(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111630213 B
(45)授权公告日 2022.01.18

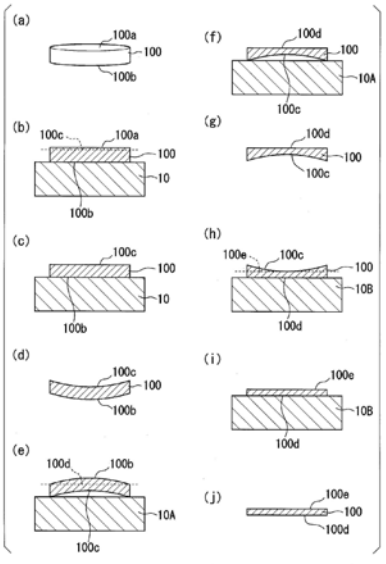
(21)申请号 201880087282.X
(22)申请日 2018.12.21
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111630213 A
(43)申请公布日 2020.09.04
(30)优先权数据
2018-009989 2018.01.24 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.07.21
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2018/047225 2018.12.21
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/146336 JA 2019.08.01
(73)专利权人 昭和电工株式会社
地址 日本东京都
专利权人 株式会社电装
(72)发明人 贵堂高德 长屋正武 鹰羽秀隆
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 王潇悦 段承恩
(51)Int.Cl.
C30B 29/36(2006.01)
B24B 7/22(2006.01)
C30B 23/00(2006.01)
C30B 33/00(2006.01)
H01L 21/304(2006.01)
(56)对比文件
JP 2017065954 A,2017.04.06
JP 2014210687 A,2014.11.13
JP 2011222750 A,2011.11.04
JP 2004168649 A,2004.06.17
JP 2002308697 A,2002.10.23
CN 104813439 A,2015.07.29
US 2010300423 A1,2010.12.02
CN 107002281 A,2017.08.01
审查员 陈春淳
权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

单晶4H-SiC生长用籽晶及其加工方法

(57)摘要

本发明的单晶4H-SiC生长用籽晶是直径大于150mm,厚度为1mm以上且为所述直径的0.03倍以下的范围内的圆板状的单晶4H-SiC生长用籽晶,生长单晶4H-SiC的那一侧的面是镜面,另一侧的面的Ra大于10nm,并且自由变形从而内部应力分布降低了的状态下的波纹度大小的绝对值为12μm以下。



CN 111630213 B

1.一种单晶4H-SiC生长用籽晶,直径大于150mm,厚度为1mm以上且在所述直径的0.03倍以下的范围内,并且是圆板状的,其特征在于,

生长单晶4H-SiC的那一侧的面是镜面,另一侧的面的Ra大于10nm,并且,

在自由变形从而内部应力分布降低了的状态下的波纹度大小的绝对值为12μm以下。

2.根据权利要求1所述的单晶4H-SiC生长用籽晶,其特征在于,

所述波纹度大小的绝对值为8μm以下。

3.根据权利要求1或2中任一项所述的单晶4H-SiC生长用籽晶,其特征在于,

生长所述单晶4H-SiC的那一侧的面是碳面。

4.一种单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,所述籽晶的直径大于150mm,厚度为1mm以上且在所述直径的0.03倍以下的范围内,并且是圆板状的,所述加工方法的特征在于,包括:

从直径大于150mm的圆柱状单晶4H-SiC锭中切取圆板状晶体的第一工序;

将切取出的所述晶体固定在基材上,对生长单晶4H-SiC的那一侧的面进行磨削加工以使其变为平坦镜面的第二工序;

以通过泰曼效应使所述晶体的所述那一侧的面和所述另一侧的面分别成为凹面、凸面的方式,解除所述晶体向所述基材的固定的第三工序;

以维持所述那一侧的面为凹面状态的方式,将所述晶体的那一侧的面侧固定在板上的第四工序;

对成为凸面的所述另一侧的面进行磨削加工以使其成为Ra大于10nm的平坦面的第五工序;

解除所述晶体向所述板的固定的第六工序;

使所述晶体的另一侧的面侧真空吸附于具备真空吸附机构的平坦的磨削工作台上的第七工序;以及

对成为凹面的所述那一侧的面进行磨削加工以使其成为平坦镜面的第八工序,

调整所述第一工序、所述第五工序、所述第八工序中的磨削量,以使得自由变形从而内部应力分布降低了的状态下所述晶体的波纹度大小的绝对值为12μm以下。

5.根据权利要求4所述的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,其特征在于,

调整所述第一工序、所述第五工序、所述第八工序中的磨削量,以使得所述晶体的波纹度大小的绝对值为8μm以下。

6.根据权利要求4或5中任一项所述的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,其特征在于,

在所述第八工序之后,继续对所述那一侧的面抛光加工而进行精加工。

7.根据权利要求4～6中任一项所述的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,其特征在于,

将生长所述单晶4H-SiC的那一侧的面作为碳面。

单晶4H-SiC生长用籽晶及其加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种单晶4H-SiC生长用籽晶及其加工方法。

[0002] 本申请基于2018年1月24日在日本提出申请的专利申请2018-009989号主张优先权,将其内容引用于此。

背景技术

[0003] 作为半导体材料的SiC(碳化硅),与现在广泛地用作器件用基板的Si(硅)相比带隙较宽,因此正在进行使用单晶SiC基板制作功率器件、高频器件、高温工作元件等的研究。

[0004] 单晶SiC基板例如通过从采用升华法制造出的单晶SiC锭中切取基板(成为基板的部分),对切取出的基板表面进行镜面加工而形成(例如参照专利文献1)。

[0005] 根据专利文献2的记载,公开了在升华法中因为籽晶与单晶生长用坩埚的籽晶支持部的接合不良而产生的晶体生长时的宏观缺陷成为问题,但在经由碳接合剂固定籽晶与籽晶支持部而生长4H-SiC的情况下,通过用例如9μm的金刚石磨粒对作为籽晶接合面的硅面进行机械研磨,来使接合面粗糙,从而增加接触面积(露出面积),并且向接触面的面取向追加(0001)硅面以外的面对提高密合性是有效的,而且公开了当在生长单晶的生长面残留加工变质层的情况下,加工变质层会降低生长晶体的品质,因此一般在除去加工变质层之后进行生长。

[0006] 根据专利文献3的记载,公开了仍然在升华法中,在六方晶系单晶SiC的籽晶的一侧的面以与坩埚盖接触的方式被安装到坩埚盖背面的结构中进行生长的情况下,如果坩埚盖侧的面的平坦度差,则使在籽晶上生长的锭的品质大幅劣化,并且,作为其解决手段,在使用金刚石磨粒进行机械研磨时,从无限的研磨条件的组合中进行专心的观察和分析,选出先研磨的面变为平坦的条件,由此使坩埚盖侧的面的平坦度良好。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献1:日本专利第4499698号公报

[0009] 专利文献2:日本专利第4224755号公报

[0010] 专利文献3:日本专利第4494856号公报

[0011] 非专利文献1:长屋正武、贵堂高德、中山智浩、河田研治、加藤智久:先进功率半导体分科会刊第1次讲演会预稿集、P.86-87

发明内容

[0012] 上述专利文献2中公开的籽晶的固定方法,在籽晶尺寸小的情况下没有问题,但判断出如果要适用于用于应对单晶SiC基板的大口径化的大口径籽晶的话,则由产生正反面的应力平衡而弯曲的泰曼效应(例如参照非专利文献1)引发波纹度(起伏)的问题。该技术中,在与籽晶支持部接合的另一侧的面存在加工变质层,而在碳化硅单晶生长的那一侧的面没有加工变质层,因此,在应力平衡上,籽晶处于内部存在弯曲以使得另一侧的面侧变凸的性质的状态。籽晶尺寸小时,由于厚度相对于直径的比(纵横比)足够大,因此不至于使形

状变化。然而，纵横比由于籽晶的大口径化而变小，因此能够推定由泰曼效应引起的向另一侧的面侧的凸弯这样的形状变化会显著化。而且，判断出当经由碳接合剂固定籽晶与籽晶支持部而生长4H-SiC的情况下，如果由该泰曼效应引起的波纹度大，则容易引起接合不良。

[0013] 专利文献3公开的技术是用于解决单晶SiC的籽晶的那一侧的面以与坩埚盖接触的方式被安装于坩埚盖背面的结构中使其生长时的课题的技术，无法解决如上述那样的经由碳接合剂固定籽晶与籽晶支持部的结构中生长4H-SiC时由大口径化而产生的课题。而且，要求从无限的研磨条件的组合中专心地观察和分析，选出先研磨的面变平坦的条件这样的抽象性条件，即使在单晶SiC的籽晶的那一侧的面以与坩埚盖接触的方式被安装在坩埚盖背面的结构中使其生长的情况下，也很难说记载了用于解决该课题的普遍性的具体方法，不能说公开了本领域技术人员用于实施的足够的信息。

[0014] 这样，在经由碳接合剂固定大口径籽晶与籽晶支持部而生长4H-SiC的情况下，以往技术中，无法解决因为籽晶与单晶生长用坩埚的籽晶支持部的接合不良而产生的晶体生长时的宏观缺陷问题，从而大大妨碍了使用单晶SiC基板的元件的普及。

[0015] 本发明鉴于这样的状况，目的是提供一种单晶4H-SiC生长用籽晶及其加工方法，其将由泰曼效应产生的波纹度大小抑制为最小限度。

[0016] 本发明人为了解决上述课题而进行了专心研究，结果想到了以下技术：通过在因泰曼效应而向另一侧的面侧凸弯的状态下固定大口径籽晶，对与籽晶支持部的粘合面即另一侧的面进行粗加工使其平坦化，使被平坦化的该另一侧的面真空吸附于具备真空吸附机构的平坦工作台上，由此以被平坦化了的另一侧的面成为基准面的方式保持籽晶，将生长单晶4H-SiC的那一侧的面平坦地加工后作为镜面，由此将大口径籽晶的由泰曼效应引起的向另一侧的面侧的凸弯抑制为最小限度，从而完成本发明。

[0017] 本发明提供以下手段。

[0018] [1]一种单晶4H-SiC生长用籽晶，所述籽晶的直径大于150mm，厚度为1mm以上且在所述直径的0.03倍以下的范围内，并且是圆板状的，其特征在于，生长单晶4H-SiC的那一侧的面是镜面，另一侧的面的Ra大于10nm，并且，在自由变形从而内部应力分布降低了的状态下的波纹度大小的绝对值为12μm以下。

[0019] [2]根据[1]所述的单晶4H-SiC生长用籽晶，其特征在于，所述波纹度大小的绝对值为8μm以下。

[0020] [3]根据[1]或[2]中任一项所述的单晶4H-SiC生长用籽晶，其特征在于，生长所述单晶4H-SiC的那一侧的面是碳面。

[0021] [4]一种单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法，所述籽晶的直径大于150mm，厚度为1mm以上且在所述直径的0.03倍以下的范围内，并且是圆板状的，所述加工方法的特征在于，包括：从直径大于150mm的圆柱状单晶4H-SiC锭中切取圆板状晶体的第一工序；将切取出的所述晶体固定在基材上，对生长单晶4H-SiC的那一侧的面进行磨削加工以使其变为平坦镜面的第二工序；以通过泰曼效应使所述晶体的所述那一侧的面和所述另一侧的面分别成为凹面、凸面的方式，解除所述晶体向所述基材的固定的第三工序；以维持所述那一侧的面为凹面状态的方式，将所述晶体的那一侧的面侧固定在板上的第四工序；对成为凸面的所述另一侧的面进行磨削加工以使其成为Ra大于10nm的平坦面的第五工序；解除所述晶体向所述板的固定的第六工序；使所述晶体的另一侧的面侧真空吸附于具备真空吸附机构的

平坦的磨削工作台上的第七工序;以及对成为凹面的所述那一侧的面进行磨削加工以使其成为平坦镜面的第八工序,调整所述第一工序、所述第五工序、所述第八工序中的磨削量,以使得自由变形从而内部应力分布降低了的状态下所述晶体的波纹度大小的绝对值为12μm以下。

[0022] [5]根据[4]所述的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,其特征在于,调整所述第一工序、所述第五工序、所述第八工序中的磨削量,以使得所述晶体的波纹度大小的绝对值为8μm以下。

[0023] [6]根据[4]或[5]中任一项所述的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,其特征在于,在所述第八工序之后,继续对所述那一侧的面抛光加工而进行精加工。

[0024] [7]根据权利要求[4]～[6]中任一项所述的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,其特征在于,将生长所述单晶4H-SiC的那一侧的面作为碳面。

[0025] 本发明的单晶4H-SiC生长用籽晶在内部应力分布降低了的状态下的波纹度大小的绝对值小于12μm。因此,能够解决因为籽晶与单晶生长用坩埚的籽晶支持部的接合不良而产生的晶体生长时的宏观缺陷问题。

[0026] 根据本发明的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,在经由碳接合剂固定籽晶与籽晶支持部而生长4H-SiC的情况下,使用于改善与晶体支持部的密合性的籽晶接合面变粗糙,并除去使生长晶体品质降低的生长单晶4H-SiC的那一侧的面的加工变质层时,能够得到将大口径籽晶中产生的泰曼效应引起的波纹度抑制为最小限度的上述单晶4H-SiC生长用籽晶。

附图说明

[0027] 图1是本发明的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法具有的各工序的被处理体的截面图。

[0028] 图2是以往技术的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法具有的各工序的被处理体的截面图。

具体实施方式

[0029] 以下,适当参照附图对本发明详细说明。为了便于理解本发明的特征,以下说明中使用的附图有时方便起见将成为特征的部分放大表示,各构成要素的尺寸比率等有时与实际不同。另外,以下说明中例示的材料、尺寸等是一例,本发明不限于此,在发挥本发明效果的范围内能够适当变更地实施。

[0030] 本发明一实施方式的单晶4H-SiC生长用籽晶是直径大于150mm,厚度为1mm以上且为直径的0.03倍以下的范围内的大致圆板状单晶4H-SiC生长用籽晶(以下有时简称为晶体)。

[0031] 本实施方式的单晶4H-SiC生长用籽晶,生长单晶4H-SiC的那一侧的面(主面)为镜面,另一侧的面(主面)的Ra大于10nm。(在本说明书中以下记载的“镜面”是采用AFM测定得到的Ra为2nm以下的面。)再者,通常将生长单晶4H-SiC的那一侧的面作为碳面(C面),将另一侧的面作为硅面(Si面),但在本实施方式中,不需要限定于该组合。

[0032] 并且,在由那一侧的面与另一侧的面的加工变质层的体积差引起的内部应力分布

降低了的状态，更详细而言，在晶体自然地(没有从外部施加力地)变形从而降低内部应力分布的状态、即自由变形从而内部应力达到最小的状态下，该晶体的波纹度大小的绝对值为12μm以下即可，如果为8μm以下则优选。在此的波纹度，是指使用触针式位移计，在从另一侧的面的直径中减去10mm后的评价长度中测定的结果。

[0033] 本实施方式的单晶4H-SiC生长用籽晶，在自由变形从而内部应力分布降低了的状态下的波纹度大小的绝对值小于12μm。因此，能够解决因为籽晶与单晶生长用坩埚的籽晶支持部的接合不良而产生的晶体生长时的宏观缺陷问题。

[0034] 另外，本发明的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法是直径大于150mm，厚度为1mm以上且直径的0.03倍以下的范围内的大致圆板状单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法，主要具有以下8个工序。

[0035] (第一工序)

[0036] 准备直径大于150mm的圆柱状单晶4H-SiC锭，从中切取图1(a)所示的大致圆板状晶体100。再者，图1(a)中，晶体100的表面被描绘为平坦的面，但实际上，随着切取而形成起伏，没有成为完全平坦的面。

[0037] 锭可以通过使用金刚石磨粒的线锯来切割。另外，可以用放电加工装置切割锭。通常，从锭切割出的阶段的单晶4H-SiC生长用籽晶在其表面具有凹凸，因此不平坦，而且，具有由于切割而形成的加工变质层。在此，切取出的晶体中的那一侧的面100a侧是生长单晶4H-SiC的面。

[0038] (第二工序)

[0039] 如图1(b)所示，将切取出的晶体100中的另一侧的面100b侧固定在板、磨削工作台等基材10上，对相反侧的那一侧的面100a进行磨削加工以使其成为平坦的镜面100c。对基材10的固定可以采用使用蜡固定到板上的方法、和使用真空卡盘固定到磨削工作台上的方法中的任一种方法进行。

[0040] 然后，如图1(c)所示，对切取出的晶体100中的那一侧的面100a进行磨削加工以使其成为平坦的镜面100c。更详细而言，通过使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，然后使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工，以使得生长单晶4H-SiC的那一侧的面变平坦，由此将那一侧的面100a侧精加工成镜面(面粗糙度小)100c。

[0041] (第三工序)

[0042] 如图1(d)所示，以通过泰曼效应使晶体的那一侧的面100c、另一侧的面100b分别成为凹面和凸面的方式，解除晶体100向基材的固定。

[0043] (第四工序)

[0044] 如图1(e)所示，以维持那一侧的面100c成为凹面状态的方式，使用蜡将那一侧的面100c侧、即那一侧的面100c固定到板10A上。

[0045] (第五工序)

[0046] 如图1(f)所示，对成为凸面的另一侧的面100b进行磨削加工以使其变为Ra大于10nm的平坦面100d。更详细而言，对另一侧的面100b使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，以使另一侧的面100b变平坦，增大另一侧的面100b的面粗糙度。

[0047] (第六工序)

[0048] 如图1(g)所示，解除晶体100向板10A的固定。

[0049] (第七工序)

[0050] 如图1(h)所示,使通过磨削加工而变平坦的另一侧的面100d真空吸附于具备真空吸附机构的平坦的磨削工作台10B上。

[0051] (第八工序)

[0052] 如图1(i)所示,对成为凹面的那一侧的面100c进行磨削加工以使其成为加工变质层小的平坦镜面(面粗糙度小)100e。更详细而言,对那一侧的面100c首先使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工,接着使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工,以使得那一侧的面100c变平坦,将那一侧的面100c侧精加工成镜面(面粗糙度小)100e。最后,通过解除晶体100向磨削工作台B的固定,能够得到本发明的单晶4H-SiC生长用籽晶。

[0053] 第八工序之后,可以继续进行对那一侧的面100e抛光加工并精加工的处理。

[0054] 根据本实施方式的单晶4H-SiC生长用籽晶的加工方法,在经由碳接合剂固定籽晶与籽晶支持部而生长4H-SiC的情况下,使用于改善与籽晶支持部的密合性的籽晶接合面变粗糙,除去使生长晶体品质降低的生长单晶4H-SiC的那一侧的面的加工变质层时,能够得到将大口径籽晶产生的泰曼效应引起的波纹度抑制为最小限度的上述单晶4H-SiC生长用籽晶。

[0055] 再者,在第一工序、第五工序、第八工序中,调整磨削量,以使得在晶体自然地变形从而降低了由那一侧的面与另一侧的面的加工变质层的体积差引起的内部应力分布的状态下,波纹度大小的绝对值为12μm以下,优选为8μm以下。在此的波纹度大小的绝对值是使用触针式位移计,对从另一侧的面的直径减去10mm的长度进行测定的。

[0056] 单晶4H-SiC生长用籽晶通常在从锭切割出的阶段中,在表面具有凹凸因此不平坦,而且具有由切割引起的加工变质层。

[0057] 在本发明中,被平坦地加工了的籽晶,是指除了从籽晶的端到2mm的区域外的加工面的高度偏差、或者籽晶的厚度偏差在10μm以下的籽晶。在用蜡等固定,通过单面研磨或磨削进行仅使单面平坦的加工的情况下,用厚度偏差来定义平坦地加工的籽晶是不合适的,所以用在受到加工的状态下的加工面的高度偏差来定义。在两面都进行用于使籽晶平坦的加工的情况下,用基板的厚度偏差来定义。

[0058] 在单晶SiC基板的加工中,在进入到CMP的工序之前的工序例如非专利文献1中所记载的那样,研究了通过各种加工工艺的组合,来实现高效率、高品位和廉价。非专利文献1中,进行了使用B4C磨粒的双面研磨,但这终究只是中间加工,为了形成具有被控制为对单晶SiC基板进行机械加工并进入到CMP工序的程度的加工变质层的状态,需要进一步使用细微金刚石磨粒进行加工。作为使用细微金刚石磨粒的加工,有研磨、抛光、磨削这些选择,选择最佳工艺的组合进行。

[0059] 即使在单晶4H-SiC生长用籽晶的加工中,进行上述基板加工的加工技术也几乎可以直接使用。

[0060] 研磨、抛光、磨削是广泛使用的工件的机械加工方法的称呼,但其定义并不普遍,例如,本发明中的抛光也有时被称为软研磨、研磨或软磨。因此,将本发明中使用的研磨、抛光、磨削这些术语定义如下。

[0061] 研磨(lap)是也被称为研磨(lapping)的工件的机械加工方法,大致分为单面研磨和双面研磨。单面研磨是在被称为研磨底盘的金属制台上配置工件,在研磨底盘与工件的

下表面之间夹持磨粒，从上对工件施加压力，使其滑动而进行的加工方法。双面研磨主要以薄基板状工件为加工对象，在比工件更薄的被称为载体的工件保持用夹具所设置的孔中放入工件，仍然配置为夹在被称为研磨底盘的2枚板状金属制的台中，而且在2枚研磨底盘与工件的两面之间夹持磨粒，通过对载体所保持的工件施加压力，通过齿轮机构提供公转和自转运动来使工件滑动而进行的加工方法。

[0062] 无论是单面研磨还是双面研磨，均有向磨粒加入加工液进行加工的湿式研磨，以及向研磨底盘埋入磨粒，不加加工液而进行加工的干式研磨。湿式研磨的加工液有油系加工液和水系加工液。在加工单晶SiC基板的情况下，一般是使用金刚石之类的硬磨粒和水系或油系加工液的湿式研磨，对单面研磨和双面研磨均进行了研究。

[0063] 抛光是指向上述研磨底盘贴附研磨布、抛光剂或被称为抛光垫的柔软片状工具，以与上述湿式研磨相同的方法进行加工的加工方法。在加工单晶SiC基板的情况下，主要是使用分散了细微金刚石磨粒的水系加工液，作为机械加工中的精加工而采用的加工方法。仍然研究了单面抛光剂和双面抛光剂。在抛光剂之中，对于利用酸和氧化剂等不与工件发生化学反应的添加剂来促进加工的加工方法，也有时被称为化学机械抛光(Chemical Mechanical Polish)，简称为CMP。

[0064] 磨削是通过使快速旋转的砂轮与固定在被称为台或工作台上的工件接触来除去工件表面的机械加工方法。当固定工件的方式是基于真空卡盘的真空吸附的情况下，固定工件的台也有时简称为真空卡盘或卡盘。固定到台上的工件通常根据工件的形状进行旋转运动或往返运动，以使加工面均匀地平坦化。磨粒被固定在砂轮上，由于加工点的发热大，所以通常供给称为冷却剂的水系冷却液一边冷却一边进行加工。在加工单晶SiC基板的情况下，使用通过被称为结合材料或接合剂的树脂、金属或玻璃质材料来粘合并固定金刚石磨粒而形成的砂轮。

[0065] 通过这些机械加工，可得到平坦的面，其面粗糙度主要取决于加工中使用的磨粒的粒径。即，当使用粗磨粒的情况下面粗糙度变大，当使用细磨粒的情况下面粗糙度变小。面粗糙度小的面一般称为镜面，在本发明中，除了从现有技术文献引用的面之外，更具体而言，定义为(1)使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工而得到的面；(2)进一步抛光加工进行精加工而得到的面；(3)此外还进行牺牲氧化、氧化膜除去而得到的面；(4)相当于上述(1)、(2)、(3)的面粗糙度的面。再者，在本说明书的以下记载中，高粒度表示#4000以上的粒度，低粒度表示小于#4000的粒度。

[0066] 本发明的单晶4H-SiC生长用籽晶是厚度大于1mm，直径大于150mm的大致圆板状，经由碳接合剂固定籽晶与籽晶支持部进行生长的单晶4H-SiC生长用籽晶。为了降低工艺成本，希望实现单晶SiC基板的大口径化，现在市场也在销售直径150mm的单晶SiC基板。为了从单晶锭中切取直径为150mm的基板，当然需要锭的直径为150mm以上，优选籽晶的直径也为150mm以上。

[0067] 另外，关于籽晶的厚度，如果太薄，则由泰曼效应引起的形状变化程度过大，可能无法确保为使籽晶平坦化的加工余量，另外，即使应用本发明的技术，可能也无法充分降低由泰曼效应引起的波纹度，因此作为精加工后的籽晶的厚度优选大于1mm。

[0068] 在本发明中，提供与单晶支持部的接合面即另一侧的面的粗糙度大，且由泰曼效应引起的波纹度小的单晶4H-SiC生长用籽晶及其加工方法。面粗糙度(Ra)、波纹度的测定

可以使用触针式位移计进行。该情况下，需要确定扫描触针的评价长度，当直径为150mm以上的籽晶的情况下，通过将评价长度确定为从直径减去10mm的长度(直径负10mm)，即使籽晶的直径稍有偏差，也能够适当地评价波纹度。另外，通过该测定可以同时算出Ra。

[0069] 这样测定出的波纹度的值优选为12μm以下，更优选为8μm以下。因为如果波纹度的值大于12μm，则变得容易引起籽晶与单晶生长用坩埚的籽晶支持部的接合不良，如果在这样的状态下生长，则成为因为接合不良而产生的晶体生长时的宏观缺陷多的晶体。

[0070] Ra值优选为10nm以上，更优选为50nm以上。因为如果Ra值小于10nm，则容易引起籽晶与单晶生长用坩埚的籽晶支持部的接合不良，如果在这样的状态下生长，则成为因为接合不良而产生的晶体生长时的宏观缺陷多的晶体。

[0071] 本发明中，对于被切割的大致圆板状晶体的另一侧的面，加工为面粗糙度大，对于生长单晶4H-SiC那一侧的面，平坦地加工以变为加工变质层小的镜面(面粗糙度小)，从而得到单晶4H-SiC生长用籽晶。

[0072] 在单晶4H-SiC生长用籽晶的加工中，能够基本上直接适用上述用于基板加工的加工技术。其中，磨削加工可在短时间内得到面粗度经调整的平坦面，因此能够优选地适用。磨削加工的方式可以是提供往返运动的方式，也可以是提供旋转运动的方式。双面研磨在厚工件的情况下难以使浆料均匀地转动，因此不太适用于本发明。

[0073] 在上述的泰曼效应引起的向另一侧的面侧的凸弯不成问题的情况下，为了使用例如磨削装置得到上述单晶4H-SiC生长用籽晶，可以按以下顺序加工籽晶。

[0074] 首先，将切割出的大致圆板状晶体用蜡固定到板上，或者如果能够用真空卡盘吸附则用真空卡盘固定到板上，对另一侧的面使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工以使得另一侧的面变平坦，由此增大另一侧的面的面粗糙度。

[0075] 接着，对采用磨削加工而变平坦了的另一侧的面进行真空吸附，用真空卡盘固定，对生长单晶4H-SiC的那一侧的面首先使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，然后使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工，以使得那一侧的面变平坦，形成加工变质层小的镜面(面粗糙度小)。

[0076] 此外，可以通过抛光加工进行精加工来进一步减小加工变质层。进而，为了除去在抛光加工中残留的少量加工变质层，可以进行牺牲氧化、氧化膜除去。

[0077] 判断出当籽晶直径小的情况下，问题没有显著化，但如果按上述顺序加工直径为150mm以上的籽晶，则在加工结束的籽晶中会产生由泰曼效应引起的向另一侧的面侧凸弯的形状变化，上述另一侧的面的波纹度超过12μm，出现接合不良的问题。从上述的厚度相对于直径之比(纵横比)来看，大致为0.03左右则没有问题，但可知在比上述直径小的值时，根据泰曼效应而形状变化的可能大。

[0078] 问题显著化之初不知道波纹度恶化的原因是泰曼效应，虽然反复进行了试错的加工，但始终是另一侧的面成为凸弯的形状，所以完成了大口径籽晶加工中的波纹度恶化是由基于另一侧的面与生长单晶4H-SiC的那一侧的面的加工变质层的差异的泰曼效应而引起的这一假说。即，如果另一侧的面与生长单晶4H-SiC那一侧的面的加工变质层的体积存在差异，则成为籽晶自然变形从而降低由此引起的内部应力分布的状态，该状态下，另一侧的面的波纹度超过12μm。

[0079] 基于该假说，研究了波纹度的改善策略，结果想到了以下技术：在因泰曼效应而向

另一侧的面侧凸弯的状态下固定籽晶，对与籽晶支持部的接合面即另一侧的面进行粗加工使其平坦化，使平坦化了的该另一侧的面真空吸附于具备真空吸附机构的平坦工作台上，由此以平坦化了的另一侧的面成为基准面的方式保持籽晶，这次将生长单晶4H-SiC的那一侧的面平坦地加工后形成镜面，由此即使在籽晶自然变形从而降低加工完成了的籽晶的另一侧的面与生长单晶4H-SiC的那一侧的面的加工变质层的体积差引起的内部应力的状态下，另一侧的面的波纹度也小，从而将大口径籽晶的泰曼效应引起的向另一侧的面侧的凸弯抑制为最小限度。

[0080] 具体而言，由于切断后的大致圆板状籽晶中残留有由切断而产生的加工变质层，因此为了预先通过泰曼效应使籽晶处于另一侧的面凸弯的状态，将切断后的大致圆板状籽晶用蜡固定到板上，或者如果能够用真空卡盘吸附则用真空卡盘固定到板上，生长单晶4H-SiC的那一侧的面使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，然后使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工，以使那一侧的面变平坦，由此精加工成镜面(面粗糙度小)即可。将这样形成为另一侧的面凸弯的状态的籽晶用蜡固定到板上，对另一侧的面使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，以使另一侧的面变平坦，由此增大另一侧的面的表面粗糙度。接着，将通过磨削加工而变平坦的另一侧的面真空吸附，用真空卡盘固定，对生长单晶4H-SiC的那一侧的面首先使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，接着使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工，以使那一侧的面变平坦，形成加工变质层小的镜面(面粗糙度小)。此外，可以通过进行抛光加工的精加工来进一步减小加工变质层。进而，为了除去抛光加工中残留的少量加工变质层，也可以进行牺牲氧化、氧化膜除去。通过按这样的顺序进行加工，能够将大口径籽晶的泰曼效应引起的波纹度降到最小限度。

[0081] 实施例

[0082] 以下，通过实施例使本发明的效果更加明确。再者，本发明不限于以下实施例，能够在不变更其主旨的范围适当变更而实施。

[0083] (实施例)

[0084] 对从直径150mm以上的大致圆柱状单晶4H-SiC锭切取出的3枚大致圆板状晶体(A、B、C:均为直径150mm以上)，按以下顺序进行了加工。

[0085] 将籽晶用蜡固定到板上，对碳面使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，然后使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工，以使碳面变平坦，由此精加工成镜面(面粗糙度小)。这样，将硅面凸弯状态的籽晶用蜡固定到板上，对硅面使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工以使硅面变平坦，由此增大了硅面的面粗糙度。

[0086] 接着，对通过磨削加工而变平坦的硅面进行真空吸附，用真空卡盘固定，对碳面首先使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工，接着使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工，以使碳面变平坦，形成加工变质层小的镜面(面粗糙度小)。而且，通过抛光加工进行精加工，使加工变质层进一步变小。

[0087] 用数码指示器测定加工完成后的籽晶厚度，用触针式位移计测定硅面的波纹度和表面粗糙度Ra。评价长度是从上述直径减去10mm的长度。A、B、C的厚度均为1mm以上且直径的0.03倍以下，硅面的Ra按A、B、C的顺序为8nm、7nm、8nm，硅面的波纹度按A、B、C的顺序为5.9μm、4.9μm、3.8μm，是小的值。

[0088] 此外，对A进行牺牲氧化、氧化膜除去，同样地测定硅面的波纹度(评价长度是从上

述直径减去10mm的长度),结果为3.2μm,是小的值。

[0089] 将加工后的该籽晶固定到籽晶保持部,通过升华法生长来使4H-SiC结晶生长后,能够生长出几乎没有宏观缺陷的高品质单晶4H-SiC。

[0090] (比较例)

[0091] 对从直径150mm以上的大致圆柱状单晶4H-SiC锭切取出的2枚大致圆板状晶体(P、Q:均为直径150mm以上),按以下顺序进行了加工。使用图2对该顺序进行说明。

[0092] 如图2(b)所示用蜡将图2(a)所示的切断后的大致圆板状晶体200固定到板20A上,对硅面200a使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工以使硅面200a变平坦,由此增大硅面的面粗糙度,如图2(c)所示,得到了磨削后的硅面200c。

[0093] 接着,如图2(d)所示,在解除向板20的固定之后,如图2(e)所示,使通过磨削加工而变平坦的硅表面200c真空吸附到磨削工作台20B上,用真空卡盘固定。接着,对碳面200b首先使用低粒度(磨粒粗)的金刚石轮进行磨削加工,接着使用高粒度(磨粒细)的金刚石轮进行磨削加工,以使碳面200b变平坦,如图2(f)所示,得到了加工变质层小的镜面(面粗糙度小)200d。而且,通过抛光加工进行精加工,使加工变质层进一步变小。

[0094] 用数码指示器测定加工完成后的籽晶(图2(g))的厚度,用触针式位移计测定硅面的波纹度和表面粗糙度Ra。评价长度是从上述直径减去10mm的长度。P、Q的厚度均为约1mm以上且直径的0.03倍以下,硅面的Ra按P、Q的顺序为80nm、80nm,硅面的波纹度按P、Q的顺序为15.3μm、16.3μm,是大的值。

[0095] 将经加工的该籽晶固定到籽晶保持部,采用升华法生长使4H-SiC晶体生长,得到了宏观缺陷多的单晶4H-SiC。

[0096] 产业上的可利用性

[0097] 通过本发明在采用升华法的单晶SiC的制造中,在经由碳接合剂来固定籽晶与籽晶支持部而生长4H-SiC的情况下,使用于改善与晶体支持部的密合性的籽晶接合面变粗糙,将使生长晶体品质降低的生长面的加工变质层除去时,能够将大口径籽晶产生的泰曼效应引起的波纹度抑制为最小限度。因此,能够解决因为籽晶与单晶生长用坩埚的籽晶支持部的接合不良而产生的晶体生长时的宏观缺陷问题,因此对制造大口径高品质单晶4H-SiC的贡献巨大。

[0098] 附图标记说明

[0099] 10、20・・・晶体

[0100] 100a、100c、100e、200a、200c・・・那一侧的面

[0101] 100b、100d、200b、200d・・・另一侧的面

[0102] 10・・・基材

[0103] 10A、20A・・板

[0104] 10B、20B・・・磨削工作台

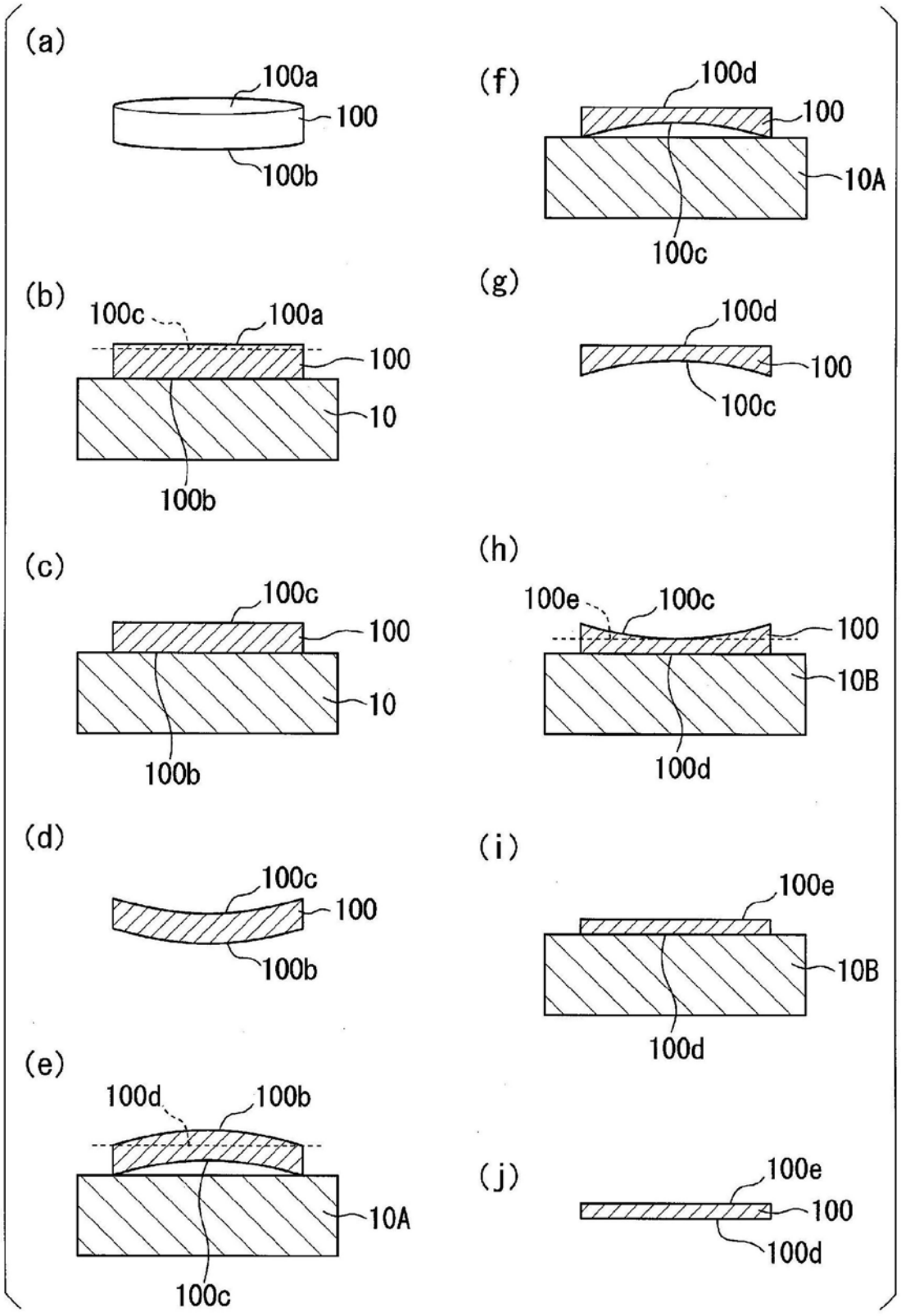

(a)
100a
100
100b
(b)
100c
100a
100
10
100b
(c)
100c
100
10
100b
(d)
100c
100
100b
(e)
100d
100b
10A
100c
(f)
100d
100
10A
100c
(g)
100d
100
100c
(h)
100e
100c
100
10B
100d
(i)
100e
10B
100d
(j)
100e
100
100d

图1

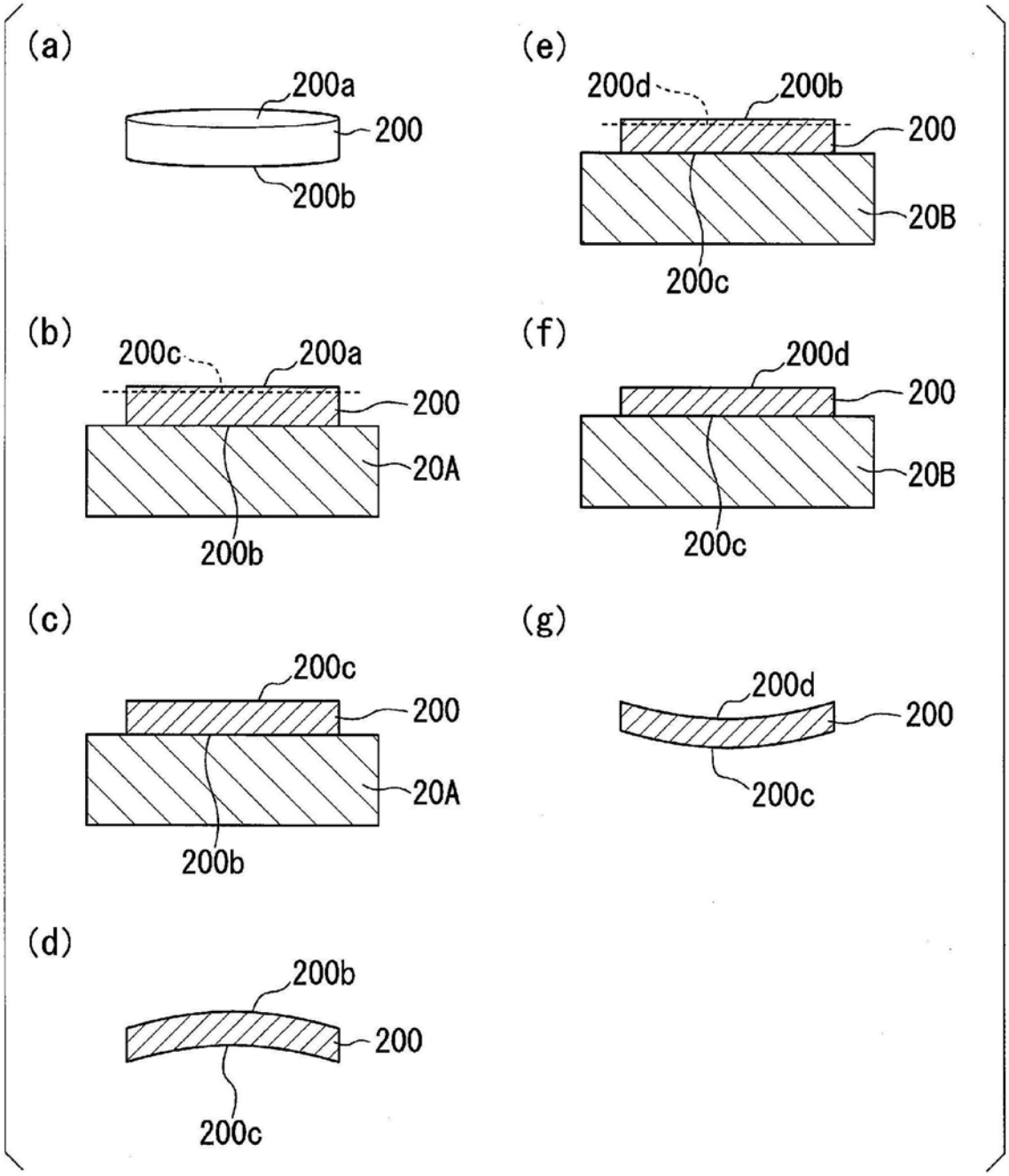

(a)
200a
200
200b
(b)
200c
200a
200
20A
200b
(c)
200c
200
20A
200b
(d)
200b
200
200c
(e)
200d
200b
200
20B
200c
(f)
200d
200
20B
200c
(g)
200d
200
200c

图2