



中华人民共和国国家标准

GB/T 10067.416—2019

电热和电磁处理装置基本技术条件 第 416 部分：多晶硅铸锭炉

Basic specifications for electroheating and electromagnetic processing installations—
Part 416: Polysilicon ingot furnace

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品分类 2

5 技术要求 2

6 试验方法 6

7 检验规则 7

8 标志、包装、运输和贮存 8

9 订购与供货 8

前 言

GB/T 10067《电热和电磁处理装置基本技术条件》分为以下部分：

- 第 1 部分：通用部分；
- 第 2 部分：电弧加热装置；
- 第 21 部分：大型交流电弧炉；
- 第 3 部分：感应电热装置；
- 第 31 部分：中频无心感应炉；
- 第 32 部分：电压型变频多台中频无心感应炉成套装置；
- 第 33 部分：工频无心感应熔铜炉；
- 第 34 部分：晶体管式高频感应加热装置；
- 第 35 部分：中频真空感应熔炼炉；
- 第 4 部分：间接电阻炉；
- 第 41 部分：网带式电阻加热机组；
- 第 42 部分：推送式电阻加热机组；
- 第 43 部分：强迫对流井式电阻炉；
- 第 44 部分：箱式电阻炉；
- 第 45 部分：真空淬火炉；
- 第 46 部分：罩式电阻炉；
- 第 47 部分：真空热处理和钎焊炉；
- 第 48 部分：台车式电阻炉；
- 第 49 部分：自然对流井式电阻炉；
- 第 410 部分：单晶炉；
- 第 411 部分：电热浴炉；
- 第 412 部分：箱式淬火炉；
- 第 413 部分：实验用电阻炉；
- 第 414 部分：工业宝石炉；
- 第 415 部分：铝材退火炉；
- 第 416 部分：多晶硅铸锭炉；
- 第 5 部分：高频介质加热设备；
- 第 8 部分：电渣重熔炉。

.....

本部分为 GB/T 10067 的第 416 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国工业电热设备标准化技术委员会(SAC/TC 121)归口。

本部分起草单位：江苏华盛天龙光电设备股份有限公司、西安电炉研究所有限公司、成都超迈光电科技有限公司、江苏星特亮科技有限公司、常州市乐萌压力容器有限公司、国家电炉质量监督检验中心。

本部分主要起草人：李留臣、李琨、张松林、周正星、潘燕萍、黄晓军、张永武、徐海波、束天和。

电热和电磁处理装置基本技术条件

第 416 部分：多晶硅铸锭炉

1 范围

GB/T 10067 的本部分规定了多晶硅铸锭炉(以下简称多晶炉)的术语和定义、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存以及订购与供货。

本部分适用于定向凝固生长太阳能级多晶硅锭的多晶炉。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 150—2011(所有部分) 压力容器

GB/T 2900.23—2008 电工术语 工业电热装置

GB 3095—2012 环境空气质量标准

GB/T 5959.1—2019 电热和电磁处理装置的安全 第 1 部分:通用要求

GB 8978—1996 污水综合排放标准

GB/T 10066.1—2019 电热和电磁处理装置的试验方法 第 1 部分:通用部分

GB/T 10066.4—2004 电热设备的试验方法 第 4 部分:间接电阻炉

GB/T 10067.1—2019 电热和电磁处理装置的基本技术条件 第 1 部分:通用部分

GB/T 10067.4—2005 电热装置基本技术条件 第 4 部分:间接电阻炉

GB 12348—2008 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 16297—1996 大气污染物综合排放标准

JB/T 9691—1999 电热设备 产品型号编制方法

3 术语和定义

GB/T 2900.23—2008、GB/T 10066.4—2004 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多晶炉 polysilicon ingot furnace

利用多晶硅定向凝固技术生产用于太阳能级多晶硅锭的一种工业电热设备。

3.2

工作室尺寸 dimensions of working chamber

多晶炉设计时规定并在图纸上标明的晶体生长室的空间尺寸。

注:工作室尺寸用内径和高度表示。

3.3

熔料量 charge

多晶炉设计时规定的每炉次一次最大的装料量。

3.4

工作温度 **working temperature**

多晶炉设计时规定的多晶硅材料熔化及长晶等过程中允许使用的温度范围。

3.5

最高加热温度 **maximum temperature**

多晶炉设计时规定的能够满足对加热系统进行预先煅烧处理目的而需达到的加热温度。

4 产品分类

4.1 多晶炉产品的型号应按 JB/T 9691—1999 编制。

4.2 多晶炉按其工作室尺寸或铸锭的规格进行分类：

- a) 按工作室内径尺寸(单位为厘米)分为多个品种；
- b) 按照铸锭的规格分为多个品种(通常以此分类方法为主)：
 - 1) G5 多晶炉；
 - 2) G6 多晶炉；
 - 3) G7 多晶炉。

4.3 在多晶炉的产品标准中应按 GB/T 10067.1—2019 中第 4 章的规定进一步按产品的结构类型、气氛、最高工作温度等进行分类。

4.4 在具体产品标准中对各个型号的多晶炉应分别列出以下各项参数：

- a) 电源电压, V；
- b) 电源频率, Hz；
- c) 相数；
- d) 晶锭规格, mm；
- e) 熔料量, kg；
- f) 工作室尺寸, mm；
- g) 额定功率, kW；
- h) 工作温度, °C；
- i) 最高加热温度, °C；
- j) 工作电压, V；
- k) 极限真空度, Pa；
- l) 压升率, Pa/h；
- m) 空炉抽空时间, h；
- n) 气体耗量, L/h；
- o) 水流量, m³/h；
- p) 主机质量, t；
- q) 主机外形尺寸, mm。

5 技术要求

5.1 一般技术要求

多晶炉的技术要求应符合 GB/T 10067.4—2005 中第 5 章的规定。

5.2 对设计和制造的补充要求

5.2.1 总体要求

多晶炉主要由真空炉体、加热隔热系统、电源供应与控制系统、真空与供气系统、水冷系统、钢结构平台及楼梯部件组成。

多晶炉的炉体通常由上炉体、下炉体及顶部炉盖组成。炉体通常为内热式水冷炉壁结构。

在多晶炉通电加热前,抽气系统应能把炉室抽到预定的真空度。在加热阶段,输入功率应能调节,在冷却阶段,硅锭应能在不同真空度下和中性气体(包括惰性气体,下同)中冷却。

5.2.2 材料

所有处于炉室内的材料应适应设计规定的气氛、真空度、温度,并在该环境下保持稳定的成分和性能。

5.2.3 工作电压

多晶炉的工作电压在产品技术参数中规定。在正常工作条件下,炉内应不产生火花放电。

5.2.4 炉壳

炉壳应采用水冷结构。筒体的设计和制造应符合 GB/T 150—2011(所有部分)的规定。

炉壳内表面应光洁平整。内外壁可用不锈钢材料制成。

5.2.5 炉室

多晶炉的加热系统应根据铸锭工艺要求进行设计制造。

炉室的设计应把热胀冷缩引起的变形,以及热损失限制到最小程度。

多晶炉加热元件的引出部分应采取水冷却措施,确保真空密封和正常工作。

5.2.6 水冷系统

水冷系统应能使炉壳的筒体、封头的表面温升不超过 5.3.6 的规定;采用全水冷的电源装置(一般应采用可循环冷却水),在水压不足或压力过高时应有指示或报警信号,关键水冷部位还应具备超温报警信号。各路冷却水路应装设开关,以便调节流量方便维修。

对水冷系统水质的要求如下:

- a) pH 值 6~9;
- b) 氯离子浓度 ≤ 10 mg/L;
- c) 碳酸钙浓度 ≤ 50 mg/L(不加入化学试剂);
- d) 悬浮物 ≤ 10 mg/L;
- e) 溶解氧量 ≤ 10 mg/L。

5.2.7 抽气系统

多晶炉的抽气系统由真空机组、管道、阀门、控制系统、真空计等组成。系统中应设置安全阀门,在发生停电事故时应能自动关闭管道,以防止空气和真空泵油进入炉内。

5.2.8 充气系统

多晶炉的充气系统通常是由气体流量控制单元来实现,并应具备安全防爆装置,在多晶炉产品技术

参数中可具体规定不同的充气压力数值。

5.2.9 测量、控制和记录

5.2.9.1 一般要求

多晶炉的测量、控制和记录应符合 GB/T 10067.4—2005 中 5.2.9(除 5.2.9.6 以外)的各项规定和 5.2.9.2~5.2.9.11 的规定。

5.2.9.2 控制装置

多晶炉应配备专门的控制柜,用来安装仪器、仪表和控制元件等。控制系统应配备速度控制单元、温度控制单元及功率部件、晶体生长控制器、冷却水温度显示、报警、运行状态报警装置和继电控制单元等。

5.2.9.3 炉温控制系统

多晶炉的炉温控制系统应具有自适应和自调节控制功能。对温度控制器如有不同要求可按 9.2 提出。

5.2.9.4 真空仪表

多晶炉应配备真空检测仪器,用来测量 0.1 Pa~10 000 Pa 之间的真空度。

5.2.9.5 晶体生长控制器

多晶炉应配备晶体生长控制器,以实现熔化、长晶、冷却等过程的全自动化。在多晶炉产品技术参数中应具体规定硅锭的允许偏差。

5.2.9.6 加热系统

多晶炉的加热系统通常是由变压器、电缆、电极、加热器、上部保温板、隔热保温笼、定向凝固块、下保温板等部分构成,主要完成对多晶硅原料的加热熔化、定向凝固生长、原位退火、冷却等工艺过程。

5.2.9.7 自动化水平

多晶炉应采用计算机控制。产品的主要技术功能(速度控制、温度控制等)应完善可靠;辅助技术功能(晶体计长、过程监控诊断等)应配置齐全。整个铸锭工艺过程可为用户提供使用方便,人机交互界面友好,软件功能强大,实现铸锭工艺过程自动化控制或实现网络群控的软件。

5.2.9.8 报警和保护装置

多晶炉的运动部件应具有超程报警和保护装置,对长晶过程中有可能发生的漏硅和漏水事故应设计预防装置。

5.2.9.9 环境保护

多晶炉及零部件生产过程中的环境空气污染应符合 GB 3095—2012 和 GB 16297—1996 的规定。

5.2.9.10 污水排放

多晶炉及零部件生产过程中的污水排放应符合 GB 8978—1996 的规定。

5.2.9.11 噪音

多晶炉生产、配套零部件和使用过程噪声应符合 GB 12348—2008 的规定。

5.3 性能要求

5.3.1 一般要求

多晶炉的性能应符合 GB/T 10067.4—2005 中 5.3 和 5.3.2~5.3.11 的要求。

5.3.2 工作温度

在工作温度范围内,多晶炉应能够满足晶体生长的要求。

5.3.3 工作真空度

多晶炉的工作真空度应按具体生长晶体的工艺条件而定,并在具体产品标准中规定。

5.3.4 空炉抽气时间

多晶炉应能在 30 min 内抽气到所要求的工作真空度。

5.3.5 压升率

多晶炉的压升率应不超过 6 Pa/h。

5.3.6 表面温度

多晶炉炉体的表面温度应不超过 35 ℃。

5.3.7 加热能力和热炉抽气能力

在炉温和多晶料都等于环境温度条件下,把质量等于熔料量的多晶料盛入坩埚,并装入炉内,启动抽气系统。当炉内达到预定真空度时开始加热。应在具体产品技术参数中规定从冷态上升到硅料熔化温度所需时间。

5.3.8 运动参数相对偏差和速度百分偏差

多晶炉在其速度控制系统的调速范围内,各项运动参数的实际测量值与指示计的指示值(或显示值)的相对偏差应不大于 5%;各项运动参数的速度百分偏差应不大于 2%;各运动机构运转应工作灵活,在正常铸锭工艺条件下应无明显振动。

5.3.9 爬行量

多晶炉的保温罩部件以低速(速度范围下限)上升(或下降)作相对运动时的爬行量应在晶体炉产品技术参数中具体规定。

5.3.10 能耗指标

多晶炉的铸锭功率能耗应在晶体炉产品技术参数中注明。

5.3.11 其他

多晶炉其他方面的性能应分别符合 5.2 以及在具体产品技术参数和供货合同中的相应规定。

5.4 成套要求

在具体产品中应列出供方规定的多晶炉成套供应范围,一般包括下列各项:

- a) 多晶炉主机;
- b) 控制装置;
- c) 加热电源;
- d) 加热及保温系统;
- e) 电源电缆;
- f) 抽气机组各组件;
- g) 充气装置;
- h) 钢结构平台及楼梯;
- i) 选配部件,如晶体移出机构等;
- j) 备件。

在具体产品标准中可对上述项目做必要的补充,并应列出各个项目的具体内容,包括型号、规格和数量。

需方如对供方规定供应的项目有不同要求,可按 9.2 提出。

6 试验方法

6.1 一般要求

多晶炉的试验应按 GB/T 10066.1—2019 和 GB/T 10066.4—2004 进行。

6.2 压升率的测量

按 GB/T 10066.1—2019 中 9.11.3 的规定。

6.3 额定加热功率的检查

多晶炉使用的石墨加热器应与加热电源匹配,即多晶炉所配置的加热电源,最大输出电压与最大输出电流之比,为发热体电阻,其数值应与石墨加热器的电阻匹配,保证加热电源的额定功率输出。

6.4 加热能力和热炉抽气能力试验

本试验的目的在于测定多晶炉的加热能力和热炉抽气能力,并检验多晶炉的热炉运行情况。

进行加热能力试验,把炉温设定在最高工作温度上,当炉室真空度达到 6.5 Pa 时开始加热,并根据产品标准中规定的升温程序,把炉温升到设定值,保温 30 min,加热开始后在产品标准规定的时间内炉温应达到设定值,炉室应在 5.3.3 规定的时间内达到规定的工作真空度。

停炉后应按 GB/T 5959.1—2019 的 18.5.2 进行检查。

6.5 运动参数相对偏差的测量

在规定的速度范围内,保温罩部件处于某一(任意选定)位置,取某一(任意设定)速度(指示计指示值或显示值),用秒表和百分表(或千分表)测量该速度下保温罩部件上升(或下降)速度。测量 5 次,取平均值。相对偏差按式(1)计算:

$$\text{相对偏差} = \frac{\text{指示值(或显示值)} - \text{实际测量值}}{\text{指示值(或显示值)}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

6.6 速度百分偏差的测量

在规定的速度范围内,保温罩部件处于某一(任意选定)位置,用秒表和百分表(或千分表)每间隔 5 min 测量某一(任意设定)速度下保温罩部件上升(或下降)速度。测量 5 次,取平均值。速度百分偏差按式(2)计算:

$$\text{速度百分偏差} = \frac{\text{实测速度最大值} - \text{实测速度最小值}}{\text{实测速度平均值}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

6.7 爬行量的测量

在保温罩部件以低速(速度范围下限)上升(或下降)做相对运动时,用千分表或用光栅爬行仪测量由运动停顿到重新启动的最大蹦跳间隔数值。

6.8 工业铸锭试验

将经过处理好的多晶硅料盛入坩埚中,盛入坩埚中的装料量等于熔料量。在正常铸锭工艺条件下,生长外形符合要求的晶体。生长的晶体利用率应达到具体产品标准中规定的要求。

6.9 环境排放污染测量

对于环境中的油、气、水的排放,运行噪音和电磁辐射等按国家有关标准执行。

7 检验规则

7.1 一般要求

多晶炉的检验应按 7.2 和 7.3 以及 GB/T 10067.1—2019 中第 7 章进行。

7.2 出厂检验项目

多晶炉的出厂检验项目包括:

- a) 触电防护措施的试验;
- b) 绝缘电阻的测量;
- c) 绝缘耐压的试验;
- d) 控制电路试验;
- e) 运动机构运转情况的检验;
- f) 运动参数及相对偏差的测量(包括速度百分偏差的测量和爬行量的测量);
- g) 水路系统的试验;
- h) 气路系统的试验;
- i) 联锁报警系统的试验;
- j) 极限真空度的测量;
- k) 空炉抽气时间的测量;
- l) 压升率的测量;
- m) 配套件的检查,包括型号、规格和出厂合格证件的检查;
- n) 供货范围,包括出厂技术文件完整性的检查;
- o) 包装检查。

7.3 型式检验项目

多晶炉的型式检验项目包括：

- a) 全部出厂检验项目(在型式检验条件下)；
- b) 空炉升温时间的测量；
- c) 额定功率的测量；
- d) 最高工作温度的测量；
- e) 受热构件表面温升的测量；
- f) 加热试验(加热能力与热炉抽气能力的检查)；
- g) 工作真空度的测量；
- h) 工业铸锭试验；
- i) 水流量的测量；
- j) 气体耗量的测量；
- k) 运动机构运转情况或动作情况的热态试验；
- l) 热态试验后的检查。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 一般要求

多晶炉的标志、包装、运输和贮存应符合 GB/T 10067.1—2019 中第 8 章的规定。

8.2 铭牌规定

除另有要求外(见 9.2),多晶炉的铭牌上应标出下列各项：

- a) 产品的型号和名称；
- b) 电源电压,V；
- c) 电源频率,Hz；
- d) 相数；
- e) 额定功率,kW；
- f) 工作电压,V；
- g) 熔料量,kg；
- h) 主机质量,t；
- i) 产品编号；
- j) 制造日期；
- k) 出口产品中英文对照；
- l) 制造厂名称(对出口产品应标明国名)。

9 订购与供货

9.1 一般要求

多晶炉的订购与供货应按 GB/T 10067.1—2019 中第 9 章的规定。

9.2 特殊要求

需方有下列特殊要求时,可向供方提出：

- a) 对单位制、电源电压、电源频率等的不同要求(见 GB/T 10067.1—2019 中 5.1.3.2);
- b) 对使用环境的不同要求(见 GB/T 10067.1—2019 中 5.1.3);
- c) 要求在水冷系统中提供循环冷却系统或其中部分装置,如机械致冷装置,水冷却塔装置或水净化装置等;应提出具体技术要求(见 GB/T 10067.1—2019 中 5.1.4);
- d) 对安全和环境保护的附加要求(见 GB/T 10067.1—2019 中 5.3 及 5.4);
- e) 对涂漆的不同要求(见 GB/T 10067.1—2019 中 5.2.9);
- f) 对包装的特殊要求(见 GB/T 10067.1—2019 中 8.2);
- g) 对电源的不同要求(见 GB/T 10067.4—2005 中 5.1.7);
- h) 对供方规定项目的不同要求(见 5.4);
- i) 对加长试验的时间要求(见 6.5);
- j) 对铭牌的不同要求(见 8.2)。

供方应尽可能满足需方的各项特殊要求,但实际可供需方选择的特殊要求项目由供方参照本部分各自的条件决定。其中一部分可列在具体产品标准中,其他部分在订购时由供需双方商定。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电热和电磁处理装置基本技术条件
第 416 部分：多晶硅铸锭炉
GB/T 10067.416—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址：www.spc.org.cn

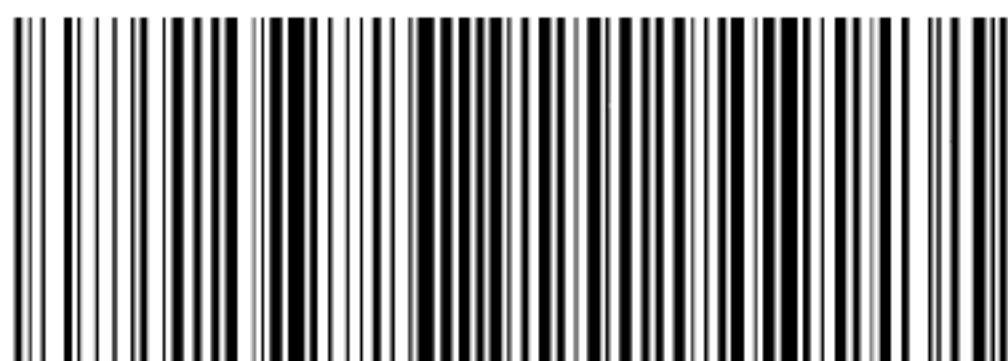
服务热线：400-168-0010

2019 年 7 月第一版

*

书号：155066 · 1-62851

版权专有 侵权必究



GB/T 10067.416—2019