

# 6aA3

## 回転振動チョクラスキー法による結晶成長

静岡大学電子工学研究所

熊川征司、田牧真人、早川泰弘

チョクラスキー法は大型単結晶を成長させるのに適しているが、結晶中に不純物の濃度濃淡縞が生じ易い。これは融液の温度分布が結晶の回転軸に対して非対称であることや自然対流による融液温度のゆらぎ等によって、結晶の成長速度が微視的に変化し、結果として不純物の実効偏析係数が変わるためである。それ故、本方法では微視的成長速度の変化を少なくし、かつ結晶成長面を円状に保つために結晶を交互に正逆回転させている。

微視的成長速度は  $V = V_0(1 + \alpha \sin \omega t)$  で与えられる。ここで、 $V_0$ 、 $\alpha$ 、 $\omega$  は各々引上げ速度、回転による規格化速度変動幅、角速度である。小さな角度  $2\theta$  での回転振動を考えると上式は  $V = V_0 [1 + \alpha \sin(\theta \sin Wt)]$  のように書ける。 $W$  は振動時の角速度である。回転角度が小さい程速度の変動も小さくなるのがわかる。

図1は引上げた結晶の外観写真で、矢印の範囲に正  $30^\circ$  逆  $27.6^\circ$  の回転を与えた。結晶形状の顕著な変化はない。図2(a),(b)は引上げ結晶の成長方向に平行な断面のエッチ処理後の写真であり、各々一方向回転(10rpm)と  $30^\circ$ 、 $27.6^\circ$  の回転振動を与えた領域である。多数の横縞はタイムマーカーとして導入した電流パルスによる不純物縞である。両者の成長速度と時間の関係は図3のようになる。一方向回転の時、成長速度は正弦波的に変化し、その範囲も  $30 \pm 10 \mu\text{m/s}$  と大きい。これに対し、回転振動の場合にはかなり広い範囲で成長速度が一定であることがわかる。回転振動の回転範囲が正、逆回転で2.4異なっていたので、 $360/2.4$ 回の振動で結晶は一回転し、所用時間は260秒であった。一回転による速度変動は  $23 \pm 7 \mu\text{m/s}$  であり、変動幅でも回転振動を与えることによって減少させ得ることがわかった。

回転角度が大きい時には、例えば正  $75^\circ$ 、逆  $5^\circ$  の時には成長速度に大きな改善は認められなかった。しかし、拡がり抵抗分布測定ではばらつきが減少した。

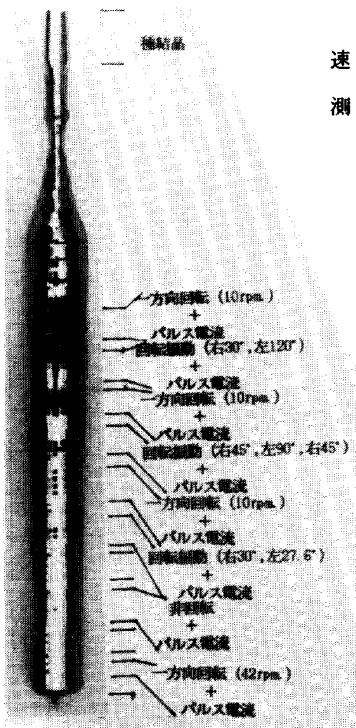


図 1

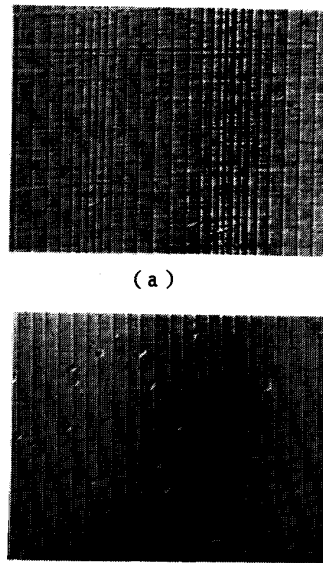


図 2

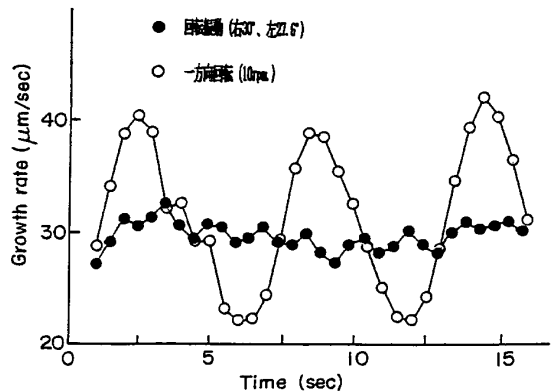


図 3