

集光加熱 FZ 法によるハーフインチ径シリコン結晶成長

Si Crystal Growth by a Focused-Light-Heating FZ Method

産業技術総合研究所¹, ミニマルファブ技術研究組合², キヤノンマシナリー³, リガク⁴

○池田 伸一^{1,2}, 西村 健史³, 小澤 哲也⁴, 長澤 亨³, 高須 誠一³, 原 史朗^{1,2}

AIST¹, MINIMAL², Canon Machinery³, Rigaku⁴

○Shinichi Ikeda^{1,2}, Takeshi Nishimura³, Tetsuya Ozawa⁴, Tohru Nagasawa³,

Seiichi Takasu³, Shiro Hara^{1,2}

E-mail: ikeda-shin@aist.go.jp

【はじめに】 これまでの半導体デバイス製造技術開発は、ウェハの大口径化及びプロセス技術の微細化と共に進められてきた。ウェハが大口径化するに従い、プロセス技術開発に莫大なコストが必要となり、半導体産業の進展を大きく阻害している。その問題を解決するために、口径が12.5mmのハーフインチウェハを用いる、小型化、標準化された半導体製造装置群からなる工場（ミニマルファブ）の開発を、我々は進めている。ミニマルファブでは、投資額の規模が1/1000となり、独自の局所クリーン化技術を全てのプロセス装置に標準装備することによってクリーンルームが不要となる[1]。既に、ミニマルコータ、ミニマルマスクレス露光機などのリソグラフィ装置群をはじめ、酸化・拡散、エッチャー、スパッタ、CMPなどのミニマル装置を開発し、総合的にプロセス開発を進めている。また、難易度の高いイオン注入、CVD装置の小型化にも目処をつけた。ハーフインチウェハについては、大口径ウェハを薄板化した後、くり抜き、ベベリング加工、CMP加工、精密洗浄を行い製造しているが、更なるコスト削減と製造工程の自動化が必要とされている。

我々は、ハーフインチ径の結晶引上げを出発点とすることにより、上記課題の解決に資することができると考え、集光加熱技術を用いた浮遊帯域（FZ）法によるシリコン単結晶成長を進めている。半導体産業黎明期にはFZ法によるシリコン結晶成長は行われていたが、主に高周波加熱によるものが多く、また、FZ法が大口径結晶成長に適さないこともあり、集光加熱型FZ法によるシリコン結晶成長は殆ど知られていない。今回、ハーフインチウェハ製造を想定したシリコン単結晶成長を試み、X線によるラウエ写真撮影とその解析を行ったので報告する。

【実験方法・結果】 角柱状の多結晶シリコン（10 mm×10mm×150mm）を原料、単結晶シリコンの<100>方向を成長方向と一致させ種結晶とし、集光加熱型FZ法単結晶成長装置を用いて結晶成長を行った。成長初期には単結晶化促進のためのネッキングを行った。成長速度は10 mm/分、成長雰囲気は1気圧のアルゴン(4N)、光源消費電力は3.5 kWであった。結晶性確認のためのX線は、タンダステンターゲットから、20kV, 40mAの条件で発生させ、ラウエ写真撮影露出時間は5分とした。

成長させたシリコンインゴットを、成長方向<100>からみた断面図と共に図1に示す。直径は13mmとなるように成長させた。<100>方向から見て4回対称の晶癖線が肉眼で明瞭に観測された。2本の晶癖線の間の中点位置（図1のAとB）にそれぞれX線を照射し反射ラウエパターンを撮影した結果を図2に示す。A、B共に、同様の4回対称のパターンが得られ、A点及びB点は{100}面であることが分かった。またAとBでラウエパターンに変化が無いこと、明瞭な晶癖線が結晶成長方向に沿って得られていることから、インゴット全体が単結晶となっていることが明らかとなった。ネッキングを行わない場合は、晶癖線が明瞭に確認できなかった。

【まとめ】 集光加熱式FZ法を用いてハーフインチ径シリコン単結晶を得ることができた。今後、転位の観察を経て結晶性を向上させ、無転位結晶の実現を目指す。

【参考文献】 [1] 原 他, 電子情報通信学会誌, 96 (2013) 649-655.

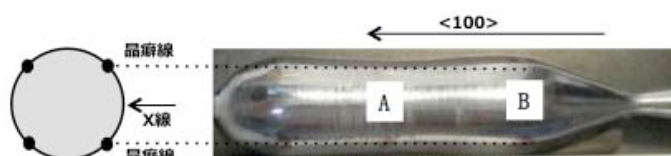


図1. 結晶成長方向<100>の断面図と成長させたシリコンインゴット

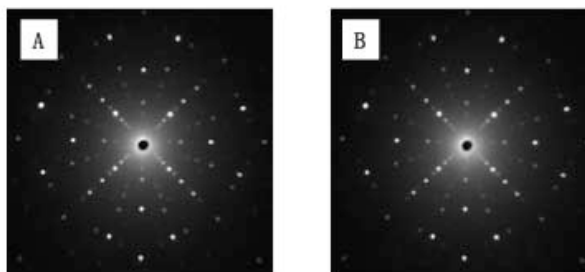


図2. インゴットのA点及びB点の反射X線ラウエパターン