



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101517711 B

(45) 授权公告日 2011.05.25

(21) 申请号 200780034327.9

B24B 27/06 (2006.01)

(22) 申请日 2007.08.22

B28D 5/04 (2006.01)

(30) 优先权数据

257380/2006 2006.09.22 JP

(56) 对比文件

JP 2006/150505 A, 2006.06.15, 说明书第 25 和 31 段, 附图 1.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2009.03.16

CN 1799126 A, 2006.07.05, 全文.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/JP2007/066227 2007.08.22

WO 2005/039824 A1, 2005.05.06, 说明书第 16 - 33 段, 附图 2.

(87) PCT 申请的公布数据

W02008/035529 JA 2008.03.27

审查员 夏杰

(73) 专利权人 信越半导体股份有限公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 大石弘 仲俣大辅

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 冯志云 郑特强

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

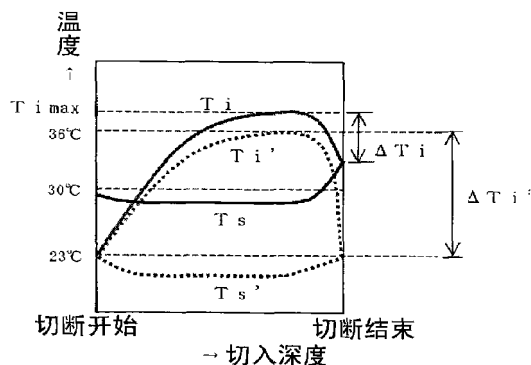
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 11 页

(54) 发明名称

切断方法

(57) 摘要

本发明提供一种切断方法, 该切断方法是 将钢线卷绕于多个附凹沟滚筒, 一边供给切断用浆液至该附凹沟滚筒, 一边使上述钢线行进地压抵晶棒, 将该晶棒切断成晶片状的方法, 该方法控制上述切断用浆液的供给温度, 以至少在上述晶棒的切断结束时使上述切断用浆液的供给温度与晶棒的温度成为 30℃ 以上的方式来进行切断。由此, 提供一种切断方法, 其在利用线锯切断晶棒时, 减轻在晶棒的切断结束时附近的晶棒的急剧冷却, 并因此可抑制纳米形貌的发生。



1. 一种切断方法,该切断方法是将钢线卷绕于多个附凹沟滚筒,一边供给切断用浆液至该附凹沟滚筒,一边使上述钢线行进地压抵晶棒,将该晶棒切断成晶片状的方法,其特征在于:

控制上述切断用浆液的供给温度,以至少使上述切断用浆液的供给温度,在上述晶棒的切断开始时高于该晶棒的温度,之后,使上述切断用浆液的供给温度从上述晶棒的切入深度至少达到直径的 2/3 时开始上升,在上述晶棒的切断结束时使上述切断用浆液的供给温度与晶棒的温度成为 30℃ 以上的方式来进行切断。

2. 一种切断方法,该切断方法是将钢线卷绕于多个附凹沟滚筒,一边供给切断用浆液至该附凹沟滚筒,一边使上述钢线行进地压抵晶棒,将该晶棒切断成晶片状的方法,其特征在于:

控制上述切断用浆液的供给温度,以至少使上述切断用浆液的供给温度,在上述晶棒的切断开始时在该晶棒的温度以下,之后,使上述切断用浆液的供给温度从上述晶棒的切入深度至少达到直径的 2/3 时开始上升,在上述晶棒的切断结束时使上述切断用浆液的供给温度与晶棒的温度成为 30℃ 以上的方式来进行切断。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的切断方法,其中上述晶棒的切断过程中的最高温度与切断结束时的温度的温度差在 5℃ 以内。

切断方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用线锯将硅晶棒、化合物半导体的晶棒等切成多枚晶片的切断方法。

背景技术

[0002] 近年,晶片有大型化的趋势,随着此大型化而使用专门用于切断晶棒的线锯。

[0003] 线锯是使钢线(高张力钢线)高速行进,并且一边浇上浆液,一边使钢线压抵晶棒(工作件)而进行切断,同时将晶棒切成多枚晶片的装置(参照日本专利公开公报特开平9-262826)。

[0004] 在此,图8是表示一般线锯的一个实例的概略图。

[0005] 如图8所示,线锯101主要由用以切断晶棒的钢线102、卷取钢线102的附凹沟滚筒103(导线器)、用以赋予钢线102张力的钢线张力赋予机构104、送出所要被切断的晶棒的晶棒进给机构105、以及在切断时供给浆液的浆液供给机构106所构成。

[0006] 钢线102从一侧的线卷盘(wire reel)107送出,通过移车台(traverser)108经过磁粉离合器((powder clutch)定转矩马达109)或上下跳动滚筒(静重(dead weight))(未图示)等所组成的钢线张力赋予机构104,进入附凹沟滚筒103。钢线102卷绕于此附凹沟滚筒103约300~400次之后,经过另一侧的钢线张力赋予机构104'卷绕在线卷盘107'上。

[0007] 另外,附凹沟滚筒103是在钢铁制圆筒的周围压入聚胺酯树脂、并在其表面以一定的节距切出凹沟的滚筒,卷绕的钢线102可通过驱动用马达110以预定的周期沿往复方向地驱动。

[0008] 另外,切断晶棒时,通过如图9所示的晶棒进给机构105将晶棒朝向卷绕于附凹沟滚筒103上的钢线102进给(馈送)。此晶棒进给机构105是由用以进给晶棒的晶棒进给平台111、线性导轨112、夹持晶棒的晶棒夹具113、以及切片挡板114等所组成,以计算机控制沿着线性导轨112驱动晶棒进给平台111,可依照预先程序化的进给速度进给已固定于前端的晶棒。

[0009] 而且,在附凹沟滚筒103与卷绕的钢线102的附近设有喷嘴115,在切断时,可从浆液槽116供给浆液至附凹沟滚筒103及钢线102。另外,浆液槽116可与浆液冷却器117接续,以调整供给浆液的温度。

[0010] 利用这样的线锯101,利用钢线张力赋予机构104赋予钢线102适当的张力,并借助驱动用马达110使钢线102沿往复方向地行进,将晶棒切片。

[0011] 另一方面,近年来,被称为“纳米形貌(纳米级形貌(Nanotopography))”的表面起伏成分大小成为晶片的问题。这种纳米形貌是在晶片的表面形状中,其波长比“弯度”、“翘曲”短、比“表面粗度”长,而取出 $\lambda = 0.2 \sim 20\text{mm}$ 的波长成分形成的,其PV值为 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 以下的极浅的起伏。此纳米形貌一般认为会影响元件制造时的浅沟槽隔离(Shallow Trench Isolation;STI)制造工艺的合格率。

[0012] 纳米形貌是在晶片的加工制程（切片～研磨）中所夹杂产生的，如图 10 所示，其中切片由于线锯而产生的纳米形貌（亦即，切片起伏）可分为“突发性地发生的”、“在切断开始或结束部分发生的”以及“周期性发生的”纳米形貌三种。

[0013] 其中，在“晶片的切断开始或结束部分”发生的纳米形貌，在纳米形貌的数值判定下其不合格率高。特别是“切断结束部分”的纳米形貌与“切断开始部分”相比纳米形貌大，成为晶片面内纳米形貌数值最恶化之处，数值判定成为不合格的频率高，故而有很大的改善需求。

发明内容

[0014] 对此，本发明人对于利用图 8 所示的现有的线锯切断后的切片晶片进行纳米形貌的研究。

[0015] 图 11 示例性地示出以静电容量型测定机测定的切片晶片的翘曲剖面形状与“拟似纳米形貌”。拟似纳米形貌是指对切片晶片的翘曲剖面波形，以模仿磨光（lapping）、磨削以及研磨加工特性的带通滤波器进行处理，拟似地获得与研磨后的晶片的纳米形貌相关的数值。

[0016] 一般地，纳米形貌是在抛光后进行测定，而从如上所述的切片晶片获取 拟似纳米形貌，通过采用此种方式即可不耗费成本、时间地完成研究，另外还不受切片后的研磨等的过程中的因素影响，容易研究仅受切片影响所导致的纳米形貌。

[0017] 通过这样的研究，可知在现有技术中最希望改善的切断结束部附近的纳米形貌的原因，是因晶片的翘曲形状在此处急剧地变化。

[0018] 如形状图所示，图 11 (A) 是表示切断结束部附近之处的形状变化小，但由拟似纳米形貌可知，在切断结束部附近之处其变化的大小控制在 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 范围，属于较小的。另一方面，如图 11 (B)、(C) 所示，切断结束部附近之处的形状急剧变化较大时，该处中拟似纳米形貌的大小为 $-0.3 \sim 0.4$ 的范围，与图 11 (A) 相比为较大的值。

[0019] 另外，即使整体的形状变化略大，但如为缓和的变化，则几乎不发生纳米形貌。急剧地形状变化会很大程度上影响纳米形貌。

[0020] 对此，接着研究在切片晶片发生如图 11 所示的切断结束部附近之处的急剧变化的原因。

[0021] 首先，将切片晶片的形状的变化、亦即在晶棒切断时钢线的切断轨迹的一个示例表示于图 12。如图 12 所示，特别是在晶棒的两端附近的切断结束部分，钢线的轨迹大幅地向外侧扩张，因而切片晶片的翘曲剖面形状急剧地变化。

[0022] 发生这种剖面形状（切断轨迹）的可能性，一般认为有以下两种假设。

[0023] 其一是如图 13 (A) 所示，切断结束时附近，因晶棒是向其轴方向收缩，而造成钢线的切断轨迹向晶棒的端部歪曲的情况，另一是如图 13 (B) 所示，因卷绕着用以切断晶棒的钢线的附凹沟滚筒，向其轴向伸张，造成切断轨迹歪曲的情况。

[0024] 本发明人进行试验，分别对于这些可能性对切断轨迹的影响进行研究。

[0025] 首先，研究如图 13 (A) 的晶棒向轴方向收缩的可能性。

[0026] 利用如图 8 的线锯，切断为试验用而准备的直径 300mm、长 250mm 的硅晶棒。对钢线施以 2.5kgf 的张力，以 500m/min 的平均速度、60s/c 的循环周期，使钢线沿往复方向行进

地切断。另外,切断用浆液的供给温度为如图 14(A) 所示的温度曲线(轮廓)。另外,该温度是使用热电偶在晶棒两端(位于切入深度 285mm)测量(参照图 14(B))。

[0027] 实测切断过程中的晶棒的温度变化结果表示于图 14(A)。

[0028] 切断过程中,晶棒的温度最大为上升 13°C 而成为约 36°C ,另外,切断结束部分附近(此时,切入深度为 275mm ~ 300mm)急剧地降低约 10°C 。这与切断结束附近的翘曲形状剧变的位置一致。另外,上述切断结束部附近,由热膨胀系数来计算可知,晶棒沿轴向急剧地收缩约 $10\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0029] 一般认为这是由于减少切断负荷至最大值的 $1/2$ 以下,以及切断进行中,晶棒下降,冷却至 $22\sim 24^{\circ}\text{C}$ 的切断用浆液直接浇上晶棒等的原因,使晶棒的温度急剧变冷至与切断用浆液相同温度。

[0030] 另外,图 14(A) 中,在切入深度 200mm 以后,由于在此浆液的流量减少,因此已降低的晶棒温度再次上升。

[0031] 接着,研究如图 13(B) 的附凹沟滚筒向其轴方向伸张的可能性。

[0032] 除了上述试验的浆液的供给温度以外,以相同的切断条件切断同样的硅晶棒,测定附凹沟滚筒的轴方向的伸张(参照图 15(A))。另外,切断用浆液的供给温度是如图 15(B) 所示的温度曲线。

[0033] 另外,附凹沟滚筒的轴方向的伸张是通过沿接近附凹沟滚筒的轴向配设涡流传感器来进行测定的(参照图 15(C))。

[0034] 如图 15(A) 所示,大部分的时候,附凹沟滚筒缓和地伸张,但在切断结束部附近,附凹沟滚筒的前方伸张率略高(另外,图 15(A) 的上部线是表示图 15(C) 的附凹沟滚筒向后方的伸长量,下部线是向前方的伸长量)。但由此次的试验可知,其部分的伸长量(相当于每一晶棒长度的 250mm)约为较小的 $1\sim 2\text{ }\mu\text{m}$,对于切断轨迹的影响较小。一般认为在此次的试验所使用的装置中,附凹沟滚筒金属筒部、主轴、以及托架的调温机能得到了有效地发挥。

[0035] 由以上的情况,一般认为成为问题的切断结束部附近的切断轨迹的剧变,亦即,切片晶片中的翘曲形状的剧变,主要原因是图 13(A) 的晶棒的轴向的收缩。

[0036] 如上所述,从切断开始时至切断过程的中间阶段为止,晶棒几乎未直接浇上切断用浆液而难以冷却,加工热积蓄于晶棒中(参照图 16(A))。因此,晶棒的温度最大上升 13°C 。计算中,与之伴随的晶棒的热膨胀(对于长度 250mm 的晶棒)约 $10\text{ }\mu\text{m}$ 。另一方面,在切断结束部分附近,如图 16(B) 所示,浆液直接浇上晶棒而使其冷却,另外,切断负荷减少 $1/2$,晶棒的温度急剧地降低 10°C ,因此工件热收缩,成为翘曲形状剧变的原因。如图 13(A) 所示,在晶棒越长时、或在晶棒的两端附近,此热膨胀、热收缩造成的影响越大。

[0037] 因此,本发明是有鉴于这些问题而提出的,其目的是提供一种切断方法,利用线锯切断晶棒时,减轻晶棒的切断结束时附近的晶棒的急剧冷却,其结果,可抑制纳米形貌的发生。

[0038] 为了达到上述目的,本发明是提供一种切断方法,其将钢线卷绕于多个附凹沟滚筒,一边供给切断用浆液至该附凹沟滚筒,一边使上述钢线行进地压抵晶棒,将该晶棒切断成晶片状的方法,其特征为:控制上述切断用浆液的供给温度,以至少在上述晶棒的切断结束时使上述切断用浆液的供给温度与晶棒的温度成为 30°C 以上的方式来进行切断。

[0039] 这样,本发明的切断方法中,由于控制切断用浆液的供给温度,以至少在上述晶棒的切断结束时,使上述切断用浆液的供给温度与该晶棒的温度成为 30℃ 以上的方式,来进行切断,因此,与常用的切断方法相比,本发明的切断方法能够使切断结束时的晶棒的温度不会下降地完成切断步骤。

[0040] 常用的方法中,切断结束时的切断用浆液的温度为室温(约 22 ~ 25℃)的较低的温度,因此,切断过程中的晶棒的温度也在切断结束时附近急冷至室温程度。

[0041] 但是,在本发明中,控制切断结束时的切断用浆液的供给温度为 30℃ 以上,因此,切断结束时的晶棒的温度亦可为 30℃ 以上,亦即,切断结束时附近的晶棒的温度变化小,可减轻急冷。由此,可抑制切断轨迹、翘曲形状的急剧的变化的发生,再者,可改善纳米形貌。

[0042] 此时,该切断用浆液的供给温度可在该晶棒的切断开始时,高于该晶棒的温度,之后,从该晶棒的切入深度至少达到直径的 2/3 时开始上升,在该晶棒的切断结束时,成为 30℃ 以上。

[0043] 或者,该切断用浆液的供给温度可在该晶棒的切断开始时在该晶棒的温度以下,之后,从该晶棒的切入深度至少达到直径的 2/3 时开始上升,在该晶棒的切断结束时,成为 30℃ 以上。

[0044] 如以这些温度曲线来控制切断用浆液的供给温度,可更切实地在切断结束时,使切断用浆液的供给温度与晶棒的温度成为 30℃ 以上。

[0045] 该晶棒的切断过程中的最高温度与切断结束时的温度差是在 5℃ 以内为较佳。

[0046] 如此,如晶棒的切断过程中的最高温度与切断结束时的温度差是在 5℃ 以内,则晶棒的温度变化小,可减小切断结束时的急冷的程度。因此,更有效地防止了切断轨迹大幅变化,可更进一步抑制纳米形貌的水平度。

[0047] 如采用本发明的切断方法,即可获得减轻切断结束时附近的晶棒的急冷,有效地抑制纳米形貌的高质量的晶片。

[0048] 一种切断方法,该切断方法是将钢线卷绕于多个附凹沟滚筒,一边供给切断用浆液至该附凹沟滚筒,一边使上述钢线行进地压抵晶棒,将该晶棒切断成晶片状的方法,其特征在于:控制上述切断用浆液的供给温度,以至少使上述切断用浆液的供给温度,在上述晶棒的切断开始时高于该晶棒的温度,或在上述晶棒的切断开始时在该晶棒的温度以下,之后,使上述切断用浆液的供给温度从上述晶棒的切入深度至少达到直径的 2/3 时开始上升,在上述晶棒的切断结束时使上述切断用浆液的供给温度与晶棒的温度成为 30℃ 以上的方式进行切断。

[0049] 附图说明

[0050] 图 1 是表示可使用于本发明的切断方法的线锯的一例的概略图。

[0051] 图 2 是表示本发明的切断方法中的切断用浆液的供给温度与晶棒温度的温度曲线的一个示例的图表。

[0052] 图 3 是表示本发明的切断方法中的切断用浆液的供给温度与晶棒温度的温度曲线的另一个示例的图表。

[0053] 图 4 是表示实施例 1 与比较例中的切断用浆液的供给温度曲线的图表。

[0054] 图 5 是表示实施例 1 与比较例中的晶棒的温度曲线的图表。

[0055] 图 6 是表示拟似纳米形貌的水平度的图表,其中 (A) 是实施例 1 的结果、(B) 是比

较例的结果。

[0056] 图 7 是表示依据本发明的切断方法所得到的切片晶片的翘曲剖面形状与拟似纳米形貌波形的一个示例的测定图。

[0057] 图 8 是表示用于现有的切断方法的线锯的一个示例的概略图。

[0058] 图 9 是表示晶棒进给机构的一个示例的概略图。

[0059] 图 10 是表示由于线锯而造成的切片的纳米形貌的分类说明图。

[0060] 图 11 是切片晶片的翘曲剖面形状以及拟似纳米形貌波形的测定图。

[0061] 图 12 是表示晶棒切断时,钢线的切断轨迹的一个示例的概略图。

[0062] 图 13 中 (A) 是表示晶棒切断时,晶棒的收缩与切断轨迹的一个示例的说明图;(B) 是表示晶棒切断时,附凹沟滚筒的伸张与切断轨迹的一个示例的说明图。

[0063] 图 14 是关于晶棒于轴方向收缩可能性的试验结果,其中 (A) 是表示切断过程中的晶棒的温度变化以及切断用浆液的供给温度曲线的图表;(B) 是说明晶棒的温度测定方法的说明图。

[0064] 图 15 是关于附凹沟滚筒在轴向上伸缩可能性的试验结果,其中 (A) 是表示切断过程中的附凹沟滚筒的伸缩变化的图表、(B) 是表示切断用浆液的供给温度曲线的图表、(C) 是说明附凹沟滚筒的伸缩量测定方法的说明图。

[0065] 图 16 是说明晶棒急冷过程的说明图,其中 (A) 是在切断开始时,(B) 是在切断结束部附近。

具体实施方式

[0066] 以下说明本发明的实施形式,但本发明并不局限于此。

[0067] 例如,利用如图 8 所示的线锯将晶棒切断为晶片状时,切断而得的切片晶片在切断结束部分附近可见如图 11 (B)、(C) 所示的急剧的形状变化,可了解该处发生的大规模的纳米形貌。

[0068] 如上所述,此急剧的形状变化的主要原因,一般认为是在切断结束时附近,因晶棒急剧变冷而收缩,切断轨迹急剧的歪曲所造成。

[0069] 如前文所述,本发明人经过对于上述切断结束时附近的晶棒的急冷不断努力研究的结果发现,若到达切断结束部附近时,切断负荷将会减少至 $1/2$,且晶棒的位置相对地下降,向钢线、附凹沟滚筒喷射的切断用浆液,变成直接浇上。现有技术中,此切断用浆液通常为室温 ($22 \sim 25^{\circ}\text{C}$),例如,在此时约 35°C 的切断过程中的晶棒,由于此切断用浆液直接浇上等缘故而急剧地冷却,成为与切断用浆液的供给温度相同的室温程度的温度。

[0070] 对此,本发明人发现,通过使此切断用浆液的供给温度与晶棒的温度在切断结束时均为 30°C 以上,亦即,切断结束时,通过使切断用浆液的供给温度为 30°C 以上,则即使浇上该切断用浆液,晶棒的温度也不易下降而可保持为 30°C 以上。由此可抑制晶棒的温度急剧地冷却,防止切断轨迹急剧地大变化,显著改善纳米形貌,进而完成本发明。

[0071] 以下参照附图详细说明利用线锯的本发明的切断方法,但本发明并不局限于此。

[0072] 图 1 表示可使用于本发明的切断方法的线锯的一个示例。

[0073] 如图 1 所示,线锯 1 主要由切断晶棒的钢线 2、附凹沟滚筒 3、钢线张力赋予装置 4、晶棒进给机构 5、以及浆液供给机构 6 所构成。

[0074] 在此,首先描述浆液供给机构 6。此浆液供给机构 6 中,配设用以供给切断用浆液至附凹沟滚筒 3(钢线 2)的喷嘴 15。另外,从此喷嘴 15 供给的切断用浆液的供给温度可被控制。具体地,例如图 1 所示,从一浆液槽 16 通过以计算机 18 控制的热交换器 19,接续至喷嘴 15,构成可以控制切断用浆液的供给温度。

[0075] 另外,这些浆液的种类并无特别限定,可使用现有技术的浆液。例如可为将 GC(碳化硅)磨粒分散于液体中而形成的浆液。

[0076] 而且,供给切断用浆液的喷嘴 15 与晶棒进给机构 5 是与计算机 18 接续,可利用预先设定的程序,对于预定的晶棒进给量,亦即预定的晶棒的切断量,自动地从喷嘴 15 以预定量、预定的时机喷射切断用浆液至附凹沟滚筒 3(钢线 2)。

[0077] 上述的晶棒进给量、浆液喷射量以及时机,甚至浆液供给温度可通过计算机 18 如预定地控制,但控制手段并非特别局限于此。

[0078] 另外,上述浆液供给机构 6 以外的钢线 2、附凹沟滚筒 3、钢线张力赋予机构 4、晶棒进给机构 5 均可与图 8 的常用的切断方法中所使用的线锯 101 相同。

[0079] 钢线 2 的种类、粗细,附凹沟滚筒 3 的沟的节距,甚至其他机构的构成等,并无特别限定,可依据常用的方法,依据预定的切断条件的情况而定。

[0080] 例如,钢线 2 可为宽约 0.13mm ~ 0.18mm 的特殊钢琴线所形成,附凹沟滚筒 3 可具有“预定晶片厚度 + 切割量”的沟节距。

[0081] 以下描述利用该线锯 1 的本发明的切断方法的实施步骤。

[0082] 首先,通过晶棒进给机构 5 将夹持的晶棒以预定速度向下方送出,且驱动附凹沟滚筒 3,使通过钢线张力赋予机构 4 赋予张力的钢线 2 沿往复方向行进。另外,此时,可适当地设定赋予钢线 2 的张力大小、钢线 2 的行进速度。例如,可施以 2.5 ~ 3.0kgf 的张力,以 400 ~ 600m/min 的平均速度,1 ~ 2c/min(30 ~ 60s/c) 的循环周期沿往复方向地行进。这些需配合要被切断的晶棒等来决定即可。

[0083] 另外,通过喷嘴 15 开始向附凹沟滚筒 3 以及钢线 2 喷射切断用浆液,进行晶棒的切断。

[0084] 在此,说明此切断用浆液的供给温度曲线(轮廓)。

[0085] 常用的切断方法中,切断用浆液是如图 14(A) 所示,例如以 24℃ 开始供给,在略降低温度而保持于低温(22℃)之后,随着朝向切断结束而逐渐提高温度,在切断结束时成为与切断开始相同的 24℃。

[0086] 如此,现有方法中的切断用浆液的供给温度曲线通常仅在室温的约 22 ~ 25℃ 的范围内变化,切断结束时的温度也当然地仅止于室温的较低的温度。

[0087] 因此,如上所述,随着靠近切断结束,切断负荷减少,晶棒相对地向下方进给,如将仅约室温的切断用浆液直接浇上晶棒,则将要被切断的晶棒的温度将急剧地大幅降低。

[0088] 另一方面,本发明是依据在切断结束时的切断用浆液的供给温度成为 30℃ 以上的温度曲线来进行控制。

[0089] 如要更具体地描述,则可例举如图 2 的图形。

[0090] 在此,图 2 的实线 T_s 、 T_i 是表示本发明的切断方法中的切断用浆液的供给温度曲线与晶棒的温度曲线,虚线 T_s' 、 T_i' 是表示常用的切断方法中的切断用浆液的供给温度曲线与晶棒的温度曲线。

[0091] 图 2 所示的温度曲线 T_s 中, 首先, 晶棒的切断开始时, 切断用浆液的供给温度是高于晶棒温度 (此时为 23°C) 的温度, 在切断开始后略降低供给温度, 之后持续保持一定的温度。例如, 如图 11 所示, 切断结束时的晶棒温度的剧变 (翘曲剖面形状的剧变) 是从 $240\text{mm}/300\text{mm}$ 附近的切入深度开始, 在此之前, 亦即, 例如当晶棒的切入深度至少达到直径的 $2/3$, 切断负荷成为约 $1/2$, 喷射至附凹沟滚筒 3、钢线 2 的切断用浆液成为直接广泛地浇上晶棒时, 将切断用浆液的供给温度上升成高于持续保持的温度, 至切断结束时为 30°C 以上。另外, 在实际上发生晶棒的急冷的 $275\text{mm}/300\text{mm}$ 附近以后的切入深度时使其温度上升, 在切断结束时成为 30°C , 同样有效果。

[0092] 这样的切断用浆液的供给温度的控制方法, 如图 2 所示可知, 是控制为将常用的切断用浆液的供给温度曲线 T_s' 跨越切断过程的整个范围而使其几乎单调地上升, 并且, 切断结束时成为 30°C 以上的图形。

[0093] 而且, 切断用浆液的供给温度曲线, 例如为 T_s 这样的温度曲线, 则要被切断的晶棒的温度能够为例如 T_i 的温度曲线。由此可知, 本发明的切断方法的晶棒的温度曲线 T_i 与常用方法的晶棒的温度曲线 T_i' 相比可减轻切断结束时附近发生的晶棒的急冷。

[0094] 这是因为当切断结束时, 切断用浆液的供给温度与现有技术相比上升至 30°C 以上, 由此, 即使切断用浆液直接浇上晶棒, 例如切断过程中温度上升至约 36°C 的晶棒, 切断结束时也为 30°C 以上, 使晶棒不会急剧冷却。

[0095] 另外, 与现有技术相比, 在 T_s 的温度曲线中, 跨越切断开始至切断结束为止的整个范围内的温度上升, 因此, 晶棒不仅在切断结束附近温度上升, 而且在该切断结束附近之外的范围内其温度与现有技术相比也有所上升 (参照 T_i 、 T_i'), 例如, 通过适当地控制切断用浆液的供给温度中的切断开始时的温度、切断结束时附近的温度上升程度、切断结束时的温度等, 即可自由调整晶棒切断过程中的最高温度 T_{imax} (或发生急冷之前的温度) 与切断结束时的温度的差 ΔT_i , 使其变小。

[0096] 特别地, ΔT_i 优选为在 5°C 以内。晶棒切断过程中的最高温度 T_{imax} 与切断结束时的温度的差 ΔT_i 如为这样的较小温度差, 则可更切实地防止因晶棒的急剧变冷造成切断轨迹的变化。

[0097] 另一方面, 如现有技术中的 T_s' , 切断用浆液的温度在切断结束时同样约为室温 (此时为 23°C), 因此, 例如切断过程中温度上升至 36°C 的晶棒, 在切断结束时附近受到急剧的冷却, 而在切断结束时成为室温也就是与切断用浆液相同程度的温度。亦即, 由图 2 所示的示例可知 $\Delta T_i'$ 成为温差大的 13°C , 特别地与本发明的 ΔT_i 可在 5°C 以内相比具有显著的急冷的程度差异。

[0098] 接着, 在图 3 中示出与上述图 2 不同的切断用浆液的供给温度曲线、晶棒的温度曲线的其他图形。

[0099] 图 3 所示的温度曲线 T_s 中, 切断开始时浆液的温度在晶棒的温度以下 (室温 23°C), 切断开始后略微降低浆液供给温度, 之后持续保持一定的温度, 从晶棒的切入深度至少达到直径的 $2/3$ 时浆液供给温度开始上升, 在切断结束时成为 30°C 以上。如果为这样的温度控制, 除了切断结束时附近以外, 其余可与现有技术相同的温度曲线相同。

[0100] 而且, 即使依照这样的温度曲线, 切断结束时的晶棒的温度仍可在 30°C 以上, 可显著减轻切断结束附近的晶棒的急冷的程度 (参照 ΔT_i)。

[0101] 另一方面,常用方法的切断用浆液的供给温度曲线 T_s' 中,直至途中为止是与图 3 的上述 T_s 曲线相同地控制,但切断结束时附近该温度几乎未上升,在切断结束时的温度是与上述 T_i 的 30°C 以上的温度不同的 23°C ,仅止于室温程度。亦即,如上所述,晶棒的温度曲线 T_i' 在切断结束时急剧地下降, $\Delta T_i'$ 成为例如约为 13°C 的较大的数值。

[0102] 如上所述,通过图 2、图 3 说明本发明中的切断用浆液的供给温度、晶棒的温度的曲线,但是当然地,本发明中的切断用浆液的供给温度、晶棒的温度的曲线不限于此。

[0103] 只要在切断结束时,个别的温度成为 30°C 以上的条件下进行切断、只要其结果可防止切断结束时附近的切断轨迹的急剧变化,能够充分抑制纳米形貌的程度 (level) 即可。

[0104] 另外,这里例如还可对附凹沟滚筒的轴向的伸长加以抑制等。依据本发明的切断方法抑制晶棒的收缩,且进行滚筒的伸长的抑制,以防止切断轨迹的急剧的变化,则更为有效。例如设为图 3 所示的切断用浆液的供给温度曲线时尤其有效。

[0105] 以下更详细地借助实施例来说明本发明,但本发明并非局限于这些实施例。

[0106] (实施例 1)

[0107] 利用图 1 所示的线锯,将直径 300mm ,轴方向长 250mm 的硅晶棒以本发明的切断方法切断成晶片状,得到 240 片的切片晶片。

[0108] 使用宽 $160\mu\text{m}$ 的钢线,施以 2.5kgf 的张力,以 500m/min 的平均速度、 60s/c 的循环周期使钢线沿往复方向行进地进行切断。切断用浆液在切断开始时的供给温度为 30°C ,至晶棒的切入深度达到 50mm 为止,该温度逐渐下降为 29°C ,之后,当晶棒的切入深度达到 230mm 时,使该温度上升,至切断结束时成为 35°C ,以此方式控制供给温度,将浆液供给至附凹沟滚筒 (参照图 4)。亦即,设定为如图 2 的 T_s 的温度曲线。

[0109] 另外,浆液是采用 GC#1500 与冷却液重量比为 $1:1$ 的比例混合而成。

[0110] 另外,如图 14(B) 地配置热电偶,测定切断过程中晶棒的温度变化。

[0111] 此时的晶棒的温度变化表示于图 5。图 5 中还一并表示了依照与现有技术相同的温度曲线供给切断用浆液时的晶棒的温度变化 (下文所述的比较例) 以作为比较。

[0112] 如图 5 所示可知,依照图 4 的温度曲线控制切断用浆液的供给温度,可减轻切断结束时附近的晶棒的急冷。更具体地,晶棒在切入深度 275mm 附近为 40°C ,另一方面,在切断结束时的 300mm 时,与切断用浆液的温度相同约为 35°C ,冷却程度可在 5°C 以内。

[0113] 另外,以与上述实施例 1 相同的方法切断多个晶棒,对所得的切片晶片进行拟似纳米形貌研究的结果,分别得到了图 6(A) 所示的结果。图 6 是以晶棒的轴方向位置为横轴,表示切断结束时附近的拟似纳米形貌的水平度。由此可知,无论晶棒的任何部分上均未超过上限值 (相对值 0.6),再者,晶棒各部分处的平均值,前端部是 0.43 、中央部是 0.24 、后端部是 0.33 ,可抑制为极小的值。相对于下文所述的比较例,该值平均降低了 $2/3$ 。

[0114] 另外,测定以与上述实施例 1 相同方法所得的切片晶片的翘曲形状。从晶棒的起头侧起第 5、60、120、180、230 片的测定结果作为代表,表示于图 7。图中示出了拟似纳米形貌波形。

[0115] 由图 7 的翘曲形状来看,例如,如第 5 片,即使整体的形状变化大,但相比而言,急剧的变化会被抑制,如拟似纳米形貌波形的表示,其波形的大小为 $-0.3 \sim 0.3$ 的范围,与依照常用方法的图 11(B)、(C) 相比更得到了抑制。而第 60、120、180、230 片时,拟似纳米形貌

波形的水平度可更小,特别是在第 180、230 片时,可抑制在 $-0.1 \sim 0.1$ 的范围,成为拟似纳米形貌极为良好的水平度。

[0116] (实施例 2)

[0117] 准备与实施例 1 相同的硅晶棒,除了切断用浆液的供给温度曲线以外,其余条件与实施例 1 相同,进行硅晶棒的切断。

[0118] 另外,切断用浆液的供给温度在切断开始时的供给温度为 23°C ,至晶棒的切入深度达到 50mm 为止,该温度逐渐下降为 22°C ,之后,当晶棒的切入深度达到 230mm 时,使该温度上升,至切断结束时成为 32°C ,以此方式控制供给温度,将浆液供给至附凹沟滚筒。亦即,设定为如图 3 的 T_s 的温度曲线,切断结束时的晶棒的温度为与切断用浆液的温度相同的 32°C , ΔT_i 可在 5°C 以内,可抑制切断结束时的急剧变冷。

[0119] 再者,与实施例 1 相同,研究拟似纳米形貌的水平度可知,不论晶棒的任何部分上均未超过上限值(相对值 0.6),晶棒各部分处的平均值,前端部是 0.47、中央部是 0.27、后端部是 0.38,可抑制为极小的值。

[0120] (比较例)

[0121] 准备与实施例 1 相同的硅晶棒,除了切断用浆液的供给温度曲线以外,与实施例 1 相同,进行硅晶棒的切断。

[0122] 另外,切断用浆液的供给温度在切断开始时的供给温度为 23°C ,至晶棒的切入深度达到 50mm 为止,该温度逐渐下降为 22°C ,之后,当晶棒的切入深度达到 230mm 时,使该温度上升,至切断结束时成为 24°C ,以此方式控制供给温度,将浆液供给至附凹沟滚筒(参照图 4)。亦即与先前相同的切断用浆液的供给温度曲线。

[0123] 另外,如图 5 所示,晶棒的温度在切断结束时附近(晶棒切入深度为 275mm)时为 34°C ,另一方面,切断结束时的 300mm 时,与切断用浆液的温度相同约为 24°C ,约急剧地冷却 10°C 。

[0124] 由图 5 可知,与该比较例相比,在上述实施例 1 ($\Delta T_i = 5^{\circ}\text{C}$) 中即使在相同的晶棒切入深度的范围内(275mm $\sim$ 300mm),晶棒的冷却程度(温度差)仍可减轻 1/2。

[0125] 另外,以与上述实施例 1 相同的方法切断多个晶棒,对所得的切片晶片进行拟似纳米形貌研究的结果如图 6(B) 所示。由图 6(B) 来看,晶棒的两端部中拟似纳米形貌超过上限值(相对值 0.6)。晶棒前端部是平均 0.54、中央部是 0.33、后端部是 0.53。由图 6(A) 的实施例 1 的数据还可知,通过本发明的切断方法,各领域中的拟似纳米形貌(纳米级形貌)的水平度降低了 2/3。

[0126] 再者,经测定利用与上述比较例相同的方法所得到的切片晶片的翘曲形状等可知,翘曲形状、拟似纳米形貌的波形为如图 11(B)、(C) 所示,在切断结束部分附近可见急剧的变化,拟似纳米形貌的水平度依旧较大。

[0127] 如以上所述,通过如实施例 1 和实施例 2 的本发明的切断方法,在切断结束时,切断用浆液的供给温度成为 30°C 以上,且晶棒的温度也成为 30°C 以上,从而可抑制在切断结束时附近的急剧的冷却,防止切断轨迹、切片晶片的翘曲形状急剧的变化,可显著改善纳米形貌的水平度。因此,可提高元件制造过程的生产合格率。

[0128] 此外,本发明并不局限于上述实施形式。上述实施形式仅为示例。与本申请的权利要求书中记载的技术方案实质上具有相同的构成、产生相同的效果的方案,不论为如何

的形式,均应包含于本发明的范围内。

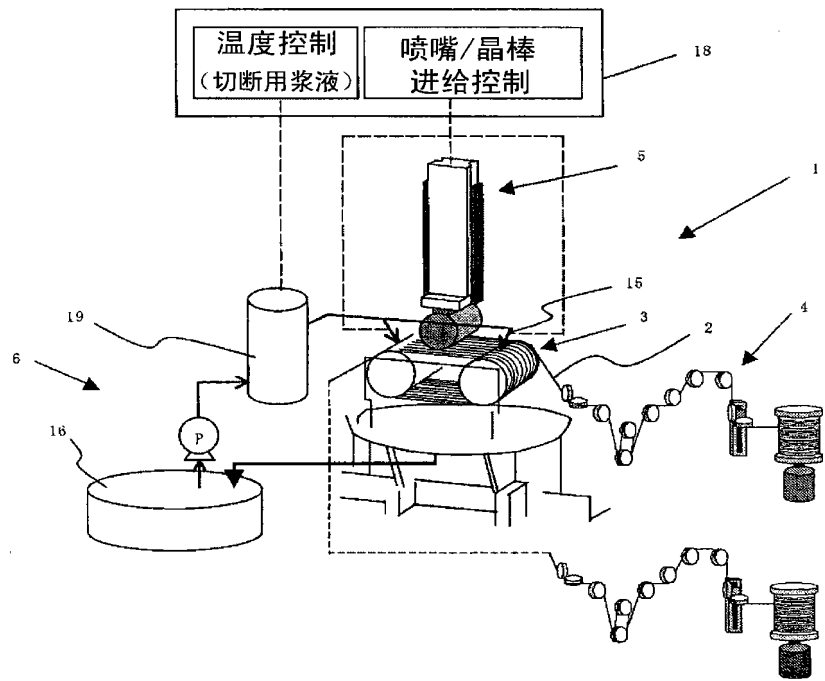


图 1

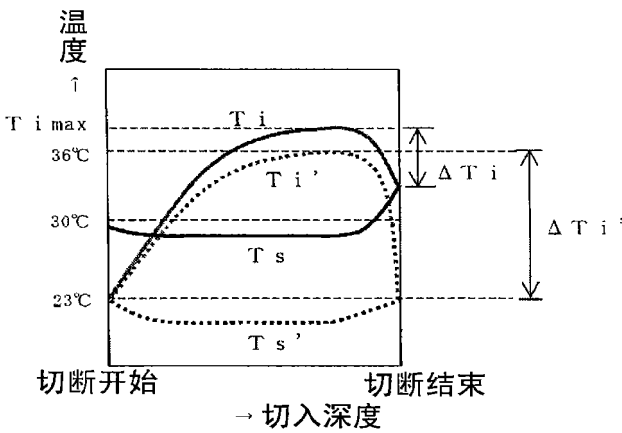


图 2

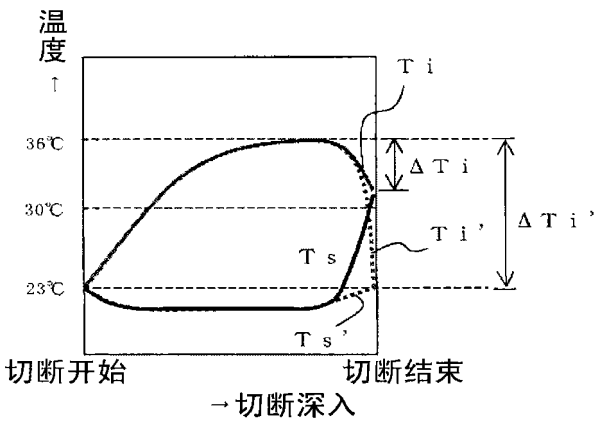


图 3

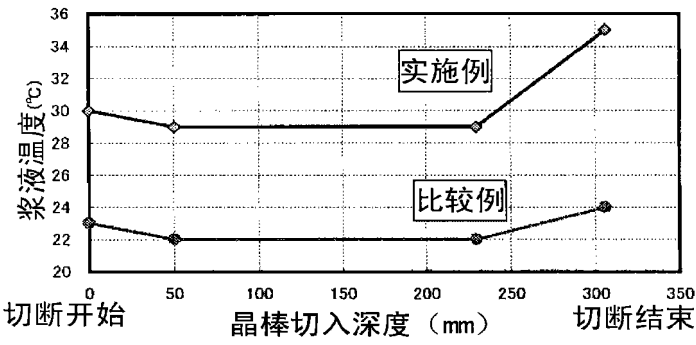


图 4

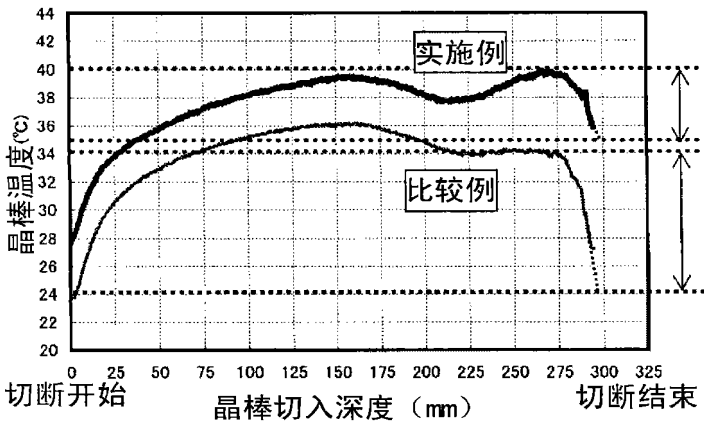
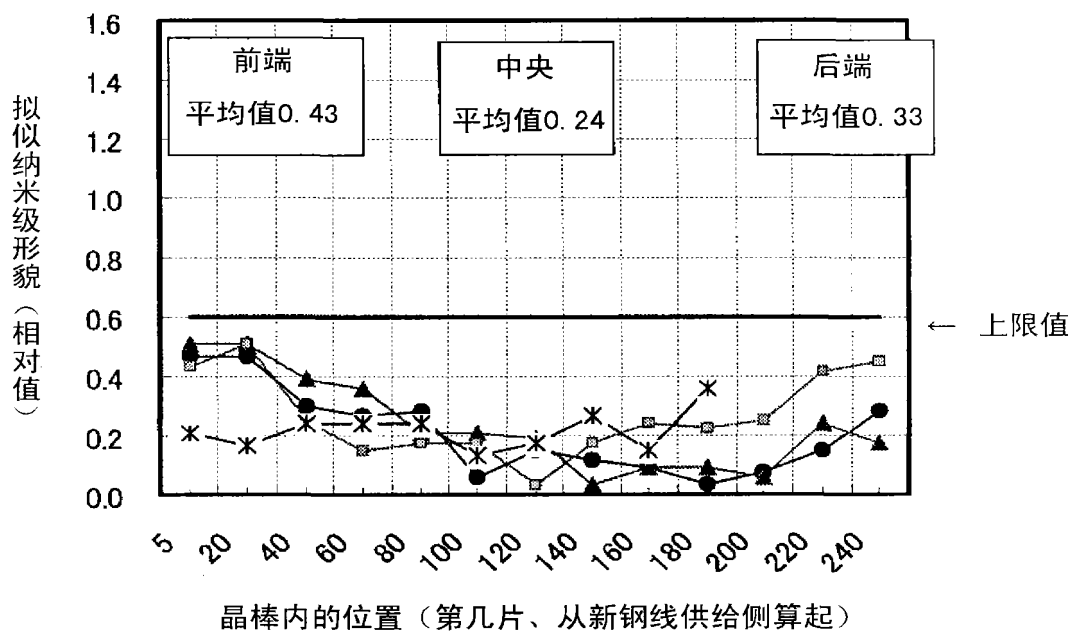


图 5

(A)



(B)

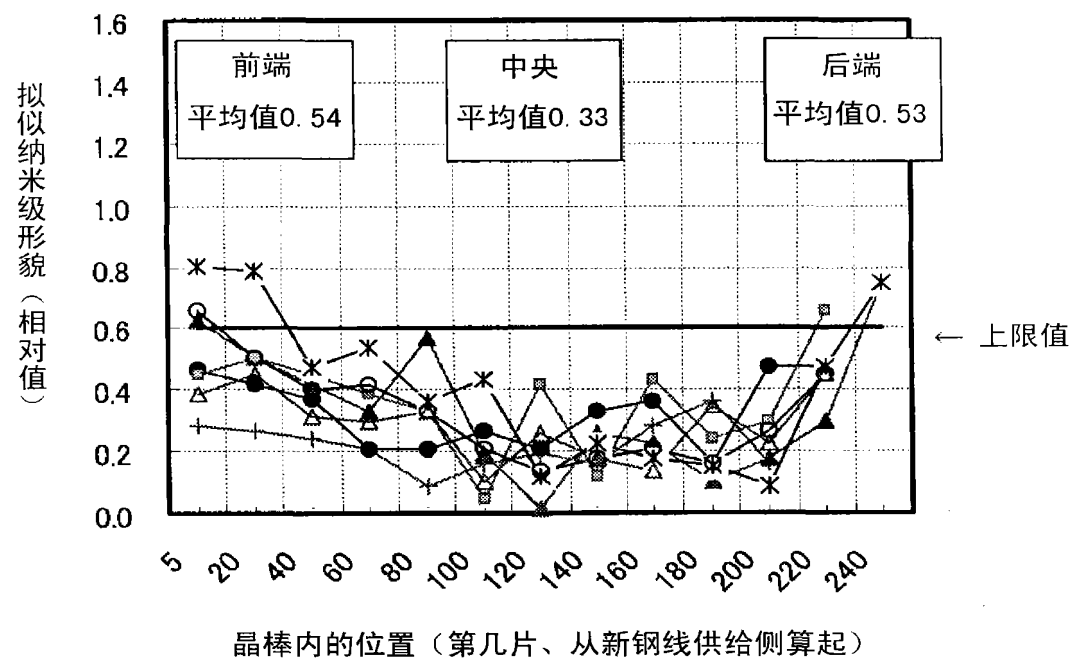


图 6

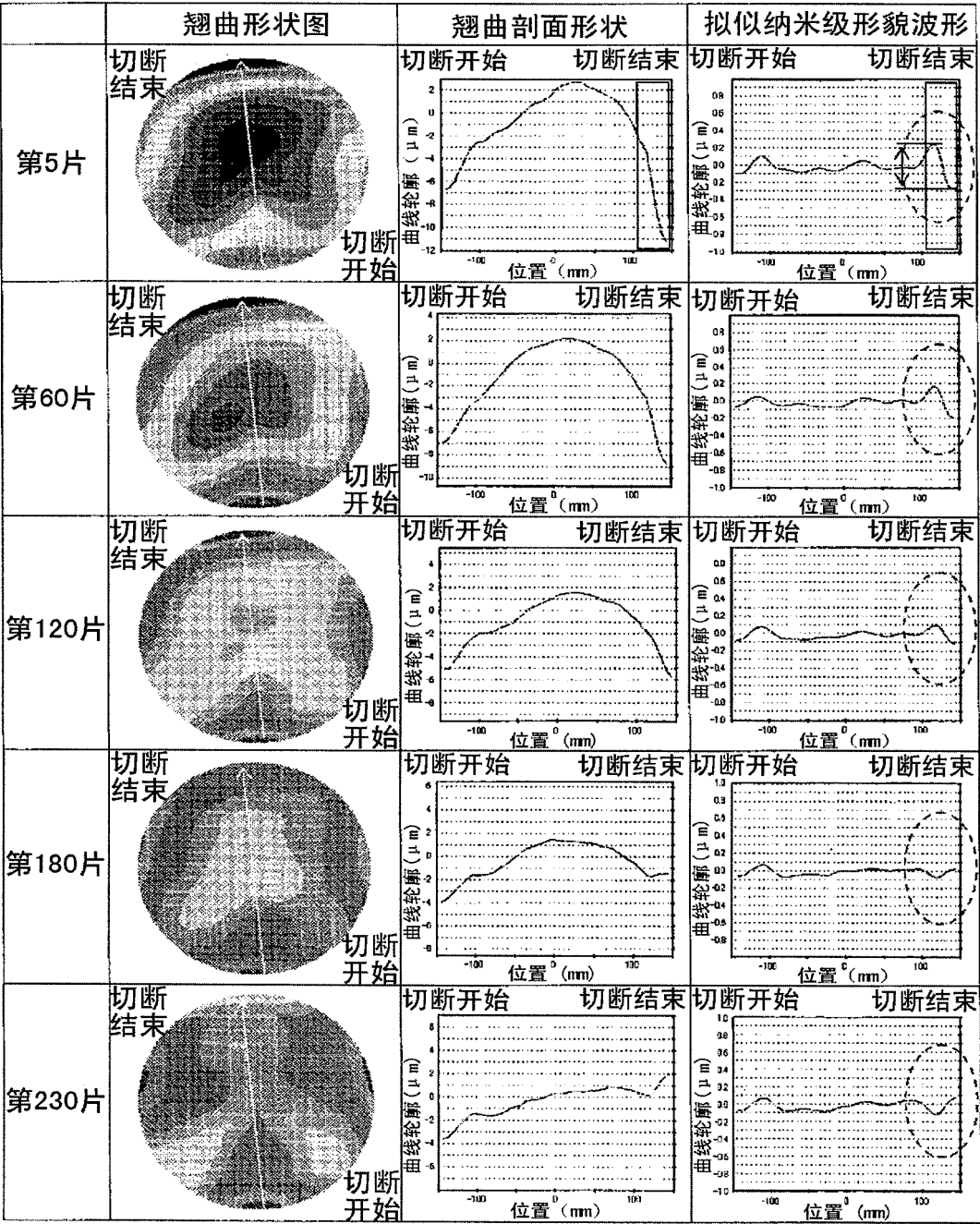


图 7

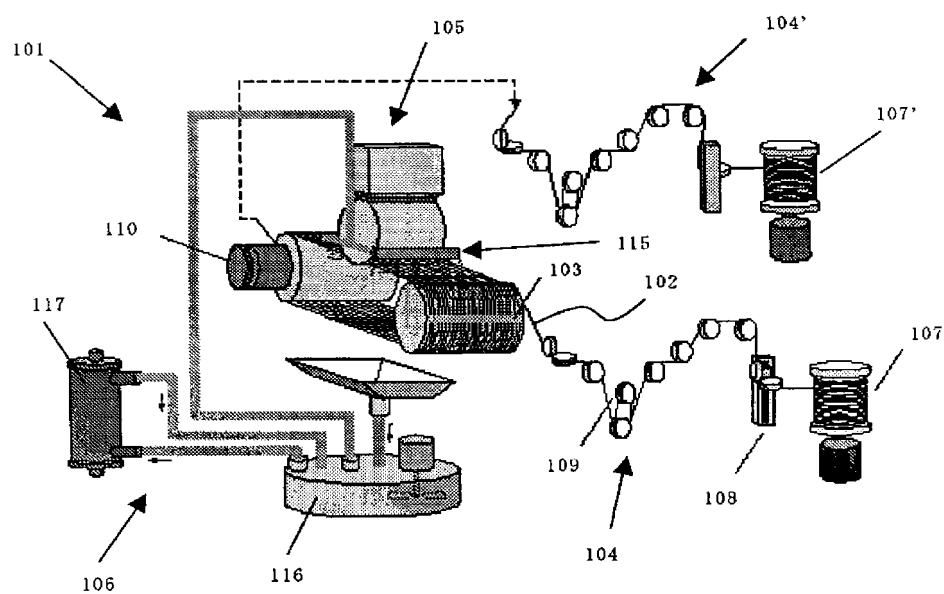


图 8

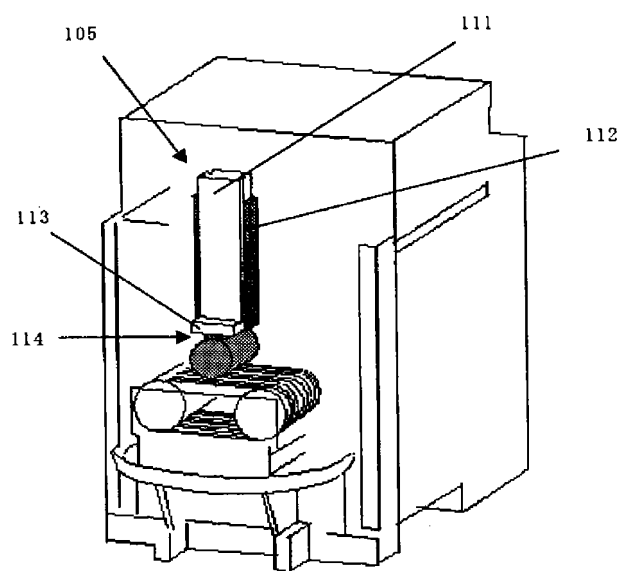


图 9

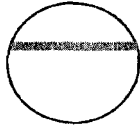
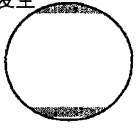
形态	突发性的发生 	在切断开始、切断结束部分发生 	周期性的起伏 
特征		· 纳米级形貌的数值判定下不良的比例高	· 专门的官能检查下成为问题
原因	· 钢线断线 · 钢线起因(批次异常) · 线锯装置的控制异常	· 工件的急剧热膨胀/收缩 · 切断阻抗的剧变	· 工件进给直线度不良

图 10

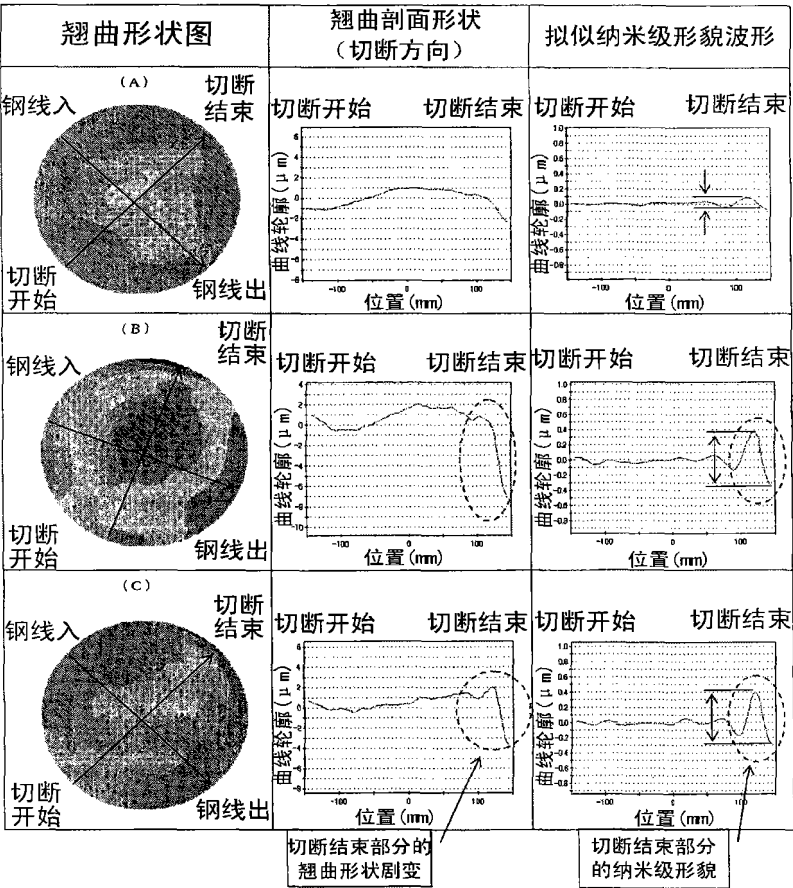


图 11

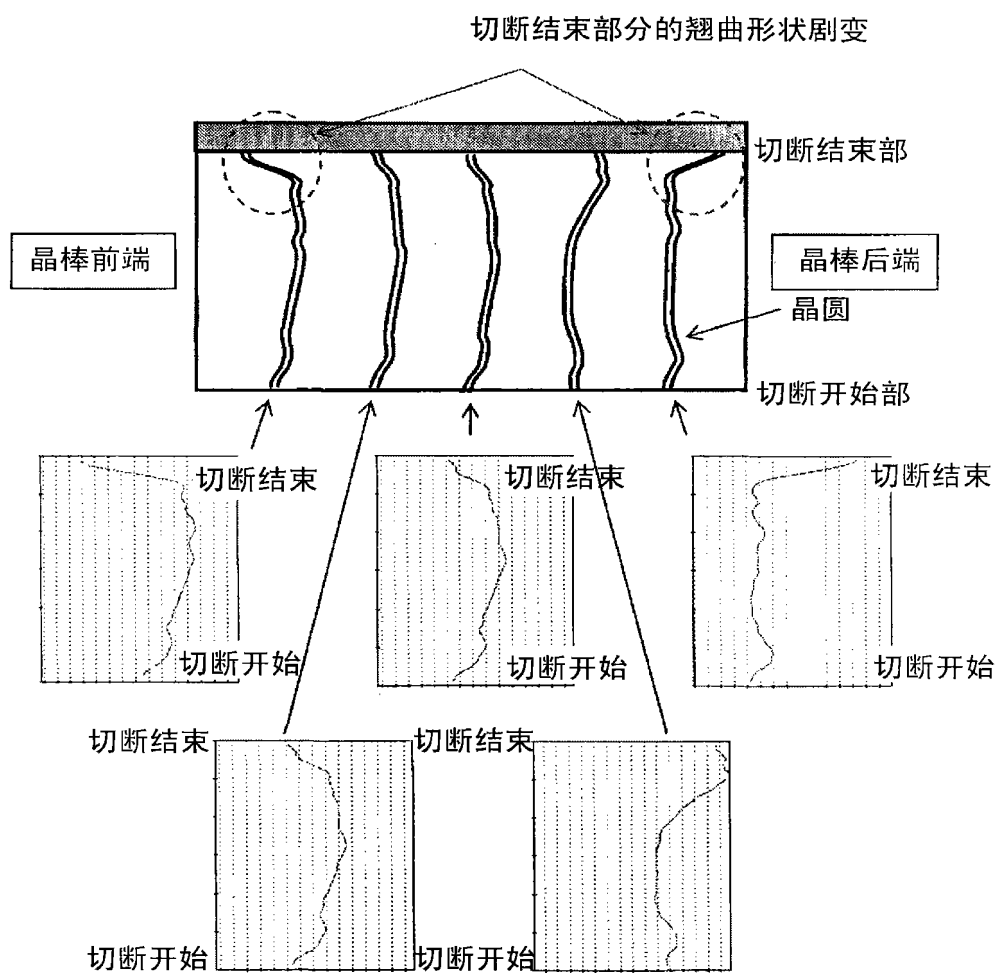
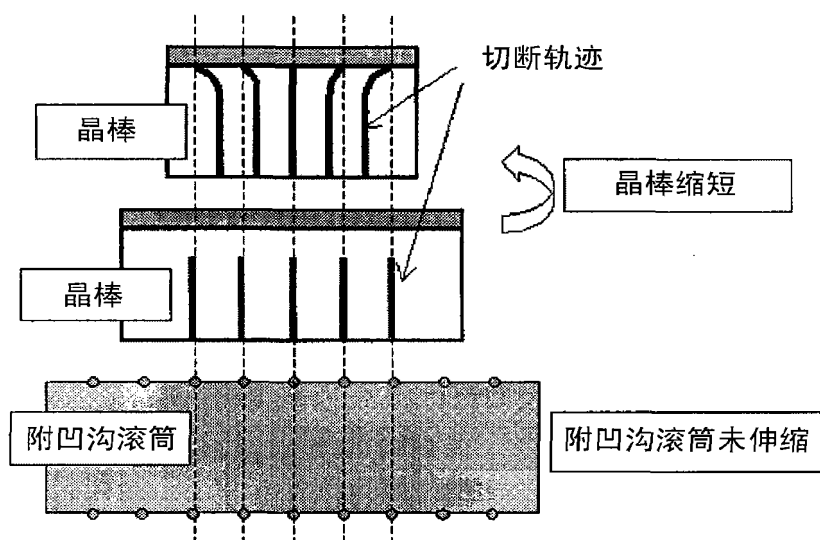


图 12

(A)



(B)

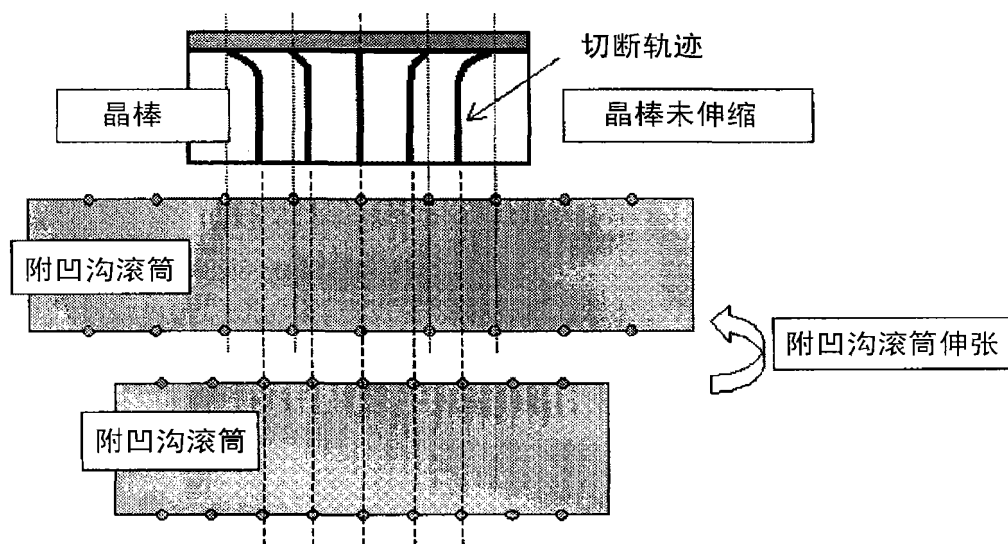
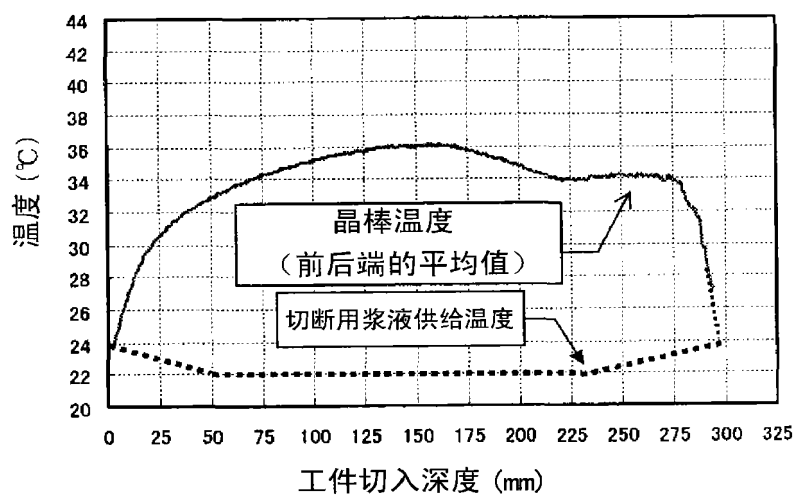


图 13

(A)



(B)

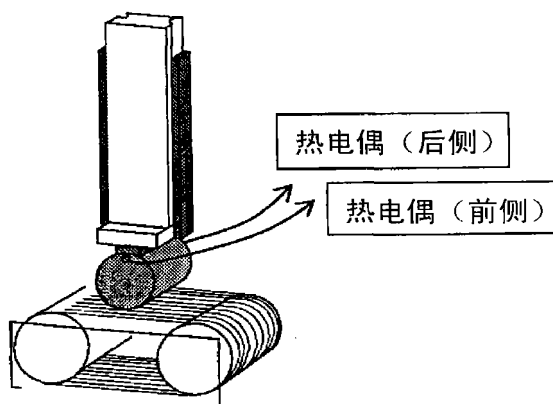
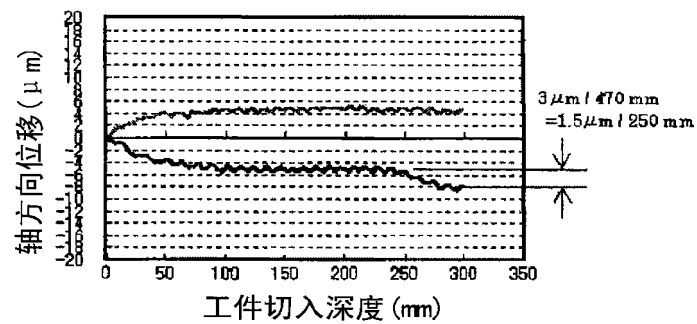
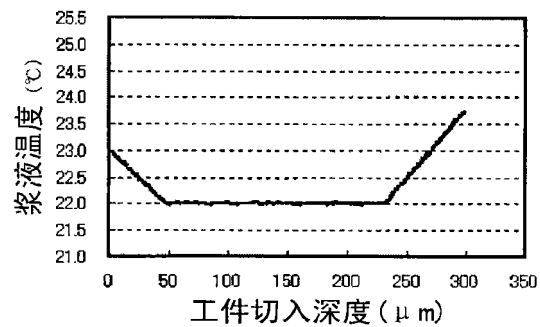


图 14

(A)



(B)



(C)

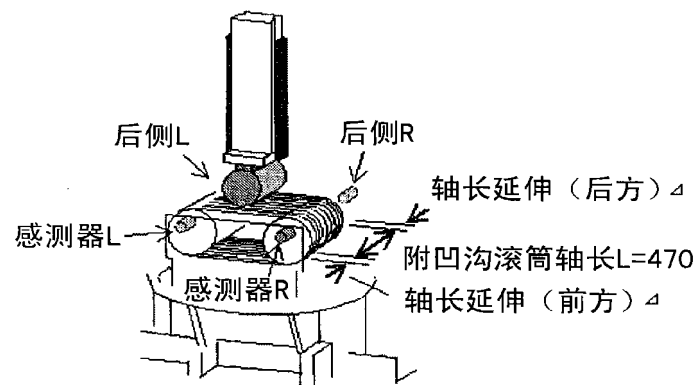
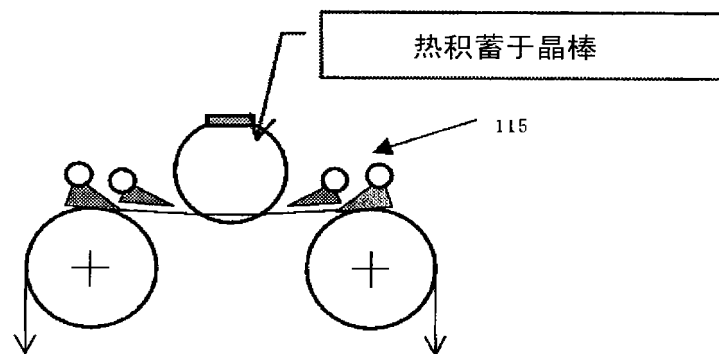


图 15

(A)



(B)

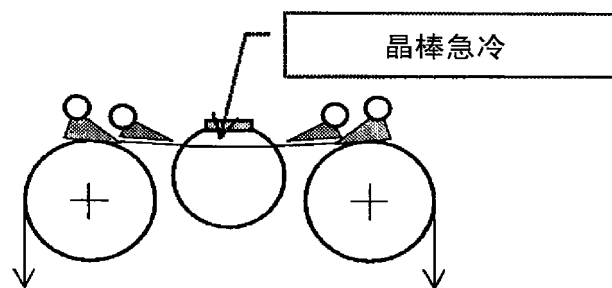


图 16