



## AN 412CN

## 高精度 XPS 对 SiON 膜厚度和 N 剂量的测量

AN 412CN May 7, 2007 (Version 3.1)

## 综述

在 SiON 膜厚度和 N 剂量的测定中，我们将高精度 XPS 测试法与其它技术进行了大量的对比分析，得到了相当好的一致性。虽然至今还没有那一种技术可以提供绝对正确的结果，但是对比分析的结果证明，在对 SiON 栅介质膜的测量中，高精度 XPS 法不仅可以同时提供膜厚和 N 剂量的结果，而且与其它技术的结果是完全可比的。

## 说明

在 0.13 $\mu\text{m}$ ，0.09 $\mu\text{m}$  和 0.065 $\mu\text{m}$  技术中，作为栅极介质膜的 SiON 其厚度和 N 剂量必须受到严格的控制。这两个参数不仅是相关的，而且任何一个的变化都会影响到器件的特性。高精度 XPS 测试法就是为了满足这一需求而研发的。

然而，分析的精度有时带有相当的不确定性，特别是在没有 NIST 标准的情况下。采用交叉比较分析而建立的分析方法则具有较高的可信度。表一列出了高精度 XPS 和椭偏，TEM，NRA（核反应分析）和 SIMS 的分析结果。

由于椭偏技术不适于对 SiON 膜厚的测量，我们采用了 SiO<sub>2</sub> 膜。表一的上半部分分别给出了两种技术对膜厚的测量结果。膜的厚度是从 5-24 $\text{\AA}$ 。结果显示了良好的一致性。

与 TEM 的比较采用了 SiON 薄膜。TEM 的剖面像示于图一到四。XPS 与 TEM 对膜厚的测量结果列于表一的下半部分。膜的厚度从 17 到 56  $\text{\AA}$ 。从表中可以看出两种技术的结果相当一致。值得注意的是 TEM 测定膜的厚度取决于表面和界面的确定（见图二和四）。对于一个 15 $\text{\AA}$  厚的 SiON，确定这两个界面的误差可以大到 10-30%。相反，高精度 XPS 的测量误差 RSD <1%。

Table 1. Thickness Comparison: High Precision XPS, Ellipsometry and TE

	SiO <sub>2</sub> High Precision XPS and Ellipsometry	
SiO <sub>2</sub>	XPS (wafer center)	Ellipsometry (nominal wafer avg.)
Wafer A	5.55 $\text{\AA}$	6.0 $\text{\AA}$
Wafer B	15.66 $\text{\AA}$	16.1 $\text{\AA}$
Wafer C	24.30 $\text{\AA}$	24.5 $\text{\AA}$
	SiON High Precision XPS and TEM	
SiON	XPS	TEM
Wafer D	17.40 $\text{\AA}$	18 $\text{\AA}$
Wafer E	24.74 $\text{\AA}$	27 $\text{\AA}$
Wafer F @ 0.10mm	46.83 $\text{\AA}$	43 $\text{\AA}$
Wafer F @0.90mm	56.35 $\text{\AA}$	54 $\text{\AA}$

在 N 剂量的测定中我们选用了四个样品，其剂量从  $6E14 \text{ atoms/cm}^2$  到  $2.5E+15 \text{ atoms/cm}^2$ 。XPS 和 NRA 测量结果示于表二。两者的差别在~10%。

与 SIMS 的比较选用了—个 N 低剂量注入的  $\text{SiO}_2$  样品，结果也是相当一致的。

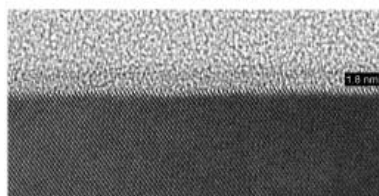
**Table 2. N Dose Comparison: SiON High Precision XPS and NRA**

	Thickness (Å)	XPS (atoms/cm <sup>2</sup> )	NRA (atoms/cm <sup>2</sup> )	NRA Precision
Wafer D	17.33	6.37E+14	6.90E+14	(+/-0.69E+14)
Wafer G	26.39	2.99E+15	2.42E+15	(+/-0.24E+15)
Wafer E	24.74	5.86E+15	4.77E+15	(+/-0.48E+15)
Wafer H	18.73	2.53E+15	2.04E+15	(+/-0.20E+15)

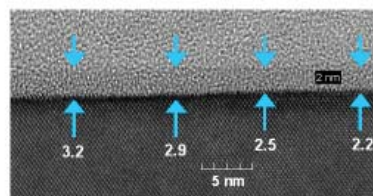
**Table 3. N Dose Comparison: SiON**

	Thickness (Å)	XPS (atoms/cm <sup>2</sup> )	NRA (atoms/cm <sup>2</sup> )
Wafer I	43.38	3.57E+14	3.70E+14

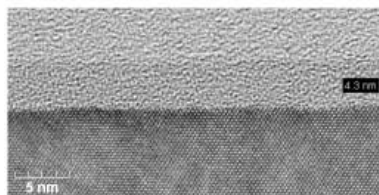
**TEM Cross Section**



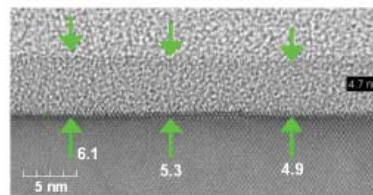
**Figure 1. Wafer D**



**Figure 2. Wafer E**



**Figure 3. Wafer F @ 0,10mm**



**Figure 4. Wafer F @ 0,90mm**

**United States Locations**

Tempe, Arizona  
 +1 480 239 0602 info.az@eaglabs.com  
 +1 602 470 2655 fax

Sunnyvale, California  
 810 Kifer Road  
 +1 408 530 3500 info.ca@eaglabs.com  
 +1 408 530 3501 fax

1135 E Arques Avenue  
 +1 408 738 3033  
 +1 408 738 3035 fax

785 Lucerne Drive  
 +1 408 737 3892  
 +1 408 737 3916 fax

Peabody, Massachusetts  
 +1 978 278 9500 info.ma@eaglabs.com  
 +1 978 278 9501 fax

Chanhassen, Minnesota  
 +1 952 828 6411 info.mn@eaglabs.com  
 +1 952 828 6449 fax

East Windsor, New Jersey  
 +1 609 371 4800 info.nj@eaglabs.com  
 +1 609 371 5666 fax

Syracuse, New York  
 +1 315 431 9900 info.ny@eaglabs.com  
 +1 315 431 9800 fax

Raleigh, North Carolina  
 +1 919 829 7041 info.nc@eaglabs.com  
 +1 919 829 5518 fax

Round Rock, Texas  
 +1 512 671 9500 info.tx@eaglabs.com  
 +1 512 671 9501 fax

**International Locations**

Shanghai, China  
 + 86 21 6879 6088 info.cn@eaglabs.com  
 + 86 21 6879 9086 fax

Tournefeuille, France  
 + 33 5 61 73 15 29 info.fr@eaglabs.com  
 + 33 5 61 73 15 67 fax

Frankfurt, Germany  
 + 49 (0) 693053213 info.de@eaglabs.com  
 + 49 (0) 69307941 fax

Tokyo, Japan  
 + 81 3 5396 0531 info.jp@eaglabs.com  
 + 81 3 5396 1930 fax

HsinChu, Taiwan  
 + 886 3 5632303 info.tw@eaglabs.com  
 + 886 3 5632306 fax

Uxbridge, United Kingdom  
 + 44 (0) 1895 811194 info.uk@eaglabs.com  
 + 44 (0) 1895 810350 fax