

# 太阳能应用中多晶硅的痕量元素分析

相较于冶金级硅材料，用于太阳能工业的多晶硅具有更高的纯度，一般在99.999%或五个9纯度。剩余的是杂质：如C，O，和微量元素：如铁，铜，镍。微量污染物的数量取决于制造商，生产过程，甚至生产批次。

虽然小于0.001% 或PPM，多晶硅痕量污染物的数量和组成对光伏器件产生深远的影响。类似于半导体工业中金属污染控制可以增加元件寿命和可靠性，减少金属污染，可以改进太阳能光伏电池效率和增长太阳能器件的寿命。

拥有超过二十五年服务于半导体行业的经验和作为公认的世界领先的分析测试实验室之一，ChemTrace自己开发了专有的测试方法来分析高纯度太阳能多晶硅及相关材料的金属污染。测试样品可以是块状，碎片，薄片，小球，粉末，晶片，薄膜涂层的晶片，光伏电池，纳米颗粒等多种形式。

ChemTrace多晶硅痕量金属分析包括将多晶硅基质溶解在混合酸中，随后消化处理以除去硅基质。然后通过电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）分析所制备的溶液。通过计算结果以获得固体多晶硅样品中的痕量金属浓度。

对于多晶硅块中高纯度硅的微量元素测试，此方法检测限为每克硅中0.01至0.1纳克（ng/g-Si或ppbw）。检测限在0.2 到5 ppbw范围内的方法作为较低成本的替代方案提供。表1列出的30个元素的平均加标回收率范围从82%到106%。

ChemTrace 还根据 ASTM F1724-96 / SEMI MF1724-1104方法提供多晶硅样品表面痕量金属的测试。在该方法中，使用电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）和/或电感耦合等离子体原子发射光谱法（ICP-AES）而不是石墨炉原子吸收光谱法（GF-AAS）来确定表面提取溶液中元素的浓度。提取条件，如酸浓度，提取时间，提取温度可以根据客户要求做改变。多晶硅块中的检测限对于表面痕量元素分析同样适用。

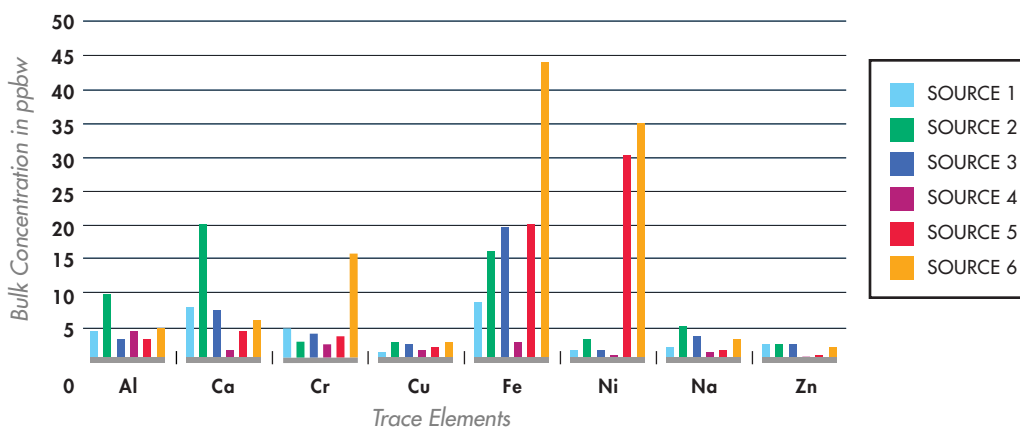


图1: 体积浓度 (ppbw)

上图显示了来自六个不同来源的多晶硅样品的Al, Ca, Cr, Cu, Fe, Ni, Na和Zn的体积浓度。如图所示，随着原材料和工艺流程的变化，微量元素在不同的来源中是不同的。因此，对于太阳能光伏电池制造商来说掌握硅材料中这些元素的含量是非常重要的。

表 1: 多晶硅微量元素分析的方法检测限 (ppbw)/(ppba)

元素		方法检测限				加标回收率
		Standard Level (ppbw)	Standard Level (ppba)	Low Level (ppbw)	Low Level (ppba)	
Aluminum	(Al)	1	1	0.05	0.05	102%
Antimony	(Sb)	1	0.2	0.05	0.01	87%
Arsenic	(As)	2	0.8	0.1	0.04	82%
Barium	(Ba)	0.2	0.04	0.01	0.002	99%
Beryllium	(Be)	1	3	0.05	0.2	91%
Cadmium	(Cd)	0.2	0.05	0.01	0.002	90%
Calcium	(Ca)	5	4	0.1	0.07	102%
Chromium	(Cr)	0.5	0.3	0.05	0.03	101%
Cobalt	(Co)	0.2	0.1	0.01	0.005	100%
Copper	(Cu)	0.5	0.2	0.05	0.02	98%
Gallium	(Ga)	0.2	0.08	0.01	0.004	98%
Germanium	(Ge)	0.5	0.2	0.05	0.02	92%
Iron	(Fe)	1	0.5	0.1	0.06	104%
Lead	(Pb)	0.5	0.07	0.05	0.007	97%
Lithium	(Li)	1	4	0.05	0.2	102%
Magnesium	(Mg)	1	1	0.05	0.06	100%
Manganese	(Mn)	0.5	0.3	0.05	0.03	101%
Molybdenum	(Mo)	0.5	0.2	0.05	0.02	97%
Nickel	(Ni)	0.5	0.3	0.05	0.03	100%
Niobium	(Nb)	0.5	0.2	0.05	0.02	92%
Potassium	(K)	5	4	0.1	0.07	102%
Sodium	(Na)	5	6	0.1	0.1	100%
Strontium	(Sr)	0.2	0.06	0.01	0.003	100%
Tantalum	(Ta)	0.5	0.08	0.05	0.008	84%
Tin	(Sn)	1	0.2	0.05	0.01	94%
Titanium	(Ti)	2	1	0.05	0.03	106%
Tungsten	(W)	0.2	0.03	0.05	0.008	94%
Vanadium	(V)	0.5	0.3	0.05	0.03	99%
Zinc	(Zn)	0.2	0.09	0.05	0.2	90%
Zirconium	(Zr)	0.2	0.06	0.01	0.003	95%