

ミニマルファブでの利用を可能とする多種多様なハーフインチウェハの開発

Development of a wide variety of half-inch wafers that can be used in Minimal Fab

産業技術総合研究所¹, ミニマルファブ推進機構², 不二越機械工業³, VIYIA⁴
○根本一正¹, 田中宏幸¹, 酒井 孝昭³, 鍛冶倉 惇³, 楊 振⁴, クンブアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}
AIST¹, MINIMAL², Fujikoshi Machinery³, and Viyia⁴
Kazumasa Nemoto¹, Hiroyuki Tanaka¹, Takaaki Sakai³, Atsushi Kajikura³,
Zhen Yang⁴, Sommawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}
E-mail: nemoto.kazumasa@aist.go.jp

【背景】 ミニマルファブでは、人サイズの装置を用い、クリーンルーム不要の環境下で、ハーフインチウェハを用いて半導体デバイス製造を迅速に行うことができる[1]。ミニマルファブを構成する上で、ハーフインチウェハは重要な役割を担う。このハーフインチというサイズ(ミニマルファブ推進機構ファブシステム研究会の内部規格(ミニマルファブ規格)によって、直径 12.5mm、厚み 250μm と定義されている)を用いれば、大口径化が困難な素材のデバイス開発が大変容易になる。ミニマルファブの規格では、図1に示すように、大口径ウェハで用いられるオリフラの代わりに、溝によるマーキングを行っている [2]。一方、シリコン以外の素材は現在開発中である。本稿では、ミニマルファブに求められるウェハの性能や仕様、およびシリコン以外の素材の開発の現状について述べる。

【ハーフインチウェハの仕様】 主要な仕様は次の通りである。直径 12.5mm、標準厚さ 250μm、反りは 10μm 以下、表面と裏面はミラー研磨、ウェハエッジは弾丸形状でミラー研磨することになっている。幅 50 μ m の結晶方位マーク(図 1)を劈開方向の[110]から 45° 回転した[100]にマーキングして割れにくくする。エッジエクスクルージョン(デバイス製造に使わない領域)は、ウェハの外周部 0.5mm である。様々な素材でもこれらの仕様を満たさなければならない。

【結果と考察】 表1に、シリコンをリファレンスにして、その他の素材をハーフインチにしたウェハの品質状況と、デバイス開発用途を示した。SOI は、シリコンと同等の品質であり、市販もされている。ウェハ供給体制整備されたガラス・石英(水晶)の直径・厚み・平坦度の出来栄は、シリコンと同等である。但し、ウェハエッジ形状は、その他の素材も同じだが加工精度に難易度があり、シリコンよりもウェハエッジの形状と表面ラフネス等に問題がある。例えばウェハエッジ形状が鋭いと、レジスト塗布時のエッジビードやウェハチャックピンの削れによる微粒子発生などの多くの問題が発生する。図 2 は理想に近い、鏡面仕上げができたシリコンウェハのエッジ形状である。各素材のウェハでは鏡面仕上げまでには至っていない。また、市販されているシリコンや SOI の場合、メガファブ装置で専用治具に入れてクリーン洗浄しているが、各素材のウェハではクリーン洗浄工程は開発中である。但しミニマル装置では、規格になっている弾丸形状の両面 C 面取り(図2)の代わりに、厚みと直径が正確である前提の上で、ウェハエッジが最低 50 μ m 以上のアール面取り形状であれば、アール面取りは規格外であるが、メカ搬送エラーを起こすことはなく、ミニマル装置でそのウェハを利用可能である。表1に示すように、SOI、ダイヤモンド、ガラス、石英、GaAs はこの非正規仕様をクリアしており、デバイス試作に実際に利用している。発表当日は、各素材ウェハの詳細な評価と課題、デバイス開発への応用について議論する。

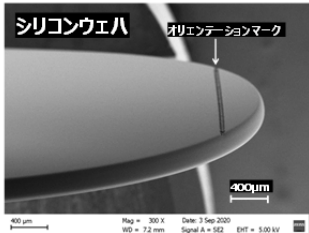


図 1.結晶方位マークの FE-SEM 写真

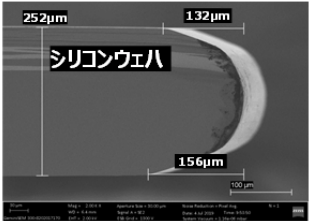


図 2.理想に近いウェハエッジ形状の FE-SEM 写真

○：販売レベルの品質

	ウェハ仕様								ウェハ供給		用途
	厚み	直径	平坦度	エッジ		結晶方位 マーク	クリーン 洗浄	キズ	体制	開発 ベンダー	
				面取り形状	仕上げ						
Si(リファレンス)	○	○	○	弾丸形状 (図2)	鏡面	図 1.参照	○	なし	有り	不二越機械工業	汎用
SOI	○	○	○	バルクSiと同等	鏡面	○	○	なし	有り	不二越機械工業	CMOS/MEMS
ダイヤモンド	規格外	○	○	R> 50μm	粗い	○	開発中	あり	未	未	SBD/SAW
ガラス	○	○	○	R> 50μm	粗い	なし	開発中	あり	有り	VIYIA	Photo Mask
石英(水晶)	○	○	○	R> 50μm	粗い	○	開発中	あり	有り	VIYIA	Photo Mask/SAW
InP	開発中	開発中	開発中	開発中	開発中	開発中	未定	未定	未	未	未
GaN	未評価	未評価	未評価	R> 50μm	粗い	未評価	○	あり	未	未	LED
GaAs	未評価	未評価	未評価	R> 50μm	鏡面	未評価	○	なし	特別対応	不二越機械工業	Laser Diode

表 1. 素材別のハーフインチウェハ化の状況

< 参考文献 >

[1]原史朗, クンブアンソマワン, 「ミニマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理, 83(5), 380 (2014).
[2]原史朗,他, 「ハーフインチウェハの評価」, クリーンテクノロジー, 2014 年 12 月号
謝辞:この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(JPNP12004)の結果得られたものです。