权利要求 8-10 任一项所述的制备方法，其中，步骤（c）所述加压为在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定；

可选地，步骤（c）所述保温保压的时间为 80-100min。

12、根据权利要求 1-11 任一项所述的制备方法，其包括如下步骤：

（1）非氧化性气氛条件下混合粒径 $<45\mu\text{m}$ 的铬粉与粒径 $<3\mu\text{m}$ 的硅粉，得到混合粉料；所述混合粉料中硅的质量百分含量为 50-70wt%；

(2) 石墨模具中装模至平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，对装模后的混合粉料进行真空热压烧结；

(3) 真空热压烧结结束后随炉冷却，得到所述铬硅合金溅射靶材；

步骤(2)所述真空热压烧结包括如下步骤：

(a) 抽真空至绝对真空度 100Pa 以下，然后进行第一程序升温，第一程序升温过程中保证压力不超过 5MPa；所述第一程序升温为以 6-10°C/min 的升温速率升高至 950-1050°C；

(b) 第一程序升温结束后保温 50-80min，然后依次进行第二程序升温与第二保温；所述第二程序升温为以 3-6°C/min 的升温速率升高至 1100-1300°C；所述第二保温的时间为至少 1h；

(c) 第二保温结束后在 2h 内均匀加压至 30MPa，加压过程中温度恒定，加压结束后保温保压 80-100min。