



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103459654 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201280011361. 5
 (22) 申请日 2012. 02. 15
 (30) 优先权数据
 2011-044481 2011. 03. 01 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2013. 09. 02
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2012/053502 2012. 02. 15
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02012/117853 JA 2012. 09. 07
 (73) 专利权人 吉坤日矿日石金属株式会社
 地址 日本东京
 (72) 发明人 大月富男 福岛笃志
 (74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
 责任公司 11219
 代理人 王海川 穆德骏

(51) Int. Cl.
 G23C 14/34(2006. 01)
 G22C 9/00(2006. 01)
 G22F 1/08(2006. 01)
 H01L 21/28(2006. 01)
 H01L 21/285(2006. 01)
 H01L 21/3205(2006. 01)
 H01L 23/52(2006. 01)
 G22F 1/00(2006. 01)
 (56) 对比文件
 US 2004/0072009 A1, 2004. 04. 15,
 WO 2010/018864 A1, 2010. 02. 18,
 CN 1985014 A, 2007. 06. 20,
 WO 2006/005095 A1, 2006. 01. 19,
 CN 101218106 A, 2008. 07. 09,
 审查员 修雪英

权利要求书1页 说明书10页 附图5页

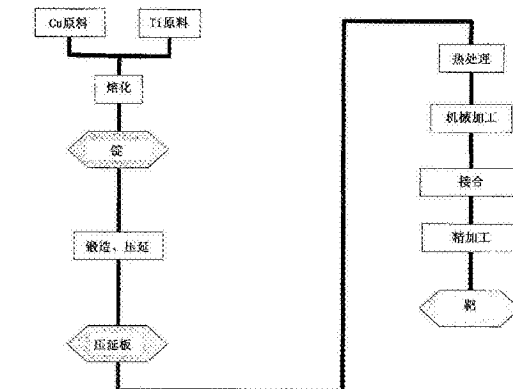
(54) 发明名称

铜钛合金制溅射靶、使用该溅射靶形成的半导体布线以及具备该半导体布线的半导体元件和器件

(57) 摘要

一种铜钛合金制溅射靶, Ti 为 3 原子% 以上且小于 15 原子%, 剩余部分由 Cu 和不可避免的杂质构成, 其特征在于, 靶的面内方向的硬度的偏差(标准差)为 5.0 以内, 电阻的偏差(标准差)为 1.0 以内。本发明提供用于形成半导体用铜钛合金制布线的溅射靶、半导体用铜钛合金制布线以及具备该半导体布线的半导体元件和器件, 所述溅射靶使半导体用铜合金布线自身具有自扩散抑制功能、能够有效地防止由活性 Cu 的扩散导致的布线周围的污染、并且使耐电迁移(EM)性、耐腐蚀性等提高、能够任意且容易地形成阻挡层、而且能够使膜特性均匀化。

Cu-Ti 制造工序



CN 103459654 B

1. 一种铜钛合金制溅射靶, Ti 为 3 原子 % 以上且小于 15 原子 % 且剩余部分由 Cu 和不可避免的杂质构成, 其特征在于,

靶的面内方向的硬度的标准差为 5.0 以内, 电阻的标准差为 1.0 以内。

2. 如权利要求 1 所述的铜钛合金制溅射靶, 其特征在于, 靶的平均晶粒直径为 5~50 μm 。

3. 一种铜钛合金制半导体布线, 其使用权利要求 1 或 2 所述的铜钛合金制溅射靶形成。

4. 一种半导体元件, 其具备权利要求 3 所述的铜钛合金制半导体布线。

5. 一种半导体器件, 其具备权利要求 3 所述的铜钛合金制半导体布线。

铜钛合金制溅射靶、使用该溅射靶形成的半导体布线以及具备该半导体布线的半导体元件和器件

技术领域

[0001] 本发明涉及铜钛合金制溅射靶、使用该溅射靶形成的半导体布线以及具备该半导体布线的半导体元件和器件,所述溅射靶为能够有效地防止由活性 Cu 的扩散导致的布线周围的污染的半导体用铜合金布线用溅射靶、特别是适合于形成具备自扩散抑制功能的半导体布线的铜钛 (Cu-Ti) 合金制溅射靶,而且能够均匀地进行溅射,由此能够得到均匀的膜特性。

背景技术

[0002] 以往,使用 Al 合金 (电阻率约 $3.0 \mu \Omega \cdot \text{cm}$) 作为半导体元件的布线材料,但随着布线的微细化,电阻低的铜布线 (电阻率约 $1.7 \mu \Omega \cdot \text{cm}$) 得到实用化。作为目前的铜布线的形成工艺,一般如下进行:在接触孔或布线槽的凹部形成 Ta、TaN 等的扩散阻挡层后,对铜或铜合金进行溅射成膜。

[0003] 通常,以纯度约 4N (除气体成分以外) 的电解铜作为粗金属通过湿式或干式高纯度化工工艺制造纯度 5N ~ 6N 的高纯度铜,将其作为溅射靶使用。

[0004] 铜或铜合金作为半导体用布线材料非常有效,但铜自身为活性非常高的金属而容易扩散,会产生透过半导体 Si 基板或其上的绝缘膜而污染 Si 基板或其周围的问题。因此,现有技术中的工艺无法避免形成 Ta、TaN 等的扩散阻挡层。但是,由于存在工序数相应增加的问题,因此,未必能称得上是好的方法。因此,提出了将铜合金成膜并通过热处理形成自形成扩散阻挡层来代替该扩散阻挡层的方案,但现状是还没有简便且有效的方法。

[0005] 另一方面,迄今为止,提出了通过溅射形成在铜中添加有钛的铜合金薄膜作为铜布线材料的方案。

[0006] 以下列举其示例。下述专利文献 1 中提出了含有 0.5 ~ 10 原子 % 的 Ti 的 Cu 合金薄膜、通过溅射法形成上述 Cu 合金薄膜的半导体布线的制造方法。

[0007] 专利文献 2 中提出了在含有 2.5 ~ 12.5 体积 % 的 N_2 的惰性气体氛围下形成含有 0.5 ~ 3 原子 % 的 Ti 和 0.4 ~ 2.0 原子 % 的 N 的 Cu 合金膜的方案。

[0008] 专利文献 3 中提出了含有 Ti 的 Cu 布线、Ti 为 15 原子 % 以下、优选 13 原子 % 以下、更优选 10 原子 % 以下的半导体布线。

[0009] 此外,非专利文献 1 中提出了使用 Cu-Ti 合金的自形成阻挡膜。

[0010] 使用这种含有 Ti 的 Cu 合金作为布线材料对于形成具备自扩散抑制功能的半导体布线是有效的。另外,通过溅射形成该 Cu 合金布线也容易控制薄膜的厚度,能够提高生产效率,因此可以说利用价值高。以上的公知技术可称为对作为半导体布线的功能进行调查研究的结果。

[0011] 但是,与铜制的溅射靶相比,以一定程度含有 Ti 的 Cu 合金的溅射靶具有膜特性的均匀性差的问题。

[0012] 在没有强烈意识到该问题的阶段,还不是特别成为问题,但在铜布线微细化的今

天,膜的特性会给半导体布线直接带来影响,因此,已经作为严重问题被提出。

[0013] 因此,在考察膜特性的不均匀的问题的同时,需要实现溅射靶的改性,弄清靶自身具备何种特性才能解决该问题。

[0014] 现有技术文献

[0015] 专利文献

[0016] 专利文献 1:日本特开 2008-21807 号公报

[0017] 专利文献 2:日本特开 2007-258256 号公报

[0018] 专利文献 3:国际公开 2010/007951 号公报

[0019] 非专利文献

[0020] 非专利文献 1:大森和幸等 9 人著、“Ti 合金による自己形成バリアを用いたデュアルダマシ Cu 配線の特性”(“使用利用 Ti 合金的自形成阻挡层的双镶嵌 Cu 布线的特性”)、电子信息通信学会编、信学技报、第 37-40 页

发明内容

[0021] 发明所要解决的问题

[0022] 本发明的课题在于,使半导体用铜合金布线自身具有自扩散抑制功能,能够有效地防止由活性 Cu 的扩散导致的布线周围的污染,弄清膜特性不均匀的问题,实现溅射靶的改性,弄清靶自身具备何种特性才能解决该问题。另外,本发明提供能够使耐电迁移(EM)性、耐腐蚀性等提高的半导体布线用铜钛合金制溅射靶。

[0023] 用于解决问题的手段

[0024] 为了解决上述问题,本发明人进行了深入研究,结果得到如下发现:通过实现溅射靶的组织(组成)的均匀性、即严密地控制靶的面内方向的硬度的偏差(标准差)和电阻的偏差(标准差),能够实现溅射膜特性的均匀化。

[0025] 另外,本发明同时提供能够有效地防止由活性 Cu 的扩散导致的布线周围的污染的铜钛合金制溅射靶、使用该溅射靶形成的半导体布线以及具备该半导体布线的半导体元件和器件。

[0026] 基于上述发现,本申请发明提供:

[0027] 1) 一种铜钛合金制溅射靶,Ti 为 3 原子%以上且小于 15 原子%且剩余部分由 Cu 和不可避免的杂质构成,其特征在于,靶的面内方向的硬度的偏差(标准差)为 5.0 以内,电阻的偏差(标准差)为 1.0 以内。

[0028] 另外,本申请发明提供:

[0029] 2) 如上述 1 所述的铜钛合金制溅射靶,其中,靶的平均晶粒直径为 5 ~ 50 μm 。

[0030] 另外,本申请发明提供:

[0031] 3) 一种铜钛合金制半导体布线,其使用上述 1) 或 2) 中任一项所述的铜钛合金制溅射靶形成;

[0032] 4) 一种半导体元件和器件,其具备上述 3) 所述的铜钛合金制半导体布线。

[0033] 发明效果

[0034] 本发明的半导体用铜合金布线和用于形成该布线的溅射靶具有如下优良效果:使半导体用铜合金布线自身具有自扩散抑制功能,能够有效地防止由活性 Cu 的扩散导致的

布线周围的污染,能够实现溅射膜特性的均匀化。而且,还具有使耐电迁移 (EM) 性、耐腐蚀性等提高的效果。

附图说明

[0035] 图 1 是使用石墨制容器 (坩埚) 将 Cu 熔化、并向 Cu 的熔液中投入预定量的 Ti 的概略说明图。

[0036] 图 2 是 Cu-Ti 二元系合金的状态图。

[0037] 图 3 是铜钛合金的熔化到形成溅射靶为止的制造工序的概略说明图。

[0038] 图 4 是表示 Cu-3.0%Ti 和 Cu-5.0%Ti 靶的组织照片的图。

[0039] 图 5 是表示硬度和电阻的靶面内的测定部位的图。

具体实施方式

[0040] 铜 (纯铜) 存在到达绝缘层、半导体 Si 基板而容易成为污染源的问题。该问题是很早就被指出的问题,作为其解决对策,提出了在绝缘膜与铜布线膜之间形成阻挡膜的方案。

[0041] 作为该阻挡膜,代表性的为 Zr、Ti、V、Ta、Nb、Cr 等金属、氮化物或硼化物。但是,它们使薄膜中的晶粒直径增大,因此,不适合作为 Cu 的阻挡膜。

[0042] 而且,该工艺原本就存在必须通过另外的包覆工艺来实施的问题,并且其自身并不具有抑制 Cu 自身的扩散的效果。因此,当然也可能在形成阻挡膜以外的地方引起污染。可见,上述方案的阻挡效果有限,并且存在成本高的缺点。

[0043] 本申请发明通过如上所述在 Cu 中含有 Ti 制成 Cu-Ti 合金,能够抑制 Cu 自身的扩散,其在 Cu-Ti 合金膜的任何状态 (表面) 都能持续发挥该效果。Cu-Ti 合金膜中的 Ti 扩散而到达 Si 半导体的界面时,形成 Ti、Si 的氧化物 ($TiSi_xO_y$ 的不定比氧化物)。通过使氧化物偏在 (偏在) 于界面处,使布线中心部的导电性提高,因此,可以说是优选的反应。

[0044] 该层位于 Si 半导体与铜合金导电 (布线) 层的界面处,形成约超过 0nm ~ 约 2nm 的层。先形成该层时,Ti 向 Si 半导体层中的扩散得到防止。即,该层成为阻挡层。这可以理解为,通过形成铜合金的布线而产生自扩散抑制功能,因此极其简单且有效。

[0045] 以往,使用 Ta 的阻挡层,但这种情况下,必须通过另外的溅射工序来形成,并且为了充分确保作为阻挡膜的功能而需要形成均匀膜,因此, Ta 膜最少需要 15nm 程度的膜厚。与这种以往的 Ta 阻挡层相比,本申请发明的优越性明显。

[0046] 但是,对于用于制造半导体用铜合金布线的溅射靶而言,特别成为问题的是溅射膜特性的不均匀性。可知其原因在于,溅射靶的组织 (组成) 不均匀、即存在靶的面内方向的硬度的偏差 (标准差) 和电阻的偏差 (标准差)。

[0047] 因此,作为解决该问题的手段,Ti 为 3 原子% 以上且小于 15 原子% 且剩余部分由 Cu 和不可避免的杂质构成的本申请发明的铜钛合金制溅射靶使靶的面内方向的硬度的偏差 (标准差) 为 5.0 以内,使电阻的偏差 (标准差) 为 1.0 以内。由此,消除了靶的不均匀性,能够大大减小溅射后的膜特性的不均匀性。另外,本发明的铜钛合金制溅射靶中,靶面内方向的硬度和电阻的值依赖于成分组成、组织形态而发生变化,因此,使用绝对值来评价并不恰当,使用其偏差来评价是恰当的。

[0048] 此外,该靶中,使平均晶粒直径为 $5 \sim 50 \mu\text{m}$ 时,溅射时的等离子体稳定性优良,同时显示出优良的溅射效率。

[0049] 使用以上的铜钛合金制溅射靶形成的铜钛合金制半导体布线能够得到膜特性(特别是膜电阻)均匀的结果。而且,能够得到具备铜钛合金制半导体布线的优质的半导体元件和器件。

[0050] 作为铜布线的形成工艺,一般如下进行:在接触孔(导通孔)或布线槽的凹部形成Ta、Ta_N等的扩散阻挡层后,对铜或铜合金进行溅射成膜,但本发明不需要限定于此。即,半导体用铜合金布线中,也可以在该布线的上表面、侧面和底面即周面形成将铜合金中的Ti优先氧化(选择氧化)而成的Ti氧化膜。该Ti氧化膜自身能够作为阻挡层发挥功能。

[0051] 该Ti氧化膜层例如可以如下形成:先使用靶进行溅射而形成铜合金布线,然后,在含氧气氛中进行热处理,由此,使铜合金中的Ti优先氧化而在该布线的表面上形成Ti氧化膜。该热处理优选在 $200 \sim 525^\circ\text{C}$ 的范围内进行。这样的阻挡层的形成具有无需附加的薄膜形成工艺、能够通过极其简单的工序来形成的优良特征。

[0052] 对于本发明中的半导体用铜合金布线的形成方法而言,溅射法能够最有效且稳定地进行成膜。因此,作为为此使用的用于形成具备自扩散抑制功能的半导体用铜合金布线的溅射靶,使用形成为上述组成的靶。

[0053] 这种靶的成分组成直接反映在溅射膜中,因此,需要进行充分的控制。另外,添加的量基于与上述布线膜中说明过的理由同样的理由。

[0054] 在制造铜钛合金的情况下,钛(Ti)为低浓度时容易熔于铜(Cu),但Ti为高浓度(5%以上)时,由于Cu的熔点为 1085° 、Ti的熔点为 1670°C ,存在很大差异,因此,在制作金属合金的情况下,如果进行与高熔点金属的熔点匹配的真空熔化,则低熔点金属会蒸发,从而存在偏离目标组成的问题。

[0055] 制造本发明的Ti为3原子%以上且小于15原子%且剩余部分由Cu和不可避免的杂质构成的铜钛合金制溅射靶时,在预先抽成真空的石墨制容器(坩埚)中将Cu熔化,接着使该容器形成Ar气氛后,一边向铜水中添加Ti一边通过自然对流对该熔液进行搅拌,使Ti熔于Cu中。

[0056] 然后,向Cu制模具中注液使其凝固,得到铜钛合金锭。向石墨制容器(坩埚)中添加Ti的情形示于图1中。

[0057] 这样,通过向维持于稍高于熔点的温度的Cu熔液中添加Ti,能够使Ti的表面在熔液中逐渐地与Cu反应而合金化。

[0058] 图2中示出了Cu-Ti二元系合金的状态图。如该图2所示,通过合金化使Ti的熔点降低,因此,合金化后的表面熔入Cu的熔液中,最终使Ti全部熔于Cu中。由于在稍高于Cu的熔点的温度下熔化,因此,不会发生Cu蒸发等情况,能够制作目标组成的合金。

[0059] Cu的熔化时,通常通过真空感应熔化进行。熔化条件可以根据要熔化的材料的量和熔化设备进行任意改变。然后,导入Ar气氛后,进行Ti添加。

[0060] 搅拌优选利用自然对流进行。从添加Ti开始保持约15分钟,然后,向模具中注液使其凝固。注液温度设定为 $1100 \sim 1250^\circ\text{C}$ 。

[0061] Cu的熔化时,优选在Cu的熔点 $+200^\circ\text{C}$ 以下的温度范围内进行熔化。另外,优选同样向保持在Cu的熔点 $+200^\circ\text{C}$ 以下的温度范围内的熔铜中添加Ti。由此,使Ti在与Cu合

金化的同时慢慢熔化,最终全部熔化。

[0062] 对这样制造的铜钛合金进行热锻(例如,700~950℃下的锻造)、压延(例如,700~950℃下的热压延)和热处理(例如,700~950℃下的1~3小时的热处理),能够制造Ti为3原子%以上且小于15原子%且剩余部分由Cu和不可避免的杂质构成的铜钛合金溅射靶。

[0063] 将该工序示于图3中。热处理后,进行机械加工工序、向背板上接合的工序以及精加工等通常的处理,然后制成靶。

[0064] 上述加工工序中,关于锻造,进行700~950℃下的热锻。由此,能够得到晶粒直径为5~50 μm 的均匀组织的靶。

[0065] 而且,能够使靶的面内方向的硬度的偏差(标准差)为5.0以内,使电阻的偏差(标准差)为1.0以内。

[0066] 实施例

[0067] 接下来,基于实施例对本发明进行说明。以下所示的实施例为了易于理解本发明,本发明不受这些实施例的限制。即,基于本发明的技术构思的变形及其他实施例当然包含在本发明中。

[0068] (实施例1)

[0069] 为了制造Ti为3.0原子%、剩余部分为Cu的溅射靶,使用纯度6N的Cu和纯度5N的Ti作为原料。

[0070] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用32187g的铜,真空度设定为0.05Pa。将Cu熔化后,使熔液维持于1100~1250℃,导入Ar气,进行Ti添加。搅拌采用自然对流。从Ti添加开始到注液为止的时间为12分钟。使用铜制模具,将注液温度设定为1100~1250℃使其凝固。

[0071] 将凝固后的锭在700~950℃下进行锻造,使100mmt成为70mmt。再将其在700~950℃下进行热压延,使70mmt成为12mmt。接着,对其进行700~950℃ \times 1小时的热处理。

[0072] 进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到7mmt、 Φ 300mm的由Cu-3.0原子%Ti的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0073] 将该由Cu-3.0原子%Ti的钛铜构成的靶的物性值示于表1中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位示于图5中。

[0074] Cu-3.0原子%Ti的钛铜靶的硬度为201.0Hv(3个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为3.99。另外,靶的电阻为10.8 $\mu\Omega$ (3个点的平均),电阻的面内偏差(标准差)为0.32。

[0075] 进而,使用该溅射靶在输入功率38kW、溅射时间6.5秒的条件下进行溅射,计测膜特性的偏差。

[0076] 膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为3.42。均在本申请发明的特性的范围内,得到良好的结果。另外,膜电阻的偏差是以使用KLA-テンコール公司制造的オムニマップ(RS-100)测定晶片上的49处的电阻值(四端子法)而得到的数值的标准差进行计测的结果。以下,使用同样的方法计测膜电阻的偏差。

[0077] 另外,将该Cu-3.0原子%Ti的靶的显微镜组织照片示于图4(该图的左侧)中。平均晶粒直径为47.5 μm 。

[0078]

表1

	成分组成		硬度		电阻		膜特性(膜电阻) 的偏差 (标准差)
	Ti浓度	剩余部分	3点平均值	面内偏差 (标准差)	3点平均值	面内偏差 (标准差)	
实施例1	3.0	Cu	201.0	3.99	10.8	0.32	3.42
实施例2	5.0	Cu	233.0	4.38	13.6	0.26	3.29
实施例3	7.0	Cu	239.0	4.49	16.3	0.45	4.03
实施例4	10.0	Cu	243.0	4.63	17.6	0.67	4.35
比较例1	2.5	Cu	196.0	5.24	9.2	2.00	5.21
比较例2	3.2	Cu	210.0	5.42	11.8	1.82	5.54
比较例3	6.8	Cu	236.0	5.85	14.6	1.78	5.33
比较例4	9.1	Cu	238.0	6.33	18.5	2.02	6.04
比较例5	15.0	Cu	257.0	7.38	19.7	2.48	6.31

[0079] (实施例2)

[0080] 为了制造 Ti 为 5.0 原子%、剩余部分为 Cu 的溅射靶,使用纯度 6N 的 Cu 和纯度 5N

的 Ti 作为原料。

[0081] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1250℃,导入 Ar 气,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。从 Ti 添加开始到注液为止的时间为 12 分钟。使用铜制模具,将注液温度设定为 1100 ~ 1250℃使其凝固。

[0082] 将凝固后的锭在 700 ~ 950℃下进行锻造,使 100mmt 成为 70mmt。再将其在 700 ~ 950℃下进行热压延,使 70mmt 成为 12mmt。接着,对其进行 700 ~ 950℃ × 1 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 20mmt、Φ 300mm 的由 Cu-5.0 原子 %Ti 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0083] 将该由 Cu-5.0 原子 %Ti 的钛铜构成的靶的物性值同样示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0084] Cu-5.0 原子 %Ti 的钛铜靶的硬度为 233.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 4.38。另外,靶的电阻为 13.6 μ Ω (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 0.26。

[0085] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 3.29。均在本申请发明的特性的范围内,得到良好的结果。

[0086] 结果,与实施例 1 的由 Cu-3.0 原子 %Ti 的钛铜构成的锭和靶相比,本实施例 2 的由 Cu-5.0 原子 %Ti 的钛铜构成的锭和靶的物性值即硬度和电阻值均增加。这是由 Ti 量增加引起的。

[0087] 另外,将该 Cu-5.0 原子 %Ti 的靶的显微镜组织照片示于图 4(该图的右侧)中。平均晶粒直径为 12.1 μ m。

[0088] (实施例 3)

[0089] 为了制造 Ti 为 7.0 原子 %、剩余部分为 Cu 的溅射靶,使用纯度 6N 的 Cu 和纯度 5N 的 Ti 作为原料。

[0090] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1250℃,导入 Ar 气,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。从 Ti 添加开始到注液为止的时间为 12 分钟。使用铜制模具,将注液温度设定为 1100 ~ 1250℃使其凝固。

[0091] 将凝固后的锭在 700 ~ 950℃下进行锻造,使 100mmt 成为 70mmt。再将其在 700 ~ 950℃下进行热压延,使 70mmt 成为 12mmt。接着,对其进行 700 ~ 950℃ × 1 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 20mmt、Φ 300mm 的由 Cu-7.0 原子 %Ti 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0092] 将该由 Cu-7.0 原子 %Ti 的钛铜构成的靶的物性值同样示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0093] Cu-7.0 原子 %Ti 的钛铜靶的硬度为 239.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 4.49。另外,靶的电阻为 16.3 μ Ω (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 0.45。

[0094] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 4.03。均在本申请发明的特性的范围内,得到良好的结果。

[0095] 结果,与实施例 1 的由 Cu-3.0 原子 %Ti 的钛铜构成的锭和靶相比,本实施例 3 的由 Cu-7.0 原子 %Ti 的钛铜构成的锭和靶的物性值即硬度和电阻值均增加。这是由 Ti 量增加引起的。

[0096] 另外,得到了晶粒直径均匀的组织靶,该靶的平均晶粒直径为 10.8 μm 。

[0097] (实施例 4)

[0098] 为了制造 Ti 为 10.0 原子 %、剩余部分为 Cu 的溅射靶,使用纯度 6N 的 Cu 和纯度 5N 的 Ti 作为原料。

[0099] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1250 $^{\circ}\text{C}$,导入 Ar 气,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。从 Ti 添加开始到注液为止的时间为 12 分钟。使用铜制模具,将注液温度设定为 1100 ~ 1250 $^{\circ}\text{C}$ 使其凝固。

[0100] 将凝固后的锭在 700 ~ 950 $^{\circ}\text{C}$ 下进行锻造,使 100mmt 成为 70mmt。再将其在 700 ~ 950 $^{\circ}\text{C}$ 下进行热压延,使 70mmt 成为 12mmt。接着,对其进行 700 ~ 950 $^{\circ}\text{C}$ \times 1 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 20mmt、 Φ 300mm 的由 Cu-10.0 原子 %Ti 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0101] 将该由 Cu-10.0 原子 %Ti 的钛铜构成的靶的物性值同样示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0102] Cu-10.0 原子 %Ti 的钛铜靶的硬度为 243.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 4.63。另外,靶的电阻为 17.6 $\mu\Omega$ (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 0.67。

[0103] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 4.35。均在本申请发明的特性的范围内,得到良好的结果。

[0104] 结果,与实施例 1 的由 Cu-3.0 原子 %Ti 的钛铜构成的锭和靶相比,由 Cu-10.0 原子 %Ti 的钛铜构成的锭和靶的物性值即硬度和电阻值均增加。这是由 Ti 量增加引起的。

[0105] 另外,得到了晶粒直径均匀的组织靶,该靶的平均晶粒直径为 10.3 μm 。

[0106] (比较例 1)

[0107] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1200 $^{\circ}\text{C}$,导入 Ar 气形成 Ar 气氛后,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。Ti 添加后保持约 10 分钟,然后,向模具中注液使其凝固。

[0108] 将凝固后的锭在 850 ~ 1000 $^{\circ}\text{C}$ 下进行热压延,使 100mmt 成为 12mmt。接着对其进行 950 ~ 1000 $^{\circ}\text{C}$ \times 1 ~ 2 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 7mmt、 Φ 300mm 的由 Ti5 原子 %-Cu 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0109] 将该由 Cu-2.5 原子 %Ti 的钛铜构成的靶的物性值示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0110] Cu-2.5 原子 %Ti 的钛铜靶的硬度为 196.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 5.24。另外,靶的电阻为 9.2 $\mu\Omega$ (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 2.00。

[0111] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 5.21。均在本申请发明的特性的范围外,为不良。

[0112] (比较例 2)

[0113] 为了制造 Ti 为 3.2 原子%、剩余部分为 Cu 的溅射靶,使用纯度 6N 的 Cu 和纯度 5N 的 Ti 作为原料。

[0114] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1200℃,导入 Ar 气形成 Ar 气氛后,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。Ti 添加后保持约 10 分钟,然后,向模具中注液使其凝固。

[0115] 将凝固后的锭在 850 ~ 1000℃ 下进行热压延,使 100mmt 成为 12mmt。接着对其进行 950 ~ 1000℃ × 1 ~ 2 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 7mmt、Φ300mm 的由 Cu-3.2 原子%Ti 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0116] 将该由 Cu-3.2 原子%Ti 的钛铜构成的靶的物性值示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0117] Cu-3.2 原子%Ti 的钛铜靶的硬度为 210.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 5.42。另外,靶的电阻为 11.8 μΩ (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 1.82。

[0118] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 5.54。均在本申请发明的特性的范围外,为不良。

[0119] (比较例 3)

[0120] 为了制造 Ti 为 6.8 原子%、剩余部分为 Cu 的溅射靶,使用纯度 6N 的 Cu 和纯度 5N 的 Ti 作为原料。

[0121] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1200℃,导入 Ar 气形成 Ar 气氛后,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。Ti 添加后保持约 10 分钟,然后,向模具中注液使其凝固。

[0122] 将凝固后的锭在 850 ~ 1000℃ 下进行热压延,使 100mmt 成为 12mmt。接着对其进行 950 ~ 1000℃ × 1 ~ 2 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 7mmt、Φ300mm 的由 Cu-6.8 原子%Ti 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0123] 将该由 Cu-6.8 原子%Ti 的钛铜构成的靶的物性值示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0124] Cu-6.8 原子%Ti 的钛铜靶的硬度为 236.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 5.85。另外,靶的电阻为 14.6 μΩ (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 1.78。

[0125] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 5.33。均在本申请发明的特性的范围外,为不良。

[0126] (比较例 4)

[0127] 为了制造 Ti 为 9.1 原子%、剩余部分为 Cu 的溅射靶,使用纯度 6N 的 Cu 和纯度 5N 的 Ti 作为原料。

[0128] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1200℃,导入 Ar 气形成 Ar 气氛后,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。Ti 添加后保持约 10 分钟,然后,向模具中注液使其凝固。

[0129] 将凝固后的锭在 850 ~ 1000℃ 下进行热压延,使 100mmt 成为 12mmt。接着对其进

行 950 ~ 1000°C × 1 ~ 2 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 7mmt、Φ300mm 的由 Cu-9.1 原子 %Ti 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0130] 将该由 Cu-9.1 原子 %Ti 的钛铜构成的靶的物性值示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0131] Cu-9.1 原子 %Ti 的钛铜靶的硬度为 238.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 6.33。另外,靶的电阻为 18.5 μ Ω (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 2.02。

[0132] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 6.04。均在本申请发明的特性的范围外,为不良。

[0133] (比较例 5)

[0134] 为了制造 Ti 为 15.0 原子 %、剩余部分为 Cu 的溅射靶,使用纯度 6N 的 Cu 和纯度 5N 的 Ti 作为原料。

[0135] 铜的熔化时,通过真空感应熔化进行。使用 32187g 的铜,真空度设定为 0.05Pa。将 Cu 熔化后,使熔液维持于 1100 ~ 1200°C,导入 Ar 气形成 Ar 气氛后,进行 Ti 添加。搅拌采用自然对流。Ti 添加后保持约 10 分钟,然后,向模具中注液使其凝固。

[0136] 将凝固后的锭在 850 ~ 1000°C 下进行热压延,使 100mmt 成为 12mmt。接着对其进行 950 ~ 1000°C × 1 ~ 2 小时的热处理。进而,对其进行机械加工、向背板上的接合以及精加工,得到 7mmt、Φ300mm 的由 Cu-15.0 原子 %Ti 的钛铜构成的圆盘状靶与背板的组装体。

[0137] 将该由 Cu-15.0 原子 %Ti 的钛铜构成的靶的物性值同样示于表 1 中。另外,将硬度和电阻的靶面内的测定部位同样示于图 5 中。

[0138] Cu-15.0 原子 %Ti 的钛铜靶的硬度为 257.0Hv (3 个点的平均值),硬度的面内偏差(标准差)为 7.38。另外,靶的电阻为 19.7 μ Ω (3 个点的平均值),电阻的面内偏差(标准差)为 2.48。

[0139] 进而,与实施例 1 同样地进行溅射,计测膜特性的偏差。膜特性(膜的电阻)的偏差(标准差)为 6.31。均在本申请发明的特性的范围外,为不良。

[0140] 产业上的可利用性

[0141] 本发明的半导体用铜合金布线其自身具有自扩散抑制功能,因此,具有能够有效地防止由活性 Cu 的扩散导致的布线周围的污染、能够实现溅射膜特性的均匀化的优良效果。而且,具有能够使耐电迁移(EM)性、耐腐蚀性等提高的优良效果,并且具有能够在铜合金布线膜的上表面、下表面、周面等上任意且稳定地形成包含氧化钛的阻挡层、并且能够简化铜合金布线的成膜工序和阻挡层的形成工序的显著效果。因此,对于制造用于形成半导体用铜合金布线的溅射靶和半导体用铜合金布线极为有用。

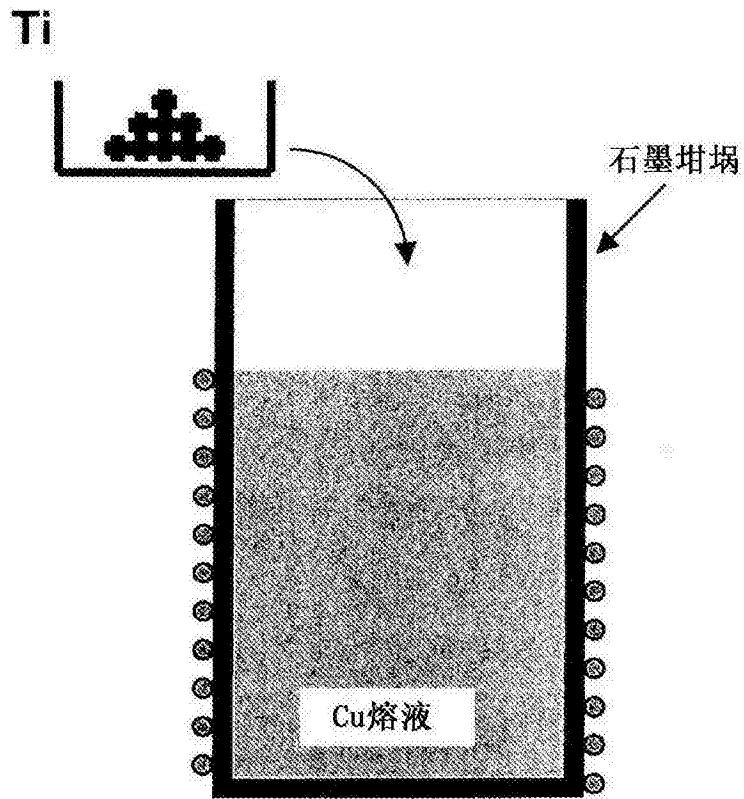


图 1

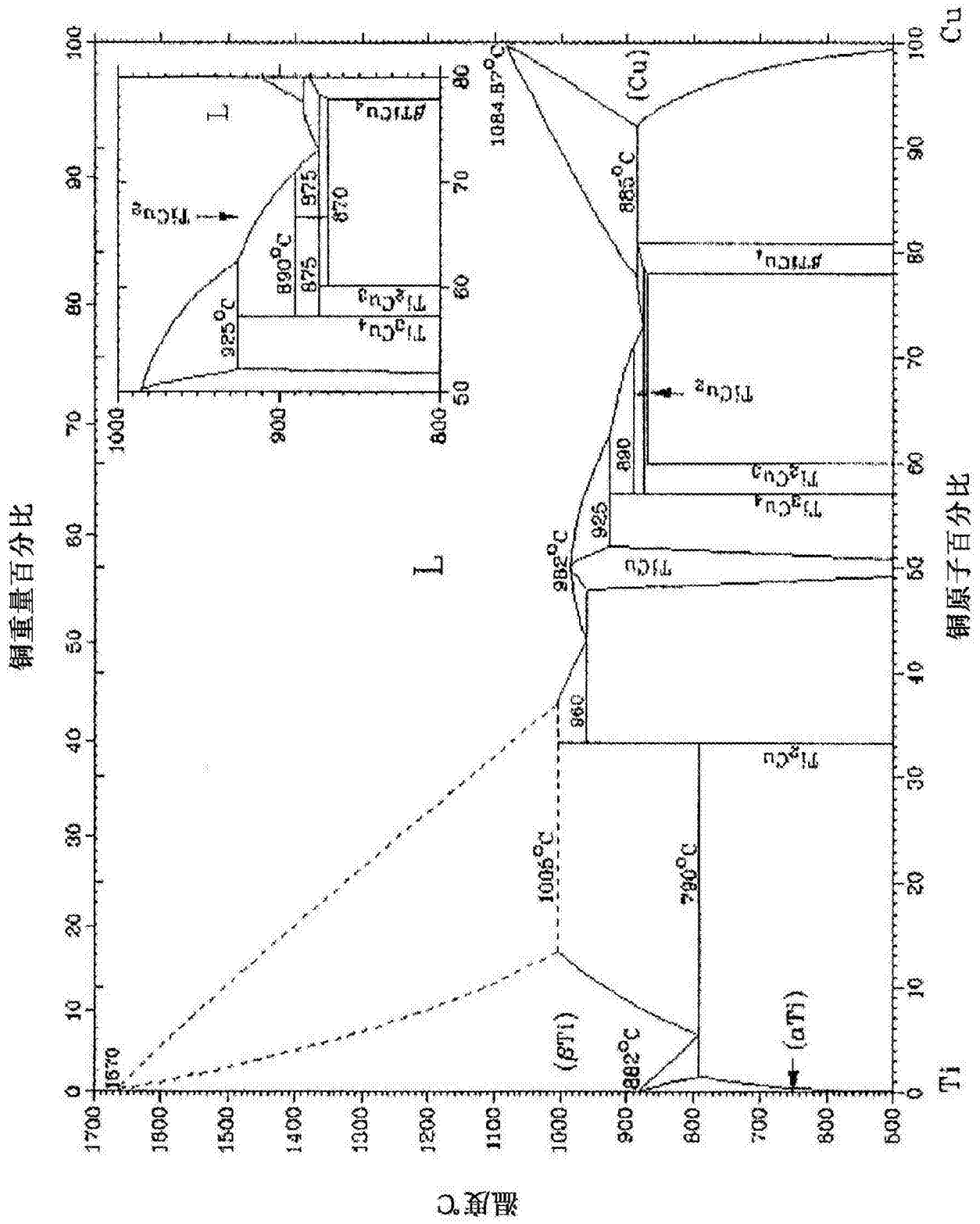


图 2

Cu-Ti制造工序

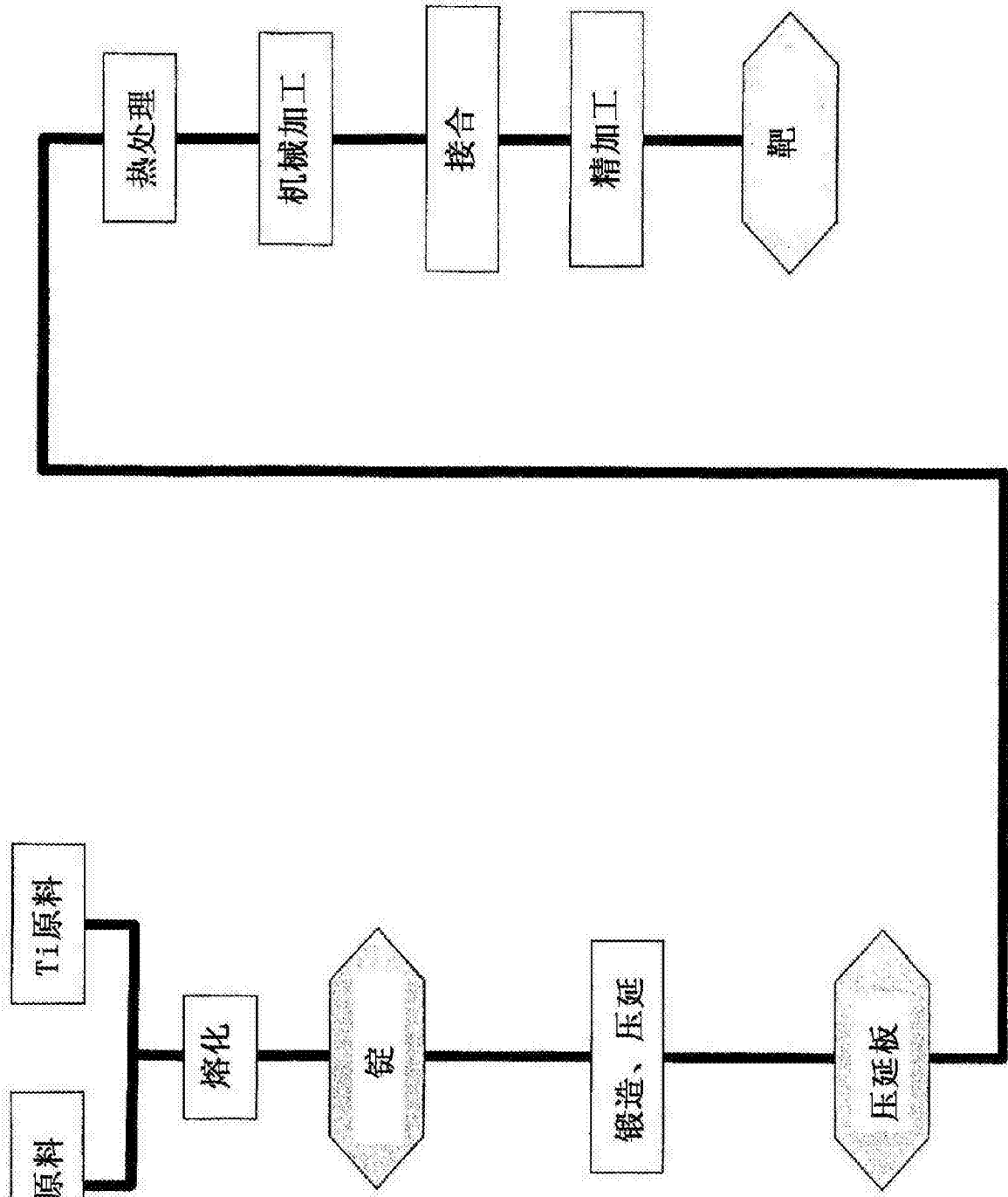
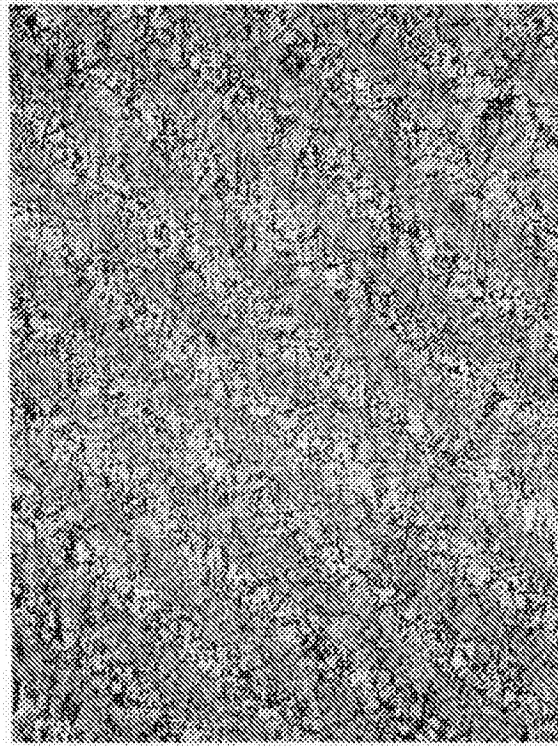
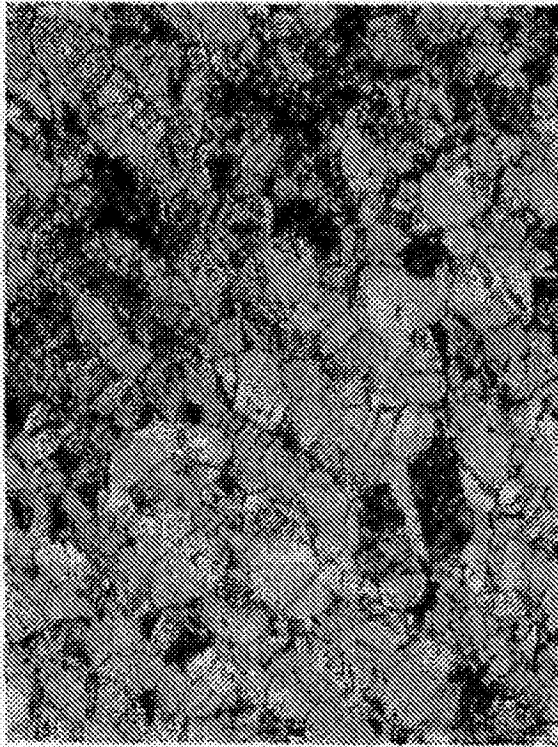


图 3



Cu-5.0原子%Ti

倍率 × 200 平均晶粒直径 12.1 μm



Cu-3.0原子%Ti

倍率 × 100 平均晶粒直径 47.5 μm

图 4

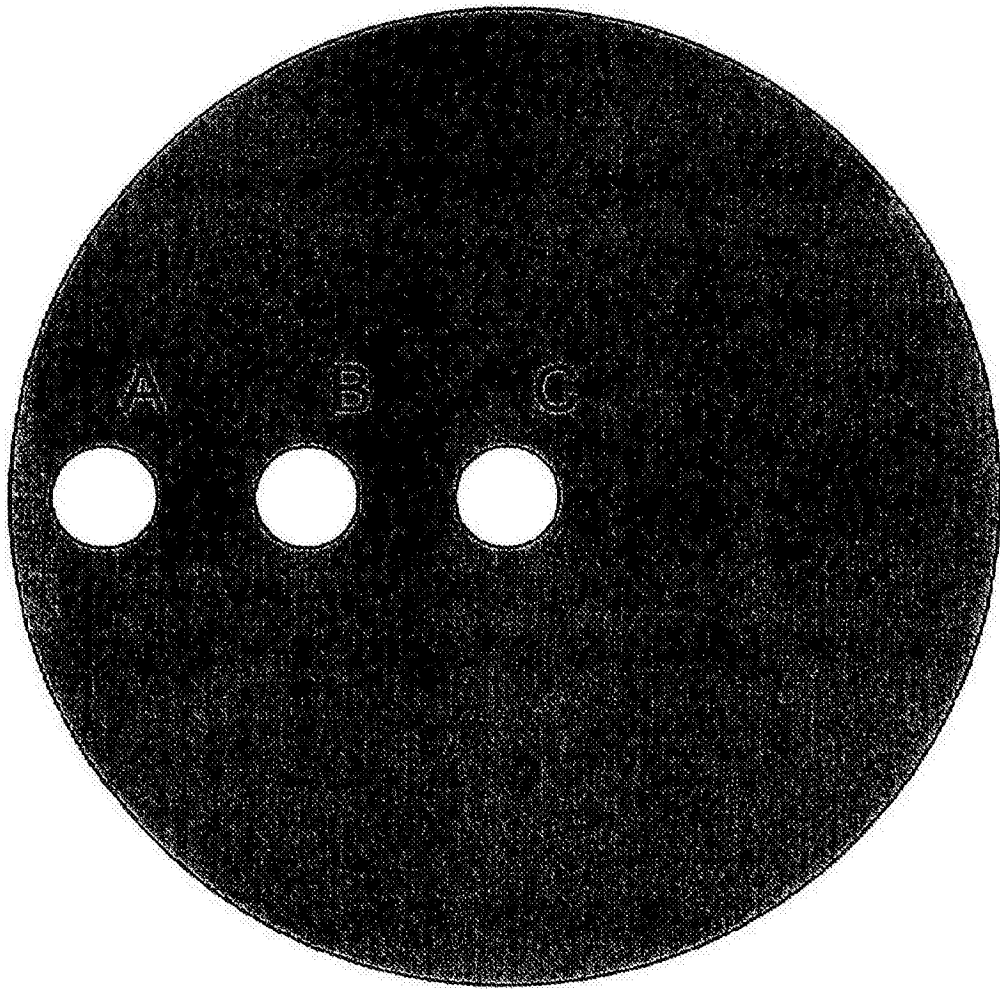


图 5