

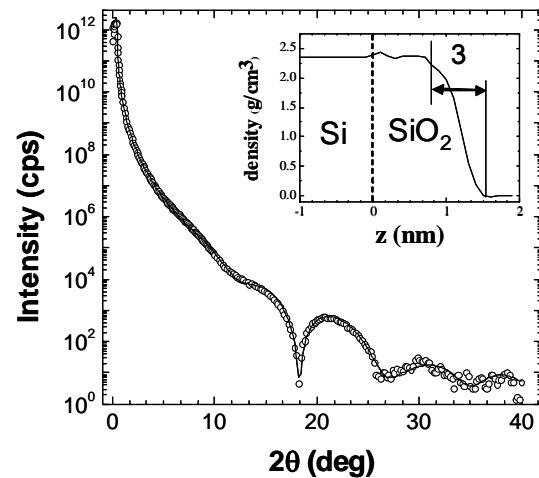
新回折装置による 1nm CMOS ゲート酸化膜の 12 桁反射率測定

株式会社 富士通研究所

土井 修一 doi.shuuichi@jp.fujitsu.com

X 線反射率法は、極薄膜の膜厚、膜密度、界面の凹凸を非破壊に定量評価できる分析技術であり、膜の均一性が要求される CMOS トランジスタの極薄ゲート絶縁膜や、磁気ディスクに用いられる磁性多層膜の分析に不可欠である。一方、反射率で測定できる最小膜厚 d_{\min} は、最大測定角 θ_{\max} と、 $d_{\min} = \lambda / 2\theta_{\max}$ の関係があるため、厚さ 1nm の極薄膜の測定には X 線反射率の幅広い強度領域(ダイナミックレンジ) による広角までの測定が必要である。

今回の設備更新において、高輝度アンジュレータ光を利用する BL16XU では、新しく HUBER 製の 8 軸 X 線回折計を導入した。新回折計は、300mm ウエハのマウントが可能であり、実際に使われているウエハをそのまま測定できる。また、新しく神津精機製の SC コントローラを導入し、制御ソフトを新しく開発したことにより、各軸の連続スキャン測定が可能になり、測定時間も従来の 1/2 に短縮できた。受光スリットの調整、ビームパスの設置により、今回初めて 300mmSi ウエハ上に形成された 1nm ゲート酸化膜について、12 桁 X 線反射率の測定に成功した。右図は、反射率測定の結果及び解析による密度プロファイルである。測定および解析結果の詳細については、当日報告する。



第5回産業利用報告会 (日本科学未来館) 2008.09.18 ~ 09.19



新回折装置による 1nm CMOS ゲート酸化膜の 12 桁反射率測定

(株)富士通研究所
土井修一、野村健二、淡路直樹

FUJITSU

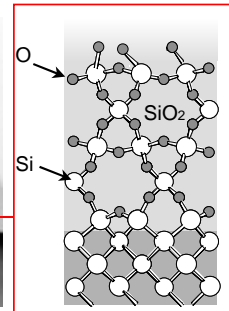
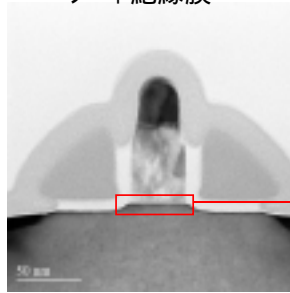
THE POSSIBILITIES ARE INFINITE

【ゲート絶縁膜】

ゲート絶縁膜

ゲート絶縁膜薄膜化による、CMOSトランジスタの高速化

窒素添加、High-k材料導入による、ゲートリーク電流の低減



電子顕微鏡(TEM)写真

ゲート絶縁膜及び界面の構造を高精度に評価する必要がある



THE POSSIBILITIES ARE INFINITE

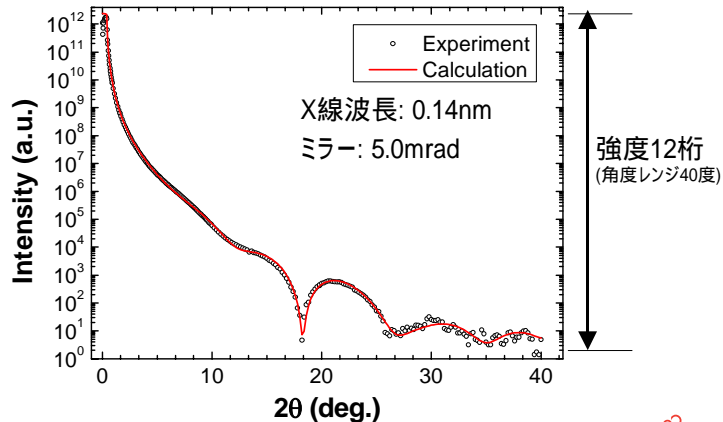
【新8軸X線回折計】

300mm(12インチ)ウエハ 真空パス スリット 散乱防止カバー



THE POSSIBILITIES ARE INFINITE

【X線反射率測定】



初めて300mmウエハの12桁X線反射率測定に成功



THE POSSIBILITIES ARE INFINITE

【解析】

解析モデル

干渉振動周期: 2
膜厚: $d = 2 / qz$
= / 2



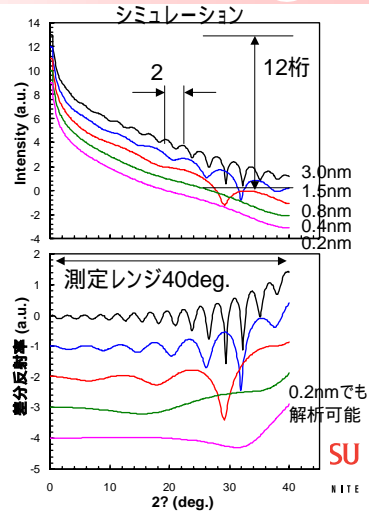
膜厚分解能(最小膜厚)

$$d_{\min} = / 2 \quad \max$$

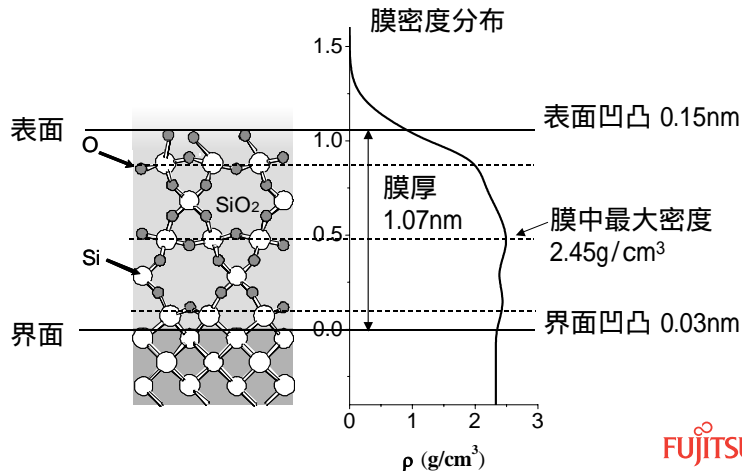
今回のケース

=0.14nm, 2 max=0.7rad (~40deg.)より
 $d_{\min}=0.2\text{nm}$

ゲート膜を0.2nmに分割(トータル5層)
して解析



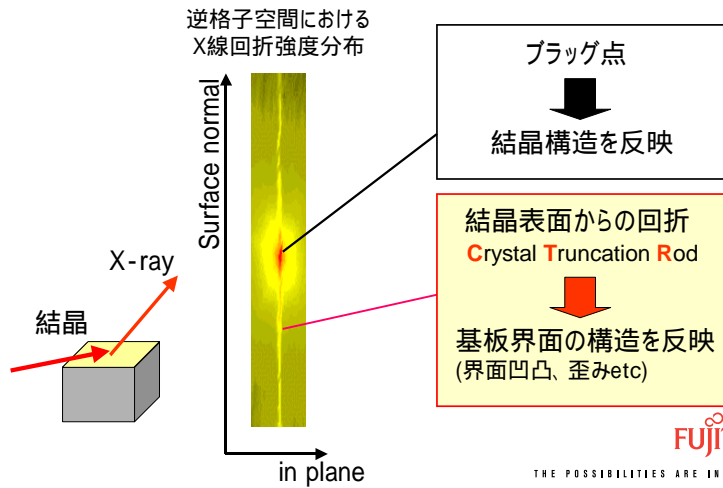
【X線反射率の解析結果】



【まとめ】

1. 新回折計を用いることにより、初めて300mmウエハの12桁反射率測定に成功した。
2. 今後、X線反射率やX線CTR散乱を用いて、先端ゲート絶縁膜・界面の構造評価を行っていく。

【X線CTR散乱とは】



【X線CTR散乱の解析結果】

