

## 电子气体质量标准

### 1. 中国标准

**表 1 氩**

项 目	指 标
氩 纯 度 , $10^{-2}$	99.9992
氢 含 量 , $10^{-6}$	1
氮 含 量 , $10^{-6}$	5
氧 含 量 , $10^{-6}$	0.5
一 氧 化 碳 和 二 氧 化 碳 含 量 , $10^{-6}$	0.5
总 烃 ( 以 甲 烷 计 ) 含 量 , $10^{-6}$	0.5
水 分 含 量 , $10^{-6}$	0.5
颗粒	由供需双方商定

**表 2 氮**

项 目	指 标
氮 纯 度 , $10^{-2}$	99.9996
一 氧 化 碳 , $10^{-6}$	1
二 氧 化 碳 含 量 , $10^{-6}$	0.5
氢 含 量 , $10^{-6}$	0.5
氧 含 量 , $10^{-6}$	0.5
总 烃 ( 以 甲 烷 计 ) 含 量 , $10^{-6}$	0.5
水 分 含 量 , $10^{-6}$	0.5
颗粒	由供需双方商定

**表 3 氧**

项 目	指 标		
	超大规模 集成电路 级	半导体及 集成电路 级	电子级 散装液态 氧
氧 纯 度 , $10^{-2}$	99.9853	99.5	99.5
氢 含 量 , $10^{-6}$	1	1	1
氫 含 量 , $10^{-6}$	100		-
氮 含 量 , $10^{-6}$	30	100	100
一 氧 化 碳 含 量 , $10^{-6}$	1		
二 氧 化 碳 含 量 氮 含 量 , $10^{-6}$	1		
一 氧 化 碳 和 二 氧 化 碳 含 量 , $10^{-6}$		5	5
总 烃 ( 以 甲 烷 计 ) 含 量 , $10^{-6}$	1	5	25
氧 化 亚 氮 含 量 , $10^{-6}$	1	2	2
氟 含 量 , $10^{-6}$	10		
水 含 量 , $10^{-6}$	2	2	2
总杂质含量 ( 包括稀有气体 ) , $10^{-6}$	147	5000	5000

注： 本标准不包括对颗粒的技术要求，该技术要求由供需双方商定。  
纯度及含量均以体积分数表示。

**表 4 氦**

项 目	指 标
氦 纯 度 , $10^{-2}$	99.9995
一 氧 化 碳 和 二 氧 化 碳 含 量 , $10^{-6}$	1.0
氧 含 量 , $10^{-6}$	2.0
氮 含 量 , $10^{-6}$	0.5
总 烃 ( 以 甲 烷 计 ) 含 量 , $10^{-6}$	0.5

水分含量 , $10^{-6}$	0.5
颗粒	由供需双方商定

**表 5 氢**

项 目	指 标
氢 纯 度 , $10^{-2}$	99.9995
氮 含 量 , $10^{-6}$	2
氧 含 量 , $10^{-6}$	0.5
一 氧 化 碳 含 量 , $10^{-6}$	0.5
二 氧 化 碳 含 量 , $10^{-6}$	0.5
总 烃 ( 以 甲 烷 计 ) 含 量 , $10^{-6}$	0.5
水 分 含 量 , $10^{-6}$	0.5
颗粒	由供需双方商定

**表 6 硅烷**

项 目	指 标
纯 度 , $10^{-2}$	99
杂 质 含 量 (mol/mol) , $10^{-6}$	5
一 氧 化 碳 和 二 氧 化 碳 ( CO+CO <sub>2</sub> ) , $10^{-6}$	100
氯化物总量(包括氯硅烷 ,HCl 等离子化的氯化物) , $10^{-6}$	40
烃 ( C <sub>1</sub> ~C <sub>3</sub> ) , $10^{-6}$	40
氢 (H <sub>2</sub> ) , $10^{-6}$	9000
氮 (N <sub>2</sub> ) , $10^{-6}$	40
氧 (O <sub>2</sub> ) , $10^{-6}$	5

水	(H <sub>2</sub> O)	,	10 <sup>-6</sup>	3
---	--------------------	---	------------------	---

注：表中纯度及杂质含量均以摩尔分数表示 mol/mol。  
多晶硅或二氧化硅用途不规定氮含量。

**表 7 磷化氢**

项 目	指 标	
	电子级	发光二极管级
纯 度 (v/v)	99.9819	99.9828
砷 化 氢 含 量 (v/v)	10	2
二 氧 化 碳 含 量 (v/v)	10	10
氢 含 量 (v/v)	100	100
氮 含 量 (v/v)	50	50
氧 含 量 (v/v)	5	4
总 烃 含 量 (v/v)	4	4
水 分 含 量	2	2

注：中华人民共和国国家标准 电子工业用气体 磷化氢 GB/T 14851-1993。

磷化氢的保质期为一年。

本标准不包括颗粒和重金属的技术要求。

**表 8 六氟化硫**

项 目	指 标
六 氟 化 硫 纯 度	99.99
空 气 含 量	50.0
四 氟 化 碳 含 量	15.0
水 含 量	8.0
酸 度 ( 以 HF 计 ) 含 量	1.0

可水解氟化物（以 HF 计）含量， $10^{-6}$	1.0
其它杂质（CO <sub>2</sub> 、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 、C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> 、SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 、S <sub>2</sub> OF <sub>10</sub> ）含量， $10^{-6}$	15.0
杂质总和， $10^{-6}$	100
颗粒	由供需双方商定

**表 9 氯化氢**

项 目	指 标
氯化氢纯度， $10^{-2}$	99.9944
二氧化碳含量， $10^{-6}$	10
氮含量， $10^{-6}$	16
氧 + 氟含量， $10^{-6}$	5
烃类含量， $10^{-6}$	5
水含量， $10^{-6}$	10
氢含量， $10^{-6}$	10

注：本指标系瓶装产品的气体质量指标，保证期 6 个月。  
表中纯度和含量系体积分数。

**表 10 高纯氨**

项 目	指 标
高纯氨纯度， $10^{-2}$	99.999
氧含量， $10^{-6}$	2
氮含量， $10^{-6}$	5
一氧化碳含量， $10^{-6}$	1
烃类（C <sub>1</sub> ~C <sub>3</sub> ）含量， $10^{-6}$	1
水含量， $10^{-6}$	5

总杂质含量, $10^{-6}$	10
------------------	----

**表 11 高纯氯**

项 目	指 标
高 纯 氯 纯 度, $10^{-2}$	99.996
氧 含 量, $10^{-6}$	4
氮 含 量, $10^{-6}$	20
一 氧 化 碳 含 量, $10^{-6}$	1
二 氧 化 碳 含 量, $10^{-6}$	10
烃 类 ( $C_1\sim C_2$ ) 含 量, $10^{-6}$	1
水 含 量, $10^{-6}$	3

注：  $C_1\sim C_2$ 系指  $CH_4$ 、 $C_2H_2$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_6$ 。  
高纯氯中金属和颗粒的要求及检验由供方与用户商定。

## 2. SEMI 标准

硅烷、钢瓶装磷烷、钢瓶装砷烷、乙硼烷标准和三氯化硼 SEMI 标准见表 II.6.1-33、表 II.6.1-34、表 II.6.1-35、表 II.6.1-36 和表 II.6.1-37。

表 II.6.1-33 硅烷 SEMI 标准技术指标<sup>[21]</sup>

标 准 名 称	C3.54-0697	C3.10-95
纯 度, $10^{-2}$	99.994	99.994
杂 质 总 含 量, $10^{-6}$	56.4033	56.4033
砷 烷 ( $AsH_3$ ), $10^{-6}$	0.001	0.001
一 氧 化 碳 (CO), $10^{-6}$	0.1	0.1
二 氧 化 碳 ( $CO_2$ ), $10^{-6}$	0.1	0.1
氯硅烷 (包括 HCl 等可离子化的氯化物, 表示为 Cl), $10^{-6}$	1	1
$C_2\sim C_4$ 烃 总 量, $10^{-6}$	0.1	0.1

氢	(H <sub>2</sub> )	,	10 <sup>-6</sup>	50	50
甲烷	(CH <sub>4</sub> )	,	10 <sup>-6</sup>	0.1	0.1

续上表

标准名称				C3.54-0697	C3.10-95
氮	(N <sub>2</sub> )	,	10 <sup>-6</sup>	1	1
氧 + 氩	(O <sub>2</sub> +Ar)	,	10 <sup>-6</sup>	—	1
磷烷	(PH <sub>3</sub> )	,	10 <sup>-6</sup>	0.0001	0.0001
乙硅醚	(H <sub>3</sub> SiOSiH <sub>3</sub> )	,	10 <sup>-6</sup>	1	1
甲基硅烷	(SiH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub> )	,	10 <sup>-6</sup>	1	1
乙硅烷	(Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	,	10 <sup>-6</sup>	1	1
铝	(Al)	,	10 <sup>-6</sup>	0.0002 (0.2ppba)	0.0002 (0.2ppba)
锑	(Sb)	,	10 <sup>-6</sup>	0.0002 (0.2ppba)	0.0002 (0.2ppba)
砷	(As)	,	10 <sup>-6</sup>	0.0002 (0.2ppba)	0.0002 (0.2ppba)
硼	(B)	,	10 <sup>-6</sup>	0.0002 (0.2ppba)	0.0002 (0.2ppba)
镓	(Ga)	,	10 <sup>-6</sup>	0.0002 (0.2ppba)	0.0002 (0.2ppba)
磷	(P)	,	10 <sup>-6</sup>	0.0002 (0.2ppba)	0.0002 (0.2ppba)
其它金属	(Ca+Cr+Cu+Fe+K+Li+Mg+Mn+Mo+Na+Pb+Zn),		10 <sup>-6</sup>	0.001	0.001
水	(H <sub>2</sub> O)	(v/v),	10 <sup>-6</sup>	1	1
颗粒				供需双方商定	供需双方商定
电阻率	(N型)	,	(.cm)	2000	2000 (供需双方商定)

注： 未考虑有效数字的分析，有效数字的位数取决分析的准确度和所给方法的精密密度。

ppba 定义为每 10<sup>9</sup> 个硅原子数中杂质的原子数。

表 II.6.1-34 钢瓶装磷烷 SEMI 标准指标(C3.6-95 暂定)<sup>[21]</sup>

纯 度	, 10 <sup>-2</sup>	99.98	
杂 质 总 含 量	, 10 <sup>-6</sup>	181	
分项杂质含量, 10 <sup>-6</sup>	指 标	分项杂质含量, 10 <sup>-6</sup>	指 标
砷 烷 ( AsH <sub>3</sub> )	, 10 <sup>-6</sup> 10	氧 + 氩 (O <sub>2</sub> +Ar)	, 10 <sup>-6</sup> 5
二 氧 化 碳 ( CO <sub>2</sub> )	, 10 <sup>-6</sup> 10	C <sub>1</sub> ~C <sub>2</sub> ( 以 CH <sub>4</sub> 计 )	, 10 <sup>-6</sup> 4
一 氧 化 碳 (CO)	, 10 <sup>-6</sup> 1	水 (H <sub>2</sub> O) (v/v)	, 10 <sup>-6</sup> 1
氢 (H <sub>2</sub> )	, 10 <sup>-6</sup> 100	重金属	供需双方商定
氮 (N <sub>2</sub> )	, 10 <sup>-6</sup> 50	颗粒	供需双方商定

注：未考虑有效数字的分析，有效数字的位数取决分析的准确度和所给方法的精密度。

表 II.6.1-35 钢瓶装砷烷 SEMI 标准指标(C3.2-92 暂定)<sup>[21]</sup>

纯 度	, 10 <sup>-2</sup>	99.94	
杂 质 总 含 量	, 10 <sup>-6</sup>	533	
分项杂质含, 10 <sup>-6</sup>	指 标	分项杂质含量, 10 <sup>-6</sup>	指 标
一 氧 化 碳 + 二 氧 化 碳	, 10 <sup>-6</sup> 2	氧 + 氩 (O <sub>2</sub> +Ar)	, 10 <sup>-6</sup> 5
烃 ( 甲烷、乙烷、乙烯、乙炔 )	, 10 <sup>-6</sup> 1	磷 烷 ( PH <sub>3</sub> )	, 10 <sup>-6</sup> 10
氢 (H <sub>2</sub> )	, 10 <sup>-6</sup> 500	水 (H <sub>2</sub> O) (v/v)	, 10 <sup>-6</sup> 4
硫 化 氢 (H <sub>2</sub> S)	, 10 <sup>-6</sup> 1	重金属	供需双方商定
氮 (N <sub>2</sub> )	, 10 <sup>-6</sup> 10	颗粒	供需双方商定

注：未考虑有效数字的分析，有效数字的位数取决分析的准确度和所给方法的精密度。

表 II.6.1-36 乙硼烷 SEMI 标准指标(C3.44-91) ( 暂定)<sup>[21]</sup>

纯 度 (mol/mol)	, 10 <sup>-2</sup>	99.8	
杂 质 总 含 量 (mol/mol)	, 10 <sup>-6</sup>	1012	
分项杂质含量(mol/mol), 10 <sup>-6</sup>	指 标	分项杂质含量(mol/mol), 10 <sup>-6</sup>	指 标



二氧化碳 ( CO <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	500	水 (H <sub>2</sub> O) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	1
烃 ( C <sub>1</sub> ~C <sub>4</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	10	三氟化硼 ( BF <sub>3</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	50
氢 (H <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	50	丁硼烷 (B <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	300
氮 (N <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	50	五硼氢化物 (B <sub>5</sub> H <sub>9</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	30
氧 (O <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	1	五硼氢化物 (B <sub>5</sub> H <sub>11</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	20

注：未考虑有效数字的分析，有效数字的位数取决分析的准确度和所给方法的精密度。

表 II.6.1-37 三氯化硼 SEMI 标准 (C3.51-95) (暂定)<sup>[22]</sup>

纯度 (mol/mol) , 10 <sup>-2</sup>	99.98		
杂质总含量 (mol/mol) , 10 <sup>-6</sup>	120		
分项杂质含量(mol/mol) , 10 <sup>-6</sup>	指标	分项杂质含量(mol/mol) , 10 <sup>-6</sup>	指标
氮 (N <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	5	光气 ( COCl <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	1
二氧化碳 ( CO <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	2	四氯化硅 ( SiH <sub>4</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	2
氯气 (Cl <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	10	铁 ( Fe ) (以重量计) , 10 <sup>-6</sup>	0.5
氢 (H <sub>2</sub> ) , 10 <sup>-6</sup>	100	镍 ( Ni ) (以重量计) , 10 <sup>-6</sup>	0.5

注：未考虑有效数字的分析，有效数字的位数取决分析的准确度和所给方法的精密度。

### 3. 国外公司标准

表 II.6.1-38、表 II.6.1-39 和表 II.6.1-40 列出 Scott 公司、Metheson 公司和 MG 公司部分电子气体的技术指标。

表 II.6.1-38 国外公司砷烷气体的技术指标<sup>[21]</sup>

项 目	指 标	
	Scott 公司	Metheson 公司
纯度 ( v/v ) , 10 <sup>-2</sup>	99.947	99.9995
氮 (N <sub>2</sub> ) ( v/v ) , 10 <sup>-6</sup>	10	2

氧 (O <sub>2</sub> ) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	5	1
总烃 (以甲烷计) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	1	0.5
一氧化碳 (CO) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	2 (总和)	0.1
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> ) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>		0.5
氢 (H <sub>2</sub> ) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	500	—
水 (H <sub>2</sub> O)(v/v) , 10 <sup>-6</sup>	4	2
磷烷 (PH <sub>3</sub> ) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	10	—

注： Scott Specialty Gases (Electronics Group).1991。  
Metheson Gases & Equipment.1993。

表 II.6.1-39 MG 公司 3.5N 的乙硼烷的技术指标<sup>[21]</sup>

项 目	指 标
纯 度 (v/v) , 10 <sup>-2</sup>	99.95
氮 (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	20
氧 和 氩 (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	5
总烃 (以甲烷计) (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	2

续上表

项 目	指 标
一 氧 化 碳 和 二 氧 化 碳 (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	10
氢 (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	50
高 级 硼 烷 (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	350
铁 (质 量 比) , 10 <sup>-6</sup>	1

表 II.6.1-40 锆烷气体的技术指标<sup>[21]</sup>

项 目	指 标	
	Scott 公司	Metheson 公 司
纯 度 (v/v) , 10 <sup>-2</sup>	99.999	99.99
氮 (v/v) , 10 <sup>-6</sup>	2	2

氧 ( v/v ) ,	$10^{-6}$	0.5	0.5
总烃 ( 以甲烷计 ) ( v/v ) ,	$10^{-6}$	1	1
一氧化碳 ( v/v ) ,	$10^{-6}$	1	1
二氧化碳 ( v/v ) ,	$10^{-6}$	2	2
氢 (v/v) ,	$10^{-6}$	50	50
水 (v/v) ,	$10^{-6}$	1	1
Ge <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (v/v) ,	$10^{-6}$	1	—

注： Scott Specialty Gases (Electronics Group).1991。  
Metheson Gases & Equipment.1993。

#### 4. 电子气体质量对电子器件的影响

##### (1) 纯度

电子气体的纯度对于半导体器件的质量与成品率影响很大。电子器件的生产和研究要求气体纯度很高,杂质含量一般要求控制在  $10^{-6}$  至  $10^{-9}$  数量级,对其中有害杂质有严格的规定。表 II.6.1-41、表 II.6.1-42、表 II.6.1-43 和表 II.6.1-44 分别列出日本、美国和西德林德公司半导体工业用气体的纯度<sup>[24]</sup>。

表 II.6.1-41 日本半导体工业用气体纯度

气 体	纯 度 ( % )	总杂质 ( $10^{-6}$ )	O <sub>2</sub> 含量 ( $10^{-6}$ )	N <sub>2</sub> 含量 ( $10^{-6}$ )	露点 ( )
氢 ( H <sub>2</sub> )	99.9999	<1	<1	<1	<-70
氮 ( N <sub>2</sub> )	99.9995	<5	<1	—	<-70
氧 ( O <sub>2</sub> )	99.999	<10	—	—	<-70
氩 ( Ar )	99.9995	<5	<1	<1	<-70
干燥空气	—	—	—	—	<-70

表 II .6.1-42 美国电子级纯度气体规格

气体	纯度 ( % )	杂 质 ( $\times 10^{-6}$ )							
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	THC	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Ar	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
氢 ( H <sub>2</sub> )	99.9998	0.2	1	0.1	0.1	1	—	—	—
氮 ( N <sub>2</sub> )	99.999	1	—	0.2	0.2	1	—	—	—
氧 ( O <sub>2</sub> )	99.998	—	20	1	1	3	5	—	—
氩 ( Ar )	99.999	1	—	0.2	0.2	1	—	—	—
氦 ( He )	99.9995	1	1	0.2	0.2	1	—	—	—
硅烷( SiH <sub>4</sub> )	99.999	0.5	5	0.2	—	1	—	5	—
磷烷( PH <sub>3</sub> )	99.999	1	3	3	—	2	—	—	—

续上表

气体	纯度 (%)	杂质 ( $\times 10^{-6}$ )							
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	THC	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Ar	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
砷烷 (AsH <sub>3</sub> )	99.999	1	5	0.5	2	2	—	—	—
硒化氢 (H <sub>2</sub> Se)	99.999	1	1	0.5	1	1	—	—	0.5
氨 (NH <sub>3</sub> )	99.9995	1	—	1	—	—	—	—	—

表 II .6.1-43 美国氧气公司高纯度气体规格

气体	纯度 (%)	杂质含量 ( $\times 10^{-6}$ )									
		Ar	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	其它
氩 (Ar)	99.9995	—	<0.5	<1	<2	<0.5	<3.0	<0.1	<1	<0.5	<0.5
氢 (H <sub>2</sub> )	99.9995	5.0	<0.5	<1	—	<0.5	<5.0	<0.1	<1	<1.0	<1
氮 (N <sub>2</sub> )	99.9995	5.0	<0.5	<1	<2	<0.5	—	<0.1	<1	<0.5	<0.5
氧 (O <sub>2</sub> )	99.9995	5.0	<0.5	<1	—	<0.5	<15.0	<0.1	—	<0.5	<1

表 II .6.1-44 西德林德公司特种气体规格

气体	纯度 (%)	杂质含量 ( $\times 10^{-6}$ )							
		Ar	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	H <sub>2</sub> O	其它
氩 (Ar)	99.9995	—	—	2	1	—	—	1	—
氧 (O <sub>2</sub> )	99.9995	10	—	5	—	0.2	0.2	5	—
氮 (N <sub>2</sub> )	99.9995	5	0.1	—	0.5	—	0.1	2	—
氢 (H <sub>2</sub> )	99.9995	—	—	2	1	—	—	1	1

由上述四表可以看出不同的国家,对气体纯度的要求也不一样。主要与产品的集成度、品种和工序有一定的关系。总之集成度越高、几何尺寸越小,PN结越浅,则要求电子气体的纯度也越高。

## (2) 有害杂质对器件质量的影响

气体中微量的氧、水分、碳氢化合物和尘埃等杂质皆属于有害杂质,在半导体器件生产过程中都将直接与硅片接触,因此对器件的影响极大。常用高纯气体(如氩、氮、氢、氨等)中有害杂质给半导体生产带来的危害是很大的,诸如使半导体器件质量变劣、成品率下降、产生各种各样的缺陷等。

气体中微量氧和水分有害杂质,使半导体产品表面生成氧化膜,它是影响器件寿命的重要因数。气体中含碳化合物(如一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物等)的碳,是造成半导体漏电的原因之一。气体中尘埃粒子和金属微粒子,使半导体产生漏电、耐压不良、表面克密度不变、晶格缺陷和断线的主要原因<sup>[25]</sup>。

在砷化镓液相外延制取激光器件过程中,气体中有害杂质(如氧和水)是造成器件性能退化、影响寿命的重要因数。当氢中微量氧含量降低至  $3 \times 10^{-8}$ ,露点小于-90 时,器件寿命可达  $10^4$  小时;当水含量大于  $10 \times 10^{-6}$  时,就容易产生多晶的外延层,因为在高温下微量的氧和水分均产生不完全的点滴的二氧化硅(SiO<sub>2</sub>),在外延的过程中就将起到杂质聚集中心的作用,在外延层内就形成“暗

礁”，从而造成晶格的不完整而形成多晶或缺陷。当氧含量大于  $75 \times 10^{-6}$  时，则易产生多坑外延层；当氢中氮含量大于  $1000 \times 10^{-6}$  时，就要产生针状结构；当氢中含有微量的一氧化碳和二氧化碳等烃类时，就将产生星形缺陷。从上所述，不难看出，氢中所含的有害杂质在外延的过程中将产生各种各样的缺陷，这些缺陷的形成机理，不仅与所含杂质的种类及数量有关，而且还与硅片的晶片的晶向和表面状态有关<sup>[26]</sup>。

硅外延沉积是高质量 IC 生产中一个十分重要的步骤。沉积层的杂质水平、厚度和微结构完整性取决于沉积过程所使用气体的质量。表 II.6.1-45 示出 750 低温选择性外延沉积中氢气杂质浓度对硅沉积膜性能的影响。

表 II .6.1-45 杂质对硅低温选择性外延沉积的影响

氢气纯度	6N+净化	6N	5N
H <sub>2</sub> O	$50 \times 10^{-9}$	$50 \times 10^{-9}$	$>12 \times 10^{-6}$
O <sub>2</sub>	$<2 \times 10^{-9}$	$20 \times 10^{-9}$	—
沉积速度	25nm/分	13nm/分	$<4$ nm/分
沉积结构	单晶	多晶	不能生成
选择性	好	好	—

注： 6N=99.9999%  
 氢气用苯基锂净化器。  
 5N=99.999%

从上表看出，氢中水含量大于  $12 \times 10^{-6}$  时，沉积不能进行。氧含量为  $20 \times 10^{-9}$  时，只能生成多晶层；当氧含量小于  $2 \times 10^{-9}$  时，才能生成质量良好的单晶层<sup>[24]</sup>。

### (3) 气体中水分、微粒与集成度的关系

电子气体已日益成为发展微电子技术重要的、不可少的新型基础材料之一。电子器件的生产和研究要求气体纯度高，同时对有害杂质（如水分、微粒）有严格规定。表 II .6.1-46、表 II .6.1-47 分别示出了露点与集成关系和微粒直径与集成度的关系<sup>[25]</sup>。

表 II .6.1-46 露点与集成度的关系

集成度	4~16K	32K	64K	256K	1M	4M	16M
露点	-60	-65	-42	-76	-76	-90	$<-90$

表 II .6.1-47 微粒直径与集成度的关系

集成度	4K	16K	64K	256K	1M	4M
微粒直径 ( $\mu$ )	0.6 ~ 1	0.4 ~ 0.6	0.3 ~ 0.4	0.15 ~ 1.03	0.1 ~ 0.15	0.06 ~ 0.15