

## CZ 法による Cu 金属単結晶作製

### Crystal growth of Cu metal single crystal by CZ method

福田結晶研<sup>1</sup>, 東北大金研<sup>2</sup>, 東北大 $\mu$ SIC<sup>3</sup>

○熊谷毅<sup>1</sup>, 安藤宏孝<sup>1</sup>, 渡邊清和<sup>1</sup>, 高橋和也<sup>1</sup>, 藤井高志<sup>1</sup>, 川又透<sup>2</sup>,  
杉山和正<sup>2</sup>, 鈴木茂<sup>3</sup>, 福田承生<sup>1</sup>

Fukuda Crystal Lab. <sup>1</sup>, IMR, Tohoku Univ. <sup>2</sup>,  $\mu$  SIC, Tohoku Univ. <sup>3</sup>

○T. Kumagai<sup>1</sup>, H. Ando<sup>1</sup>, K. Watanabe<sup>1</sup>, K. Takahashi<sup>1</sup>, T. Fujii<sup>1</sup>, T. Kawamata<sup>2</sup>,  
K. Sugiyama<sup>2</sup>, S. Suzuki<sup>3</sup>, T. Fukuda<sup>1</sup>

E-mail: kumagaitusyoshi00@gmail.com

【はじめに】次世代デバイスの材料として二次元材料のグラフェン、h-BN、次世代パワー半導体として期待されているダイヤモンドがある。これらの材料は自発的に成長した大口径ウエハを得ることが困難であるため、大口径ウエハが得られる異種ウエハにこれらの材料を成長させるヘテロエピタキシャル成長が研究されている。そこで用いられるウエハは Si、SiC、MgO、BN、Ni、サファイアなどである。私たちは CZ 法で振動発電用の 6 インチ Fe-Ga 単結晶(1)、1 インチ Si ドープの Fe 単結晶などの金属単結晶を開発した経験をいかして、直径 8 インチ Ni 単結晶を作製したことを 2020 年秋季講演会で発表(2)している。Cu 単結晶については高周波誘導加熱 CZ 法により直径 10mm の小口径の報告(3)がある。私たちはエピタキシャル成長基板用として CZ 法で Cu 単結晶作製を行ったので結果と考察について発表する。

【実験】単結晶作製は、Fe-Ga や Ni 作製に使用した高周波誘導加熱型装置と抵抗加熱型装置を用いた(1)(2)。原料は純度 3N の粉末を、事前に溶融した溶融塊を用いた。坩堝にはカーボンを用いた。種結晶には、多結晶の Cu と<111>の Ni を用いた。雰囲気は Ar ガスを 1~5 L/min でフローし、引上げ速度 1~3 mm/h、回転速度 2~10 rpm で育成した。

【結果】どちらの装置を用いても、原料を融かした際に表面を不純物が覆い、種結晶を融液に付けることが困難であり、また、種結晶を付けることが出来たとしても、不純物を核として結晶成長が起こり結晶作製中に原料が固まるなどし、Ni 単結晶と同じ手順での CZ 法での Cu 単結晶作製は困難であった。

抵抗加熱型 CZ 装置内の場合、雰囲気は酸素などを脱気するために真空にし、育成中は原料が融ける前にアルゴン置換をして大気圧まで戻し、Ar ガスフロー雰囲気にすることで、溶融後の融液表面の酸化物の不純物を減らすことが出来、種結晶を融液に付けることが出来るようになった。

また、不純物を減らすことが出来ても、Cu は他の金属結晶よりも熱伝導率が高く熱放散が強い為、表面の小さな不純物を核形成した結晶から熱が逃げることで、原料が固まる現象もみられた。育成結晶からの熱放散と融液温度を制御することで表面の不純物起因で原料融液が固まることなく、サイズ  $\phi 18 \text{ mm} \times \text{直胴 } 25 \text{ mm}$  Cu 単結晶 (図 1) の引上げに成功した。

作製した Cu 単結晶のアズグロン表面のラウエ写真を、Cu 単結晶をスライドさせて数点とると同じスポットがみられて、方位ずれがないことを確認した。

Cu 単結晶の結晶成長結果を、Fe-Ga、Ni 単結晶と比較して考察した結果の詳細について報告する。



図 1  $\phi 18 \text{ mm} \times \text{直胴 } 25 \text{ mm}$  の作製した Cu 単結晶

#### 参考文献

- (1) 熊谷ら、第 67 回応用物理学会春季学術講演会、12a-A201-3 (2020)
- (2) 高橋ら、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、8p-Z14-3 (2020)
- (3) 今清水雄二、渡辺慈朗、日本結晶学会誌 Vol.19 No.4 276-281 (1992)