

上海市地方标准

DB31/ 792—2020
代替 DB31/ 792—2014

硅单晶及其硅片单位产品能源消耗限额

The norm of energy consumption per unit products for monocrystalline
silicon and silicon wafer

2020-03-05 发布

2020-06-01 实施

上海市市场监督管理局 发布

前 言

本标准 4.2 和 4.3 是强制性的,其余为推荐性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 DB31/ 792—2014《硅单晶及其硅片单位产品能源消耗限额》,与 DB31/ 792—2014 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改了英文名称;
- 修改了适用范围,取消了太阳能级硅单晶及其硅片的要求(见第 1 章和 2014 年版的第 1 章);
- 调整了规范性引用文件,删除了 GB/T 3484,增加了 GB/T 12962、GB/T 12964、GB/T 12965、GB/T 14139(见第 2 章和 2014 年版的第 2 章);
- 修改了第 3 章,调整了术语和定义,增加了硅单晶、研磨片、抛光片、外延片等产品定义(见第 3 章和 2014 年版的第 3 章);
- 修改了第 4 章,删除了太阳能级硅产品的能耗要求,细分了产品,重新规定了硅单晶及硅片单位产品能源消耗限额的限定值、准入值、先进值(见 4.2、4.3、4.4 和 2014 年版的 4.1、4.2、4.3);
- 修改第 5 章为“统计范围及计算方法”,增加了 5.1 统计范围,删除了计算原则(见 2014 年版的 5.1),并对计算方法做了修改、精简;
- 修改第 6 章为“节能降耗导向”(见第 6 章和 2014 年版的第 6 章);
- 增加了附录 A。

本标准由上海市发展和改革委员会、上海市经济和信息化委员会共同提出,由上海市经济和信息化委员会组织实施。

本标准由上海市能源标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:上海有色金属行业协会、上海市有色金属标准化技术委员会、上海合晶硅材料有限公司、上海晶盟硅材料有限公司、上海新傲科技股份有限公司、上海晶哲电子材料有限公司。

本标准主要起草人:陈建纲、韩建超、高璇、马志辉、张向东、杨文杰、唐宗平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- DB31/ 792—2014。

硅单晶及其硅片单位产品能源消耗限额

1 范围

本标准规定了硅单晶及硅单晶片单位产品能源消耗限额的技术要求、统计范围、计算方法及节能降耗导向。

本标准适用于半导体级硅单晶和硅单晶片,包括研磨片、抛光片、外延片(以下统称“硅片”)生产企业产品能源单耗的计算、考核以及对新建项目能源单耗的控制。

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 2589 综合能耗计算通则

GB/T 12962 硅单晶

GB/T 12964 硅单晶抛光片

GB/T 12965 硅单晶切割片和研磨片

GB/T 14139 硅外延片

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可比硅片产量 comparable silicon wafer yield

企业生产的不同直径的合格硅片实际产量,按硅片表面积折算系数折算后的产量。

3.2

硅单晶 monocrystalline silicon

高纯度的多晶硅在单晶炉内用直拉法生长的单晶硅棒材,是制造硅器件的原料。

3.3

硅单晶研磨片 monocrystalline silicon lapped wafer

硅单晶切割片经研磨工艺加工硅单晶研磨片,是用于制造半导体分立器件的直接原材料,也是制造硅抛光片的中间产品。

3.4

硅单晶抛光片 monocrystalline silicon polished wafer

硅单晶研磨片经抛光加工成的表面高平坦度的硅单晶抛光片,作为硅单晶外延片的衬底,也用于制作集成电路、分立器件、功率器件等。

3.5

硅单晶外延片 monocrystalline silicon epitaxial wafer

在硅单晶抛光片上生长一层或多层硅单晶薄膜(外延层)后制成硅单晶外延片,是制作半导体器件

和集成电路的重要基础材料。

4 技术要求

4.1 总则

硅单晶、硅单晶研磨片、硅单晶抛光片、硅单晶外延片生产企业或新建项目的产品单位产品能耗限额应分别符合表 1、表 2、表 3 的要求。其生产工序流程分别如下：

- 硅单晶生产工序：从原料（多晶硅）放入石英坩埚内熔化开始到产出合格硅单晶（棒）止的生产过程，包括配料（含辅料）、拉晶、整形（切断、开方、滚磨、参考面加工等）；
- 硅单晶研磨片生产工序：从硅单晶棒切割开始到产出合格研磨片为止的生产过程，包括切片、研磨、腐蚀、包装等；
- 硅单晶抛光片生产工序：从硅单晶棒切割开始到产出合格抛光片并进入成品库为止的生产过程，包括单晶棒切片、研磨、腐蚀、抛光、包装等；
- 硅单晶外延片生产工序：从硅单晶片放入外延炉长晶开始到产出合格外延片并进入成品库为止的生产过程，包括外延生长、清洗、包装等。

4.2 现有生产企业单位产品能源消耗限定值

现有生产企业单位产品综合能源消耗限定值应符合表 1 的要求。

表 1 单位产品能源消耗限定值

分类	标准规格	产品代号	综合能耗限定值	
			tce/t	kgce/k
硅单晶	直径 150 mm	--	≤18	--
硅单晶研磨片	直径 150 mm	1		≤400
硅单晶抛光片	直径 150 mm	2	--	≤1 500
硅单晶外延片	直径 150 mm, 外延层厚度 ≤50 μm	3	—	≤2 250
注 1：硅单晶符合 GB/T 12962 的要求。 注 2：硅单晶研磨片符合 GB/T 12965 的要求。 注 3：硅单晶抛光片符合 GB/T 12964 的要求。 注 4：硅单晶外延片符合 GB/T 14139 的要求。				

4.3 新建生产企业(项目)单位产品能源消耗准入值

新建生产企业(项目)单位产品能源消耗准入值应符合表 2 的要求。

表2 单位产品能源消耗准入值

分类	标准规格	产品代号	综合能耗限定值	
			tce/t	kgce/k
硅单晶	直径 150 mm	—	≤15	—
硅单晶研磨片	直径 150 mm	1	—	≤365
硅单晶抛光片	直径 150 mm	2	—	≤1 200
硅单晶外延片	直径 150 mm, 外延层厚度 ≤50 μm	3	—	≤2 100
注 1: 硅单晶符合 GB/T 12962 的要求。 注 2: 硅单晶研磨片符合 GB/T 12965 的要求。 注 3: 硅单晶抛光片符合 GB/T 12964 的要求。 注 4: 硅单晶外延片符合 GB/T 14139 的要求。				

4.4 生产企业单位产品能源消耗先进值

企业单位产品能源消耗先进值应符合表 3 的要求。

表3 单位产品能源消耗准入值

分类	标准规格	产品代号	综合能耗限定值	
			tce/t	kgce/k
硅单晶	直径 150 mm	—	≤15	—
硅单晶研磨片	直径 150 mm	1	—	≤365
硅单晶抛光片	直径 150 mm	2	—	≤1 200
硅单晶外延片	直径 150 mm, 外延层厚度 ≤50 μm	3	—	≤2 100
注 1: 硅单晶符合 GB/T 12962 的要求。 注 2: 硅单晶研磨片符合 GB/T 12965 的要求。 注 3: 硅单晶抛光片符合 GB/T 12964 的要求。 注 4: 硅单晶外延片符合 GB/T 14139 的要求。				

5 统计范围及计算方法

5.1 统计范围

5.1.1 企业的生产系统、辅助生产系统和附属生产系统实际消耗的各种能源,应全部计入产品能源消耗,不得重计、漏计(基建项目用能除外)。统计报告期为一个自然年。

5.1.2 各类产品生产工序能耗统计范围:硅单晶生产工序、硅单晶研磨片生产工序、硅单晶抛光片生产工序、硅单晶外延片生产工序。

5.1.3 作为辅助材料使用的耗能工质不计入产品能耗,如用来生长化合物晶体的氮气、氧气、氢气、氩气、氦气等。

5.1.4 对确属无法分开计量的共用能耗,应按 GB/T 2589 的规定按产量与能耗量的比例进行分摊计算。

5.1.5 能源的计量应符合 GB 17167 的要求；常用能源品种折算标准煤系数参见附录 A。

5.2 计算方法

5.2.1 产品综合能耗

产品综合能耗等于生产该产品所消耗的各能源实物量与该能源折标准煤系数的乘积之和，按式(1)计算：

$$E_z = \sum_{i=1}^n (M_i \times P_i) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_z ——产品综合能耗，单位为千克标准煤(kgce)；

n ——企业消耗的能源种类；

M_i ——生产活动中消耗的第 i 种能源实物量，单位为千克(kg)、千瓦时(kW·h)、立方米每吨(m³/t)；

P_i ——第 i 种能源的折标准煤系数。

5.2.2 硅单晶综合能源单耗

硅单晶产品单位产量综合能耗按式(2)计算：

$$e = \frac{E}{P} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

e ——硅单晶产品单位产量综合能耗，单位为千克标准煤每吨(kgce/t)；

E ——硅单晶产品综合能耗，单位为千克标准煤每吨(kgce/t)；

P ——合格硅单晶产品产量，单位为吨(t)。

5.2.3 可比硅片产量

可比硅片产量按式(3)计算：

$$P_i^i = \sum G_i \cdot K_n \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P_i^i ——合格的 i 硅片产品总量的可比产量，单位为千片(k)；

G_i ——合格 i 硅片产量，单位为千片(k)；

K_n ——硅片表面积折算系数(见表4)， n 取 K_1, K_2, K_3, K_4 ；

i ——产品代号(1、2、3)。

表4 硅片表面积折算系数

分类	半导体硅片(含外延片)/k			
直径 mm	100(K_1)	125(K_2)	150(K_3)	200(K_4)
折算系数 K_n	0.44	0.69	1.0	1.78
注：不同直径硅片均按表面积折算，以直径 150 mm 的硅片为基数 1.0。				

5.2.4 硅片综合能源单耗

硅片产品单位产量综合能源单耗按式(4)计算：

$$e^i = \frac{E^i}{P_b^i} \dots\dots\dots (4)$$

式中：
 e^i ——生产 i 硅片产品单位产量综合能耗，单位为千克标准煤每千片(kgce/k)；
 E^i ——生产 i 硅片的综合能耗量，单位为千克标准煤(kgce)；
 P_b^i ——合格 i 硅片产品总量的可比产量，单位为千片(k)；
 i ——产品代号(1、2、3)。

6 节能降耗导向

- 6.1 企业应建立用能责任制度，把考核指标分解落实到各岗位，定期对铸锭生产的主要工序能耗情况进行考核。
- 6.2 企业应根据 GB 17167 的要求配备能源计量器具，并建立可操作的能源计量管理制度。
- 6.3 企业宜设置能耗监测系统，分类分项安装电表，实现能耗在线监测与动态分析，为用能限额控制及监管提供数据支持。
- 6.4 企业宜使用变频节能装置、节能型变压器和电机，采用绿色节能环保照明，搞好无功功率补偿。
- 6.5 企业应建立产品能耗测试数据、能耗计算和能耗考核结果的文件档案，并对文件进行受控管理。
- 6.6 鼓励配备先进的节能设备和采用先进的长晶与外延工艺，降低能耗。
- 6.7 优化改进拉晶技术装备，提升热场节能效率，增强单晶炉整体保温性。
- 6.8 推荐安装热回收系统，回收机台散发的热量；新建项目可直接采用带有热回收功能的冷水机组，最大限度地回收利用能源。

附 录 A
(资料性附录)

常用能源折标准煤参考系数

常用能源品种折标准煤参考系数见表 A.1。

表 A.1 常用能源品种现行折标准煤系数

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
天然气	35 544 kJ/m ³ (8 500 kcal/m ³)	1.299 7 kgce/m ³
电力(当量值)	3 600 kJ/(kW·h)[860 kcal/(kW·h)]	0.122 9 kgce/(kW·h)