



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106312071 A

(43) 申请公布日 2017. 01. 11

(21) 申请号 201510351156. 9

G23C 14/34(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 06. 19

(71) 申请人 宁波江丰电子材料股份有限公司

地址 315400 浙江省宁波市余姚市名邦科技
工业园区安山路 198 号

(72) 发明人 姚力军 潘杰 相原俊夫

大岩一彦 王学泽 李力平

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

代理人 高静 吴敏

(51) Int. Cl.

B22F 3/16(2006. 01)

B22F 3/15(2006. 01)

C22C 27/04(2006. 01)

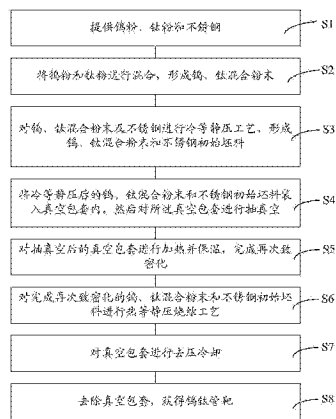
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

钨钛管靶的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种钨钛管靶的制造方法,其中所述方法包括:提供钨、钛混合粉末和不锈钢;对所述钨、钛混合粉末和不锈钢进行冷等静压工艺,形成钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料;将所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料装入真空包套并对所述真空包抽真空后,对所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料进行热等静压工艺;去除所述真空包套,获得钨钛管靶。通过所述冷等静压工艺,使所述钨、钛混合粉末和不锈钢预成型化,形成半致密性的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料,并使后续的热等静压工艺可以进行更好的致密;再通过热等静压工艺,向所述真空包套施加各向均等且全方位的气体压力,最终获得高致密度的、组织结构更均匀的半导体用钨钛管靶。



1. 一种钨钛管靶的制造方法,其特征在于,包括:
提供钨、钛混合粉末和不锈钢;
对所述钨、钛混合粉末和所述不锈钢进行冷等静压工艺,形成钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料;
将所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料装入真空包套并对所述真空包套抽真空后,对所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料进行热等静压工艺,形成钨钛合金;
去除所述真空包套,获得以所述钨钛合金为靶材、以所述不锈钢为背管的钨钛管靶。
2. 如权利要求 1 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,所述冷等静压工艺的工艺温度为 25℃至 200℃,环境压强为 150MPa 至 160MPa,在所述工艺温度和环境压强下的工艺时间为 10 分钟至 30 分钟。
3. 如权利要求 1 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,所述热等静压工艺包括加热工艺和热等静压烧结工艺。
4. 如权利要求 3 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,所述加热工艺的工艺温度为 250℃至 500℃,在该温度下保温 3 小时至 4 小时。
5. 如权利要求 3 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,所述热等静压烧结工艺的工艺温度为 1050℃至 1200℃,环境压强为 150MPa 至 180MPa,在所述工艺温度和环境压强下的工艺时间为 3 小时至 6 小时。
6. 如权利要求 3 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,对所述真空包套抽真空的过程中,所述真空包套的真空度至少为 2E-3Pa,且在所述热等静压工艺过程中使所述真空包套保持封死状态。
7. 如权利要求 1 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,将所述冷等静压后的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料装入真空包套后,对所述真空包套抽真空之前,所述制造方法还包括:采用氩弧焊接的方式封死所述真空包套;在所述真空包套引出一脱气管;
所述抽真空步骤通过所述脱气管对真空包套进行抽真空。
8. 如权利要求 1 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,去除所述真空包套前,还包括:对所述真空包套进行去压冷却。
9. 如权利要求 1 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,提供钨、钛混合粉末的步骤包括:提供钨粉和钛粉;采用混粉机对钨、钛粉末进行机械混合。
10. 如权利要求 9 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,所述钨粉和钛粉的质量比为 8.95:1 至 9.05:1。
11. 如权利要求 9 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,提供钨、钛混合粉末的步骤还包括:在用混粉机进行机械混合前,向混粉机内充入惰性气体使混粉机内达到正压。
12. 如权利要求 9 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,将钨粉和钛粉用混粉机进行机械混合的过程中,向混粉机中加入介质球,所述介质球为钛球或钨球。
13. 如权利要求 12 所述的钨钛管靶的制造方法,其特征在于,所述介质球和所述钨、钛混合粉末的质量比为 2.5:1 至 3.5:1。

钨钛管靶的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体领域,尤其涉及一种钨钛管靶的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着溅射靶材和溅射技术的日益发展,溅射靶材在溅射技术中起到了越来越重要的作用,溅射靶材的质量直接影响到了溅射后的成膜质量。溅射靶材主要分为平面靶材和管靶,所述管靶通常由溅射靶材和背管组成,与平面靶相比,管靶的利用率更高且溅射后成膜质量更好,在靶材市场具有巨大的发展潜力。

[0003] 钨钛靶材是一种比较典型的合金靶材,钨钛合金具有低电阻系数,良好的热稳定性和抗氧化性;同时,304 不锈钢具有耐高温 800℃,加工性能好,韧性高的特点,因此以钨、钛混合粉末作为溅射靶材的原料,304 不锈钢作为背管,由这两种原料制成的钨钛管靶已成为半导体领域用量较大的靶材之一。就目前而言,用于半导体制造用的钨钛管靶不仅对致密性、硬度和可加工型有很高的要求,同时对材料的内部组织均匀性也有着很高的要求。

[0004] 管靶的制造方法有很多,早期主要采用浇铸冶金。浇铸冶金为直接将溅射靶材浇铸到背板上,该方法只能用于熔点较低的靶材材料,而半导体溅射靶材制造用的钨及钨合金、Cr、Mo 和 ITO 等靶材材料熔点较高,采用熔铸冶金的方法成本将大大提高。其次,一般浇铸工艺过程中靶材材料在各个方向的温度并不相同,容易发生偏析现象,导致形成的靶材成分不均匀。为了克服这个问题,行业内出现了采用粉末冶金的方法实现钨钛靶材的制造,所述粉末冶金是通过制取金属粉末(添加或不添加非金属粉末),实施成形和烧结,制成材料或制品的加工方法。粉末冶金具有独特的化学组成和机械、物理性能,且该工艺相比浇铸冶金的管靶成型温度更低,温度一般为靶材材料熔点的 60%至 70%,这些性能可以实现传统的浇铸工艺无法制成的多孔、半致密或全致密的,微观组织均匀的可用于半导体靶材制作的钨钛管靶。

[0005] 在具体的粉末冶金工艺中,一般采用热压烧结工艺。所述热压烧结工艺具体为将准备好的粉末装在特定模具中,然后置于真空热压炉中,在真空或者惰性气体条件下,使用压力机,通过上下两个压头作用于模具上,边升温边加压,直至压力和温度均达到设定值,在设定的压力和温度条件下保持一段时间后随炉冷却,出炉。

[0006] 然而,在实现热压烧结过程中,需要根据钨钛管靶的尺寸设计相配套的模具,钨钛管靶尺寸收到模具尺寸和强度的限制,此模具比较昂贵且较易损耗。此外,热压烧结过程中时单轴向加压,其作用方向仅为单一方向,采用该方法制成的钨钛管靶的内部组织结构的均匀性较差、致密度较低,无法满足要求越来越高的溅射工艺。

[0007] 因此根据上述情况,有必要提出一种新的钨钛管靶的制作方法,以克服现有技术的缺陷。

发明内容

[0008] 本发明解决的问题是提供一种新的钨钛管靶的制作方法,从而提高半导体用钨钛

管靶的致密度和组织结构均匀性。

[0009] 为解决上述问题,本发明提供一种钨钛管靶的制作方法。包括如下步骤:

[0010] 提供钨、钛混合粉末和不锈钢;

[0011] 对所述钨、钛混合粉末和所述不锈钢进行冷等静压工艺,形成钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料;

[0012] 将所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料装入真空包套并对所述真空包套抽真空后,对所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料进行热等静压工艺,形成钨钛合金;

[0013] 去除所述真空包套,获得以所述钨钛合金为靶材、以所述不锈钢为背板的钨钛管靶。

[0014] 可选的,所述冷等静压工艺的工艺温度为 25℃ 至 200℃,环境压强为 150MPa 至 160MPa,在所述工艺温度和环境压强下的工艺时间为 10 分钟至 30 分钟。

[0015] 可选的,所述热等静压工艺包括加热工艺和热等静压烧结工艺。

[0016] 可选的,所述加热工艺的工艺温度为 250℃ 至 500℃,在该温度下保温 3 小时至 4 小时。

[0017] 可选的,所述热等静压烧结工艺的工艺温度为 1050℃ 至 1200℃,环境压强为 150MPa 至 180MPa,在所述工艺温度和环境压强下的工艺时间为 3 小时至 6 小时。

[0018] 可选的,对所述真空包套抽真空的过程中,所述真空包套的真空度至少为 $2E-3Pa$,且在所述热等静压工艺过程中使所述真空包套保持封死状态。

[0019] 可选的,将所述冷等静压后的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料装入真空包套后,对所述真空包套抽真空之前,所述制造方法还包括:采用氩弧焊接的方式封死所述真空包套;在所述真空包套引出一脱气管;

[0020] 所述抽真空步骤通过所述脱气管对真空包套进行抽真空。

[0021] 可选的,去除所述真空包套前,还包括:对所述真空包套进行去压冷却。

[0022] 可选的,提供钨、钛混合粉末的步骤包括:提供钨粉和钛粉;采用混粉机对钨、钛粉末进行机械混合。

[0023] 可选的,所述钨粉和钛粉的质量比为 8.95:1 至 9.05:1。

[0024] 可选的,提供钨、钛混合粉末的步骤还包括:在用混粉机进行机械混合前,向混粉机内充入惰性气体使混粉机内达到正压。

[0025] 可选的,将钨粉和钛粉用混粉机进行机械混合的过程中,向混粉机中加入介质球,所述介质球为钛球或钨球。

[0026] 可选的,所述介质球和所述钨、钛混合粉末的质量比为 2.5:1 至 3.5:1。

[0027] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下优点:先采用冷等静压工艺对钨、钛混合粉末和不锈钢进行首次致密化和预成型,形成致密度在 60% 左右的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料,使后续的热等静压工艺对钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料可以进行更好的致密;然后对钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料进行热等静压工艺,所述热等静压工艺包括:先将所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料装入真空包套中并将所述真空包套抽真空,再通过向所述真空包套施加各向均等且全方位的气体压力以对所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料进行热等静压烧结工艺。通过所述热等静压工艺,最终获得致密的、内部结构均匀的、接近所需形状的管靶。

[0028] 进一步,采用上述方法形成钨钛管靶的过程中,采用真空包套而非模具,且所述包套大小无限制,避免了管靶尺寸受到模具尺寸和强度限制的问题。

[0029] 更进一步,在冷等静压工艺前采用混粉机对钨、钛粉末进行机械混合,使所述钨、钛粉末更均匀地混合在一起,制备出成分均匀、无偏析的钨、钛混合粉末,有效解决了钨、钛混合粉末因钨粉和钛粉的密度相差较大而引起的偏析分层现象,提高了靶材材料的工艺性能和机械性能。

附图说明

[0030] 图 1 是本发明实施例的钨钛管靶的制作方法的流程示意图;

[0031] 图 2 是本发明实施例的钨钛管靶的制作方法中冷等静压工艺的工艺原理图;

[0032] 图 3 是本发明实施例的钨钛管靶的制作方法中真空包套模具的组装示意图;

[0033] 图 4 是本发明实施例的钨钛管靶的制作方法中热等静压工艺的工艺原理图。

具体实施方式

[0034] 在钨钛管靶制造工艺中,采用热压烧结的方法,需要根据钨钛管靶的尺寸设计相配套的模具,因此钨钛管靶尺寸收到模具尺寸和强度的限制,此模具比较昂贵且较易损耗。此外,热压烧结过程中时单轴向加压,其作用方向仅为单一方向,采用该方法制成的钨钛管靶的内部组织结构的均匀性较差、致密度较低,无法满足要求越来越高的溅射工艺。

[0035] 为了使所述钨钛管靶的致密度更高、组织结构更均匀,且避免钨钛管靶尺寸受到模具尺寸和强度限制的问题,本发明的发明人先对钨、钛混合粉末和不锈钢进行冷等静压工艺,形成半致密性且预成型的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料后,再对所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料进行热等静压工艺,获得致密的、内部结构均匀的钨钛管靶。此外,所述热等静压工艺采用的是真空包套而非模具,避免了钨钛管靶尺寸受到模具尺寸和强度限制的问题。

[0036] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。

[0037] 请参考图 1,图 1 是本发明实施例的钨钛管靶的制作方法一实施例的流程示意图,本实施例钨钛管靶的制作方法包括以下基本步骤:

[0038] 步骤 S1:提供钨粉、钛粉和不锈钢;

[0039] 步骤 S2:将钨粉与钛粉进行混合,形成钨、钛混合粉末;

[0040] 步骤 S3:对钨、钛混合粉末及不锈钢进行冷等静压工艺,形成钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料;

[0041] 步骤 S4:将冷等静压后的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料装入真空包套内,然后对所述真空包套进行抽真空;

[0042] 步骤 S5:对抽真空后的真空包套进行加热并保温,完成再次致密化;

[0043] 步骤 S6:对完成再次致密化的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料进行热等静压烧结工艺;

[0044] 步骤 S7:对真空包套进行去压冷却;

[0045] 步骤 S8:去除真空包套,获得钨钛靶管。

[0046] 为了更好地说明本发明实施例的钨钛管靶的制作方法,下面将结合参考图 2 至图 4,对本发明的具体实施例做进一步的描述。

[0047] 首先步骤 S1,提供钨粉、钛粉和不锈钢。

[0048] 本实施例中,所述钨粉和钛粉均为纯度 99.9% 以上的高纯粉末,且所述钨粉和钛粉的质量比为 8.95:1 至 9.05:1。所述钨粉的粒度为 $4\ \mu\text{m}$ 至 $5\ \mu\text{m}$,所述钛粉的粒度为 $40\ \mu\text{m}$ 至 $45\ \mu\text{m}$ 。

[0049] 需要说明的是,由于在制备钨粉和钛粉时采用的筛网的筛眼大小为 $45\ \mu\text{m}$,因此通过该筛目的粉末其粒度均小于 $45\ \mu\text{m}$ 。

[0050] 本实施例中,所采用的不锈钢的材料为 304 不锈钢且为实体结构,该不锈钢耐高温 800°C 以上,具有加工性能好,韧性高的特点。通过车削等机械加工工艺,将所述 304 不锈钢材料加工成满足最终成品需求的不锈钢。

[0051] 接着执行步骤 S2,将钨粉与钛粉进行混合,形成钨、钛混合粉末。

[0052] 本实施例中,形成所述钨、钛混合粉末的具体工艺为将钨粉和钛粉按照质量比为 8.95:1 至 9.05:1 的比例用混粉机进行机械混合,具体质量比根据管靶的尺寸而定。

[0053] 所述机械混合的混合时间为 23 小时至 25 小时。当所述机械混合的混合时间少于 23 小时时,由于所述钨粉和钛粉的混合还不够均匀,容易引起所述钨、钛混合粉末因钨粉和钛粉的密度相差较大而引起的偏析分层现象,进而降低靶材材料的工艺性能和机械性能;当所述机械混合的混合时间多于 25 小时时,由于所述钨粉和钛粉已经充分且均匀混合,不会再产生作用,浪费工艺时间,增加工艺成本。

[0054] 本实施例中,所述混粉工艺采用干混法。在进行所述钨粉和钛粉的混合前,本实施例还向混粉机内充入惰性气体使混粉机内达到正压,以排除混粉机腔体内的空气,这样可以防止混粉过程中所述钨粉和钛粉发生氧化。本实施例中采用的惰性气体为氩气,在混合过程中保证氩气充满混粉机腔体,且所述氩气的压力大于大气压,以免空气渗入混粉机腔体内。

[0055] 为了更好的将钨粉和钛粉混合均匀,在进行所述钨粉和钛粉的混合过程中,加入介质球,混粉均匀后,将所述介质球取出。本实施例中,为了防止引入其他杂质,所述介质球的材料与钨粉或钛粉材质相同,即所述介质球为钛球或钨球。当所述介质球为钛球时,所述钛球和所述钨、钛混合粉末的质量比为 2.5:1 至 3.5:1;当所述介质球为钨球时,所述钨球和所述钨、钛混合粉末的质量比为 2.5:1 至 3.5:1。

[0056] 结合参考图 2,执行步骤 S3,将钨、钛混合粉末 201 装入空心模具内,模具中心放置不锈钢 202,置入冷等静压机内,通过向所述模具施加来自各个方向的压力,对所述钨、钛混合粉末 201 和不锈钢 202 进行冷等静压工艺,完成首次致密化,形成钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203。

[0057] 本实施例中,所述冷等静压工艺的工艺温度为常温 25°C 至 200°C ,所述冷等静压工艺过程中对所述模具施加的压力为 150MPa 至 160MPa,在所述工艺温度和压力下的工艺时间为 10 分钟至 30 分钟,由于所述冷等静压工艺各方向的温度、压力均相同,通过该工艺预先成型,得到致密度约为 60% 左右的半致密的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203,同时使后续成型工艺可以更好的致密。

[0058] 当环境压强低于 150MPa 或工艺时间少于 10 分钟时,由于压力不够或施加压力的

时间不够长,无法达到半致密的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203。由于冷等静压工艺的工艺温度为室温,在该温度下冷等静压产品达到一定致密度后增加压力或工艺时间难以进一步致密,因此压力高于 160MPa 或工艺时间多于 30 分钟已经不产生作用,使成本变大的同时浪费工艺时间。

[0059] 结合参考图 3,执行步骤 S4,将冷等静压好的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 装入包套 301 内,封死所述包套 301,所述包套 301 引出一个脱气管 305 并通过该脱气管 305 抽真空,形成真空包套 301'。

[0060] 本实施例中,所述包套 301 包括包套薄壁 302、包套下盖板 303 和包套上盖板 304;所述包套 301 采用的是厚度为 2mm 至 3mm 的不锈钢焊接成型。该不锈钢材质的包套强度较大,可以防止在后续工艺的受热条件下所述包套发生形变或开裂。

[0061] 本实施例中,通过氩弧焊接的方式先将所述包套薄壁 302 和包套下盖板 303 进行焊接,然后将冷等静压好的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 装入未焊接所述包套上盖板 304 的包套内,盖上包套上盖板 304 后再通过氩弧焊接的方式将包套 301 焊接至所述包套薄壁 302 的上表面,使所述包套 301 被封死。

[0062] 所述包套 301 引出一个脱气管 305,将脱气管 305 与真空设备相连,将装有钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 的包套 301 放置在加热炉中,开启真空设备对所述包套 301 抽真空形成真空包套 301',使所述真空包套 301' 内的真空度达到 2E-3Pa。

[0063] 结合参考图 3,执行步骤 S5,对所述抽真空后的真空包套 301' 进行加热并保温,完成再次致密化。

[0064] 本实施例中,当所述真空包套 301' 内的真空度达到 2E-3Pa 时,启动加热炉对所述真空包套 301' 进行加热;将所述真空包套 301' 由室温加热至 250℃ 至 500℃ 后,在该温度下保温 3 小时至 4 小时,完成再次致密化,形成致密度更好的钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203。

[0065] 在加热炉升温及保温过程中,真空设备一直处于开启状态,从而使所述真空包套 301' 内的真空度始终至少维持在 2E-3Pa;保温结束后,从加热炉中取出所述真空包套 301',在继续保持其内部真空的状态下封闭所述脱气管 305,使所述真空包套 301' 内部形成一个密闭的真空环境。

[0066] 结合参考图 4,执行步骤 S6,对钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 进行热等静压烧结工艺。

[0067] 本实施例中,将装有钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 且闭气好的真空包套 301' 放置在热等静压炉中,先进行升温升压,使工艺温度达到 1050℃ 至 1200℃、环境压强达到 150MPa 至 180MPa,使所述真空包套 301' 受到来自各向均等且全方位的 150MPa 至 180MPa 的气体压力;在升温升压步骤之后,在所述工艺温度和环境压强下保温 3 小时至 6 小时。

[0068] 本实施例中,将工艺温度、环境压强和保温时间做了最优化的搭配。

[0069] 当所述工艺温度低于 1050℃ 时,由于温度不够,导致所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 的各材料之间无法彻底地进行扩散,影响烧结成型后的钨钛管靶质量;当所述工艺温度高于 1200℃ 时,过高的工艺温度使所述真空包套 301' 处于恶劣的环境中,容易引起真空包套 301' 的形变或开裂,更甚者可能会使所述真空包套 301' 熔化或者使所述真

空包套 301' 与所述钨、钛混合粉末发生反应,引起钨钛管靶的报废。

[0070] 当所述环境压强小于 150MPa 时,由于在所述真空包套 301' 上施加的力不够大,导致所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 无法彻底地烧结成型,且最终获得的钨钛管靶的致密度较差;当所述环境压强大于 180MPa 时,对于已经完成最好的烧结成型的所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203,难以进一步致密,再提高环境压强对获得致密度高、内部结构均匀的钨钛管靶已经没有意义,反而浪费能源,甚至过高的环境压强可能使所述真空包套 301' 发生形变或开裂。

[0071] 当所述保温时间少于 3 小时时,由于在适当温度和压强下施加压力的时间不够长,导致所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 无法完全烧结成型,获得的钨钛管靶的致密度较差;当保温时间多于 6 小时时,对于已经完成最好的烧结成型的所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203,难以进一步致密,再增加保温时间反而浪费能源、降低钨钛管靶的制造效率。

[0072] 需要说明的是,升温升压的过程中,升温速率可以为 250°C /H 至 350°C /H,升压速率可以为 20MPa/H 至 30MPa/H。

[0073] 当升温速率高于 350°C /H 时,热等静压炉内的炉温不容易扩散,导致热等静压炉内的温度不均匀,产生炉温偏差,影响所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 的烧结成型;当升温速率低于 250°C 时,升温时间过长,造成工艺时间加长,生产效率降低,生产成本变高,因此所述升温速率优选为 250°C /H 至 350°C /H。为了配合所述升温速率,所述升压速率优选为 20MPa/H 至 30MPa/H,使所述工艺温度和环境压强几乎在同一时间内达到设定值。

[0074] 执行步骤 S7,对所述真空包套 301' (如图 3 所示) 进行去压冷却。

[0075] 本实施例中,所述钨、钛混合粉末和不锈钢初始坯料 203 完成热等静压成型后,关闭热等静压炉,使所述真空包套 301' (如图 3 所示) 随炉自然冷却至室温 25°C 至 200°C,这种方法避免了温度的骤降,使得成型后的钨钛合金靶材更加坚实。

[0076] 执行步骤 S8,去除所述真空包套 301' (如图 3 所示),获得所述钨钛合金靶材和不锈钢背管构成的钨钛管靶。

[0077] 将所述真空包套 301' (如图 3 所示) 随炉冷却后,通过车削加工等机加工工艺将所述钨钛靶材表面的包套材料去除,获得以所述钨钛合金为靶材、以所述 304 不锈钢为背管的钨钛管靶。

[0078] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,但本发明并非限定于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

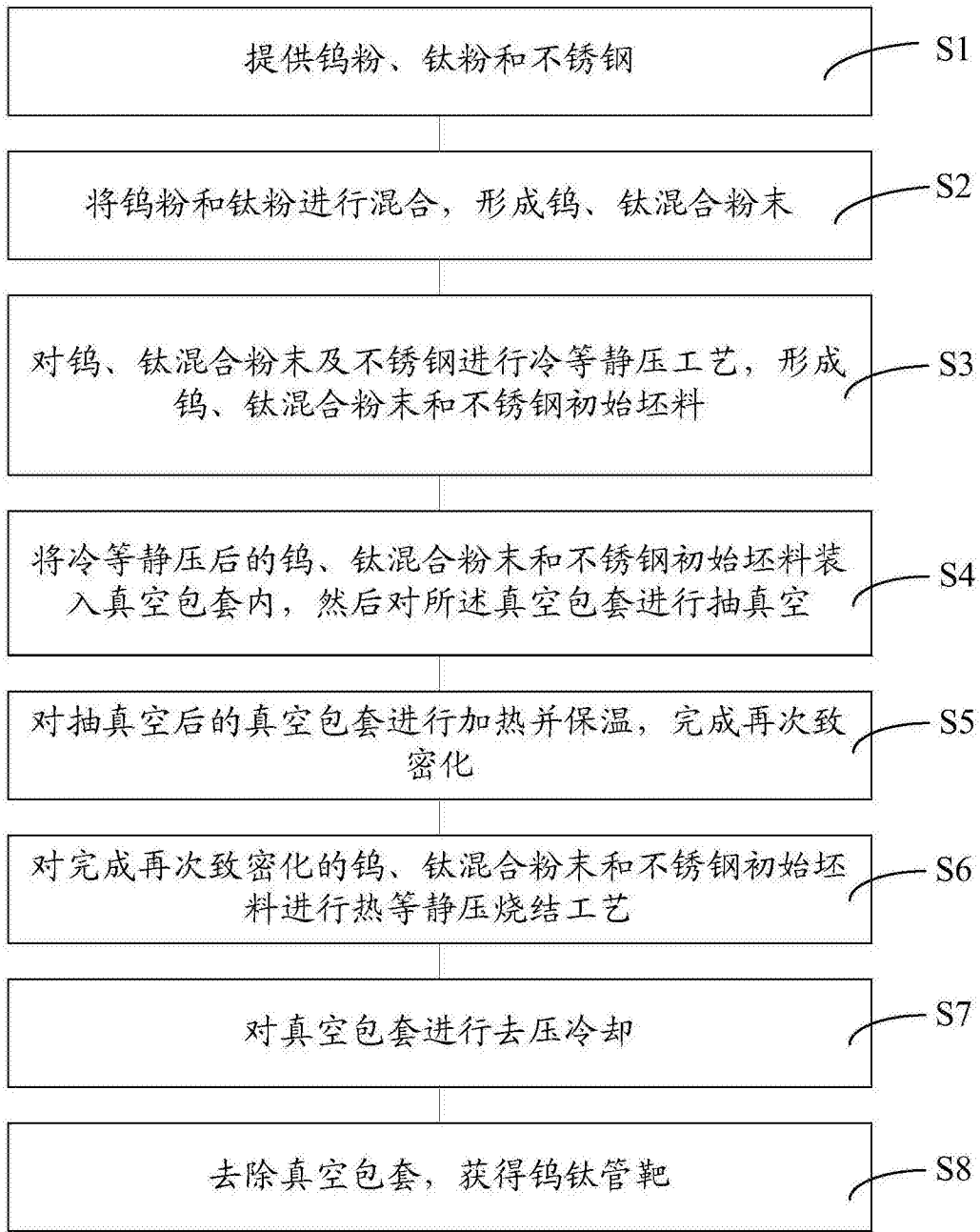


图 1

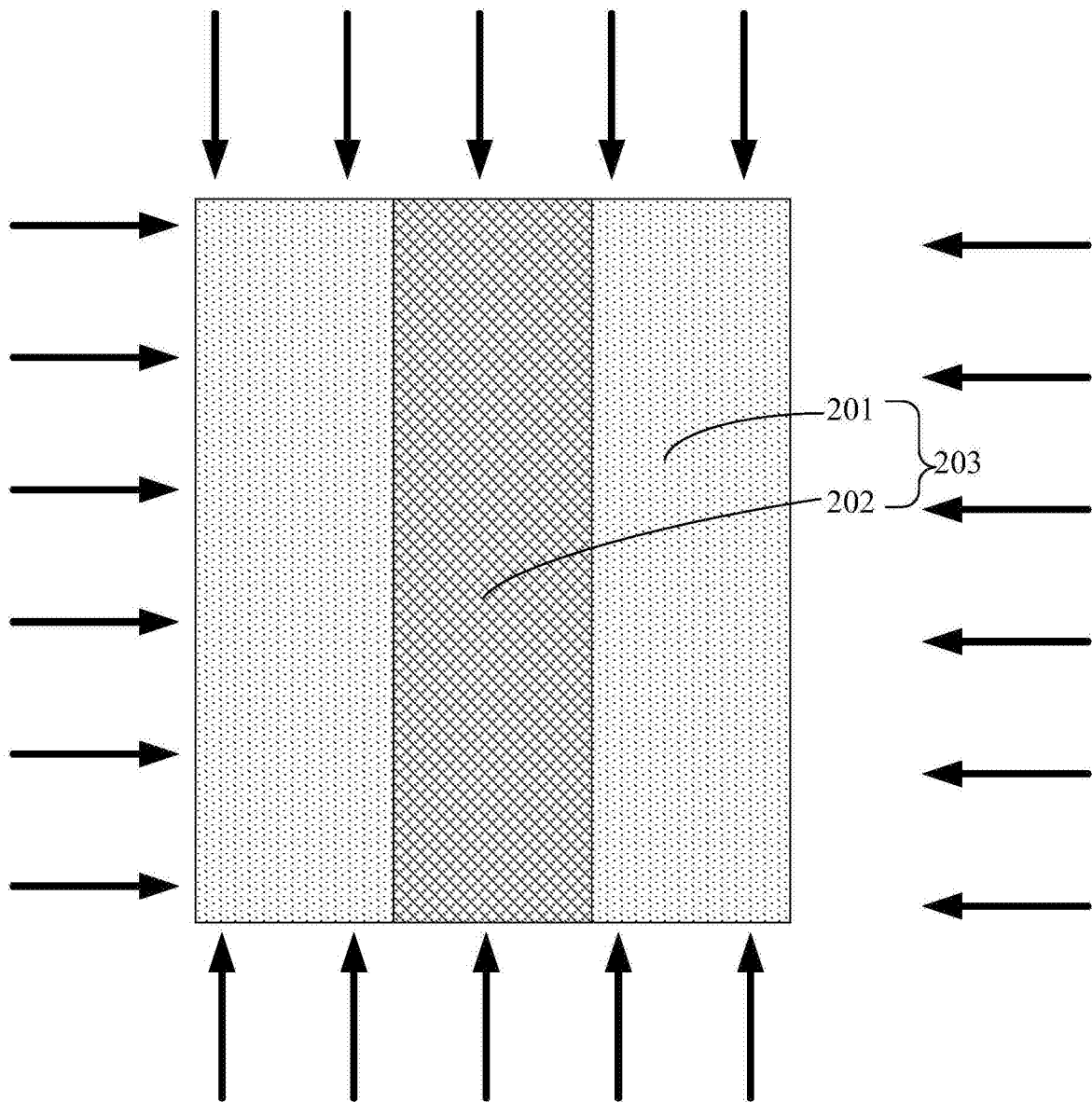


图 2

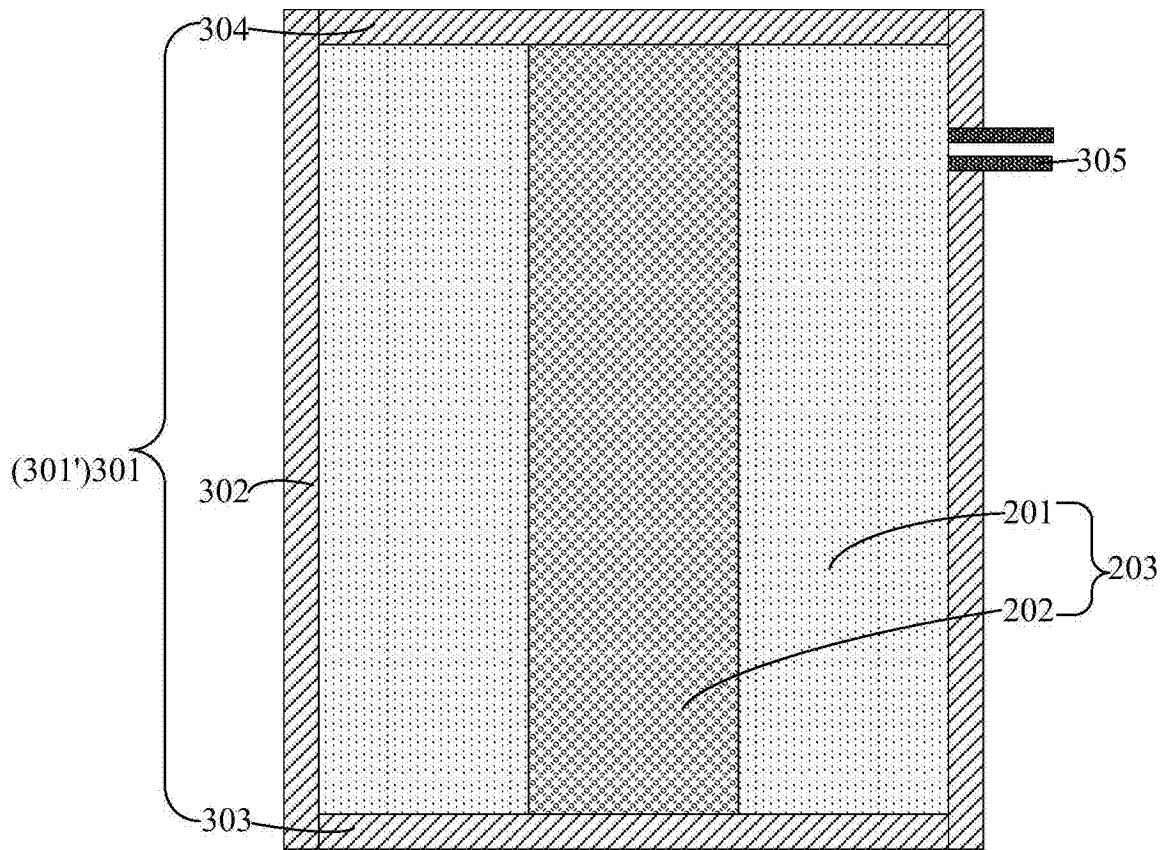


图 3

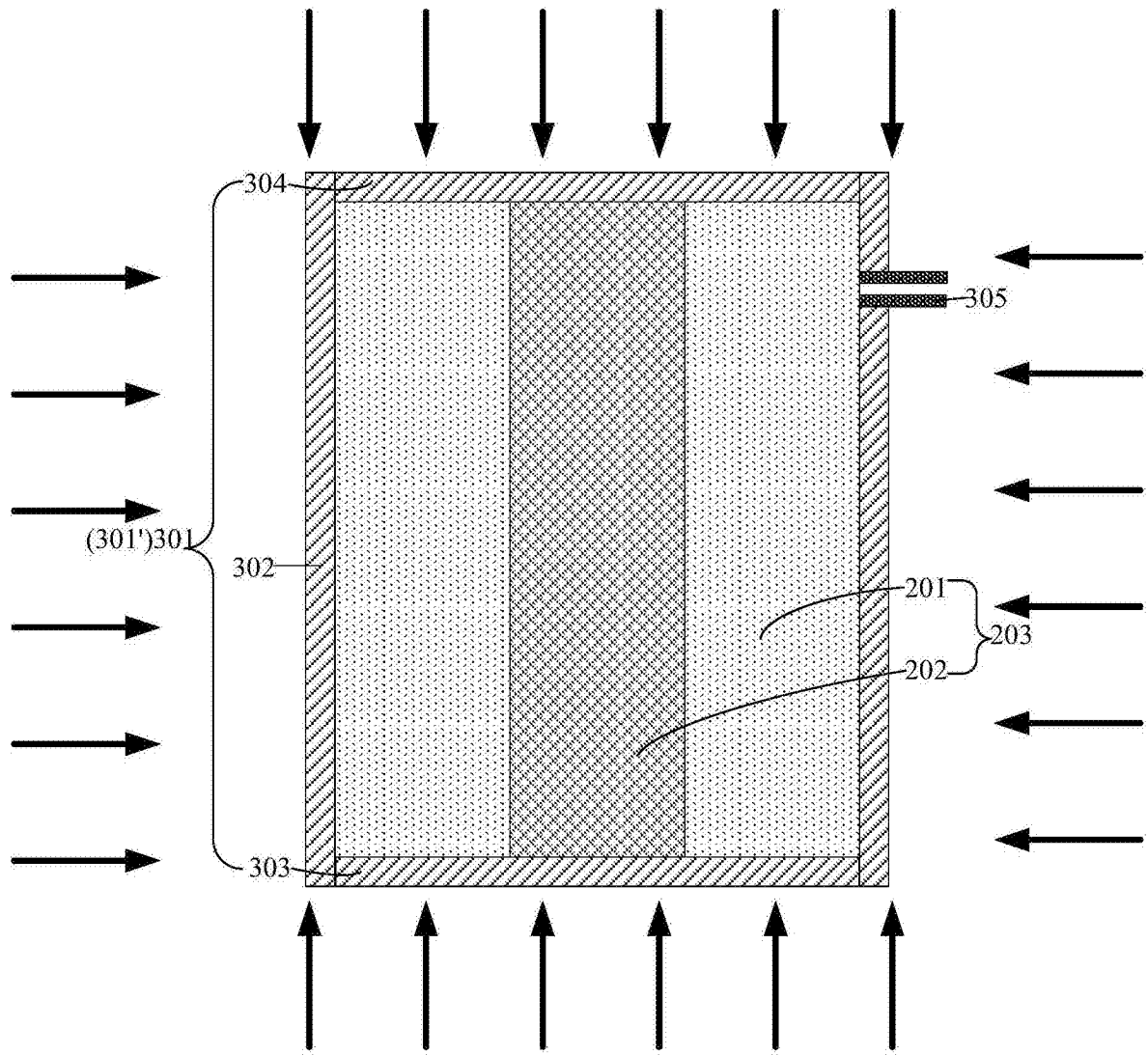


图 4