



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103981569 B

(45)授权公告日 2017.08.18

(21)申请号 201410179617.4

C30B 29/06(2006.01)

(22)申请日 2014.04.30

C30B 11/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103981569 A

(56)对比文件

CN 202175745 U,2012.03.28,

CN 202989351 U,2013.06.12,

CN 103194803 A,2013.07.10,

CN 103741214 A,2014.04.23,

CN 1473213 A,2004.02.04,

CN 1653213 A,2005.08.10,

CN 102978687 A,2013.03.20,

JP 2002145696 A,2002.05.22,

WO 2004044278 A1,2004.05.27,

WO 2013136666 A1,2013.09.19,

王建立等.铸造多晶硅锭常见异常问题浅析.《硅谷》.2014,14-15.

(43)申请公布日 2014.08.13

(73)专利权人 上饶光电高科技有限公司

地址 334100 江西省上饶市经济开发区旭日片区

(72)发明人 杨晓琴 陈园 柳杉 吴晓宇

殷建安 梅超 张伟 王鹏

黄治国

审查员 游巧

(74)专利代理机构 江西省专利事务所 36100

代理人 杨志宇

(51)Int.Cl.

C30B 28/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法

(57)摘要

本发明涉及一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法,其方法步骤如下1.确定长晶阴影缺陷出现的长晶阶段。2.测量长晶速率。3.根据长晶速率调整长晶工艺配方。本技术方法针对性的解决了铸造晶体硅定向凝固长晶过程中出现的长晶阴影缺陷,最终提高了晶体硅太阳能电池片的光电转换效率。

1. 一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法,其特征在于:具体步骤如下:

(1). 确定长晶阴影缺陷出现的长晶阶段:

选取具有长晶阴影缺陷的晶体硅,测量其总高度,再测得其对应硅锭定向凝固长晶的总耗时,因此计算出硅锭平均长晶速率=总高度/总耗时,通过测量该长晶阴影距离底部的距离,计算出阴影出现的时间=阴影距离底部的距离/平均长晶速率,根据各个长晶阶段设定的工艺时间、长晶速率、阴影锭产生的位置及长晶工艺配方,确定出长晶阴影缺陷出现的长晶阶段;

(2). 测量长晶速率:

按照正常铸锭流程,重新装料开始铸锭,并在炉体上方安装石英棒,其长度1.5-2m,直径8-10mm,待铸锭炉运行至长晶阶段时开始测量长晶每个小时的长晶速率,制成表格的形式体现,测量出现阴影时的长晶高度,在表格中对应到其中一个或几个步骤的剩余时间,从表格中的长晶速率来看,此时的长晶速率出现一个突变,这个长晶速率的突变是产生阴影的原因;

(3). 根据长晶速率调整长晶工艺配方:

一般情况下,无论在长晶配方中任何一个阶段出现长晶阴影,在确定长晶速率突变的阶段之后,若长晶速率突变为低速率,则要通过降低温度或增加隔热笼的位置来增加长晶速率,若长晶速率突变为高速率,则通过增加温度或降低隔热笼的位置来降低长晶速率;调整过程中,隔热笼调整位置范围差不超过 $\pm 4\text{cm}$ ,长晶温度的调整不超过 $\pm 8^\circ\text{C}$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法,其特征在于:其中石英棒测量速率的具体方法为:石英棒安装在炉子的上方,人工操作每小时测量长晶高度,长晶速度=每个小时的长晶高度差/1h。

3. 根据权利要求1所述的一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法,其特征在于:

选取生产中具有长晶阴影缺陷的多晶硅小方锭,测量其总高度为330mm,其对应硅锭定向凝固长晶总耗时32h,根据推算,该方锭平均长晶速率=总高度/总耗时,即为10.31mm/h,通过测量该阴影位置,确定其阴影距离底部37-50mm,计算出阴影出现的时间=阴影距离底部的距离/平均长晶速率,即为3.6h-4.8h,根据各个长晶阶段设定的工艺时间、长晶速率、阴影锭产生的位置及长晶工艺配方,确定出长晶阴影缺陷出现在长晶第3,4步骤的过渡阶段;

按照正常铸锭流程,重新装料750kg开始铸锭,并在炉体上方安装石英棒,待铸锭炉运行至长晶阶段时测量长晶第1-4阶段每个小时的长晶速率,测量出在长晶高度40mm出现阴影,对应G3 剩余时间01:29到G4剩余时间04:29阶段,从长晶速率来看,此时的长晶速率出现一个突变为9.9mm/h,这个长晶速率的突变是产生阴影的原因;

为了消除此处阴影,就要提升此阶段的长晶速率,避免长晶速率突变造成的阴影缺陷,将此阶段隔热笼提升距离由原来的12.5cm增加至13.5cm,温度由原来的1432 $^\circ\text{C}$ 调整至1431 $^\circ\text{C}$ 。

## 一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法,属于太阳能光伏技术领域。

### 背景技术

[0002] 太阳能光伏发电是目前发展最快的可持续能源利用的形式之一,随着对太阳能电池的需求以每年百分之几十左右的速度增加,太阳能电池用晶体硅锭的需求也是年年大幅度增加。现代光伏产业85%以上基于晶体硅片太阳能电池,其中一半以上采用定向凝固晶体硅材料制造。在定向凝固过程中,长晶阶段工艺对晶体质量的好坏起了决定性的作用,晶体长晶速率的调整显得尤为重要,目前国内生产铸造晶体硅锭的企业,均会遇到出现长晶阴影缺陷的硅锭,其原因主要是由于长晶工艺配方的不合理,长晶速率的不均(过快或过慢),晶体形核过程受到影响,从而使得局部区域出现长晶阴影缺陷,这种缺陷严重影响着硅片的转换效率,严重损害硅晶体的光伏应用性能。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提出一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法,进而提高晶体硅铸锭质量,降低生产成本。

[0004] 一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法,其具体步骤如下:

[0005] 1. 确定长晶阴影缺陷出现的长晶阶段:

[0006] 选取具有长晶阴影缺陷的晶体硅,测量其总高度,再测得其对应硅锭定向凝固长晶的总耗时,因此计算出硅锭平均长晶速率=总高度/总耗时,通过测量该长晶阴影距离底部的距离,计算出阴影出现的时间=阴影距离底部的距离/平均长晶速率,根据各个长晶阶段设定的工艺时间、长晶速率、阴影锭产生的位置及长晶工艺配方,确定出长晶阴影缺陷出现的长晶阶段;

[0007] 2. 测量长晶速率:

[0008] 按照正常铸锭流程,重新装料开始铸锭,并在炉体上方安装石英棒,其长度1.5-2m,直径8-10mm,待铸锭炉运行至长晶阶段时开始测量长晶每个小时的长晶速率,制成表格的形式体现,测量出现阴影时的长晶高度,在表格中对应到其中一个或几个步骤的剩余时间,从表格中的长晶速率来看,此时的长晶速率出现一个突变,这个长晶速率的突变是产生阴影的原因。

[0009] 3. 根据长晶速率调整长晶工艺配方:

[0010] 一般情况下,无论在长晶配方中任何一个阶段出现长晶阴影,在确定长晶速率突变的阶段之后,若长晶速率突变为低速率,则要通过降低温度或增加隔热笼的位置来增加长晶速率,若长晶速率突变为高速率,则通过增加温度或降低隔热笼的位置来降低长晶速率;调整过程中,隔热笼调整位置范围差不超过 $\pm 4\text{cm}$ ,长晶温度的调整不超过 $\pm 8^{\circ}\text{C}$ ,即可以消除长晶阴影缺陷。

[0011] 其中长晶高度就是距离最底部的距离。

[0012] 其中石英棒测量速率的具体方法为：石英棒安装在炉子的上方，人工操作每小时测量长晶高度，长晶速度=每个小时的长晶高度差/1h。

[0013] 其中步骤的剩余时间是指：每个步骤都会有设定的工艺时间，设定时间减去已经运行的时间就是这个步骤的剩余时间。

[0014] 优选的，上述的一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法，其晶体硅主要包含铸造多晶硅及铸造单晶硅。

[0015] 本发明的有益效果是：针对性的解决了目前铸造晶体硅定向凝固长晶过程中出现的长晶阴影缺陷，最终提高了晶体硅太阳能电池片的光电转换效率。

### 具体实施方式

[0016] 为了使本技术领域的人员更好的理解本发明专利方案，并使本发明的上述目的，特征，和优点能够更明显易懂，下面结合实施例对本方法做进一步详细说明。

[0017] 实施例1：

[0018] 一种解决铸造晶体硅长晶阴影缺陷的方法，其具体步骤如下：

[0019] 选取生产中具有长晶阴影缺陷的多晶硅小方锭，测量其总高度为330mm，其对应硅锭定向凝固长晶总耗时32h，根据推算，该方锭平均长晶速率=总高度/总耗时即为10.31mm/h，通过测量该阴影位置，确定其阴影距离底部37-50mm，计算出阴影出现的时间=阴影距离底部的距离/平均长晶速率即为3.6h-4.8h，根据各个长晶阶段设定的工艺时间、长晶速率、阴影锭产生的位置及长晶工艺配方，见表2，确定出长晶阴影缺陷出现在长晶第3,4步骤的过渡阶段。

[0020] 按照正常铸锭流程，重新装料750kg开始铸锭，并在炉体上方安装石英棒，待铸锭炉运行至长晶阶段时测量长晶第1-4阶段每个小时的长晶速率，其结果如表1所示，测量出在长晶高度40mm出现阴影，对应G3 剩余时间01:29到G4剩余时间04:29阶段，从长晶速率来看，此时的长晶速率出现一个突变为9.9mm/h，这个长晶速率的突变是产生阴影的原因。

[0021] 为了消除此处阴影，就要提升此阶段的长晶速率，避免长晶速率突变造成的阴影缺陷，将此阶段隔热笼提升距离由原来的12.5cm增加至13.5cm，温度由原来的1432℃调整至1431℃，通过降温速率的增加，使长晶速率增加。

[0022] 跟踪采用调整后的配方所生产的多晶硅锭，在相同高度区域，阴影消除，其调整后硅片的光电转换效率，较未调整之前有所提升，如表4所示。

[0023] 表1 实施例中硅锭的长晶速率

[0024]

步骤	长晶步骤剩余时间(h:min)	长晶高度(mm)	长晶速率(mm/h)
G1	00:30	0	0
G2	02:29	3	3
G2	01:29	10.2	7.2
G2	00:29	20.6	10.4
G3	01:29	33.5	12.9
G3	00:29	43.4	9.9

G4	04:29	56.1	12.7
G4	03:29	68.6	12.5
G4	02:29	81.4	12.8

[0025] 表2 实施例中原长晶工艺

[0026]

长晶 步骤	时间	长晶温 度	压力 /mbar	进气/出 气	进气 /slm	出气 /slm	隔热笼位 置/cm
G1	00:3 0	1435	600	出气	60	0	8
G2	03:0 0	1433	600	出气	60	0	12
G3	02:0 0	1432	600	出气	60	0	12.5
G4	05:0 0	1430	600	出气	60	0	15.5
G5	03:0 0	1428	600	出气	60	0	16.5
G6	06:0 0	1428	600	出气	60	0	16
G7	06:0 0	1429	600	出气	60	0	17
G8	08:0 0	1426	600	出气	50	0	17
G9	04:0 0	1421	600	出气	50	0	18

[0027] 表3实施例中调整后的长晶工艺

[0028]

长晶步骤	时间	长晶温度	压力/mbar	进气/出气	进气/slm	出气/slm	隔热笼位置/cm
G1	00:30	1435	600	出气	60	0	8
G2	03:00	1433	600	出气	60	0	12
G3	02:00	1431	600	出气	60	0	13.5
G4	05:00	1430	600	出气	60	0	15.5
G5	03:00	1428	600	出气	60	0	16.5
G6	06:00	1428	600	出气	60	0	16
G7	06:00	1429	600	出气	60	0	17
G8	08:00	1426	600	出气	50	0	17
G9	04:00	1421	600	出气	50	0	18

[0029] 表4实施例中采用调整工艺后的转换效率

[0030]

类别	Uoc/V	Isc/A	Rs/ $\Omega$	Rsh/ $\Omega$	FF	Eta
调整前阴影片	0.6262	8.631	0.0027	110.68	77.81	17.28
调整后相同位置	0.6286	8.750	0.0026	239.20	78.74	17.79