

MBE 成長した CuI 薄膜における金属的な低温伝導特性の観測 Observation of low-temperature metallic conduction in MBE-grown CuI thin films

東大院工¹, 理研 CEMS², 東京カレッジ³

○(M2)安波 貴広¹, 中村 優男², 小川 直毅^{1,2}, 十倉 好紀^{1,2,3}, 川崎 雅司^{1,2}

Univ. of Tokyo¹, RIKEN-CEMS², Tokyo College³

°T. Yasunami¹, M. Nakamura², N. Ogawa^{1,2}, Y. Tokura^{1,2,3}, and M. Kawasaki^{1,2}

E-mail: yasunami@kws.k.u-tokyo.ac.jp

ヨウ化銅(CuI)は、バンドギャップが 3.1 eV で正孔の有効質量が $0.3m_0$ の代表的な p 型ワイドギャップ半導体である。我々はこれまでに、 Al_2O_3 や InAs 基板上への分子線エピタキシー(MBE)法による CuI 薄膜の作製を報告してきた [1,2]。特に CuI と格子整合の良い InAs 基板上においては、原子層レベルで平坦で、ロッキング半値幅が 0.003° の高品質な単結晶薄膜が得られ、低温で非常に鋭い自由励起子発光の観測に成功している [2]。しかし、 InAs は基板自体が高い伝導性を持つため、作製した薄膜の輸送特性の評価ができなかった。また、CuI は空気中の酸素や水の影響で伝導性が大きく変化することが知られており、特に低温の輸送特性に関してはこれまで信頼性のある報告が皆無であった。そこで本研究は、絶縁体基板上への CuI 単結晶薄膜の作製法と表面パッシベーション法を確立し、低温輸送特性を明らかにすることを目的とした。

表面封止物質として、伝導性や潮解性がなく、CuI と比較的近い条件で MBE 成長が可能な絶縁体である PbF_2 を選んだ。また、CuI の熱膨張係数は $1.6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ と一般的な酸化物や半導体に比べてかなり大きく、これらの基板上では低温で薄膜中に亀裂が生じる可能性がある。そこで基板には、CuI と熱膨張係数の近い CaF_2 の(111)面と、熱膨張係数が大きく異なる Al_2O_3 の(001)面を用い、両者の比較を行った。MBE 法による成膜条件を最適化し、両基板上で結晶性の高い薄膜を作製した。CuI 成膜後に *in situ* で PbF_2 キャップをすることで、再現性の高い伝導特性が得られるようになった。Fig. 1 に PbF_2 キャップした CuI 薄膜の抵抗率及び移動度の温度依存性を示す。どちらの基板上の薄膜も縮退伝導を示す金属的な温度依存性が観測された。また、最低温においては CaF_2 基板上の方が Al_2O_3 基板上よりも 3 倍程度高い移動度が得られた。すなわち、封止物質及び熱膨張係数に注目したアプローチにより高移動度化が可能であることを示唆している。講演では、さらなる移動度向上に向けた CaF_2 基板上の CuI 薄膜の単ドメイン化についても議論する予定である。

[1] S.Inagaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **116**, 192105 (2020).

[2] S.Inagaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **118**, 012103 (2021).

謝辞：本研究は JSPS 科研費 22H04958 の助成を受けて行われた。

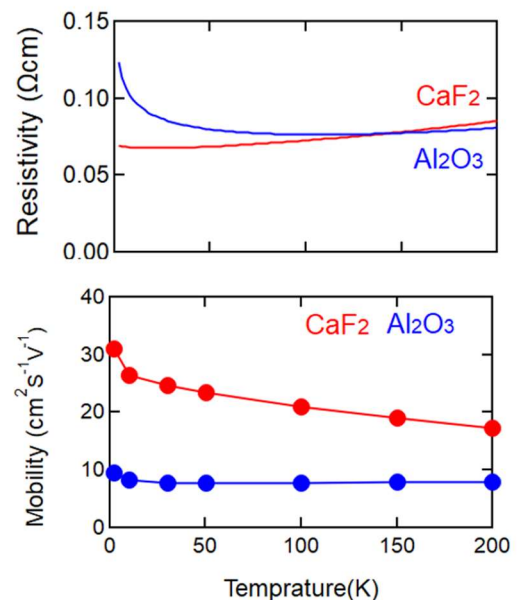


Fig. 1. Temperature dependence of the resistivity (upper) and mobility (lower) for the CuI thin films on Al_2O_3 and CaF_2 substrates.