

## 二硫化モリブデンを用いた薄膜トランジスタの作製と初期特性について

日大生産工(院) ○鈴木 直登, 荒井 大地, 日大生産工(学部) 半澤 元基

日大生産工 清水 耕作

### 1 まえがき

従来、薄膜トランジスタ(TFT: Thin Film Transistor) のチャンネル部には非晶質シリコン (a-Si:H) など Si ベースのものが用いられてきたが、ディスプレイ高精細化のために移動度が  $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を超えるポスト a-Si:H 半導体材料をチャンネルに用いた薄膜トランジスタの実用化が盛んになっている。近年は次世代高精細ディスプレイ実現のために、更なる移動度向上を目指し研究が盛んにおこなわれている。そこで注目を集めるのが、非常に高い移動度を有するグラフェンに代表される二次元層状物質である。その中でもバンドギャップを有する遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD: Transition Metal Dichalcogenide) のトランジスタへの応用が注目されている。<sup>1)2)</sup>しかし、TMD は金属電極との間に抵抗が生じてしまい、デバイス特性への影響が懸念される。<sup>3)</sup>

本研究では、TMD の中でも二硫化モリブデン ( $\text{MoS}_2$ : molybdenum disulfide) を用いた、P 型  $\text{MoS}_2$  TFT の作製と金属電極と  $\text{MoS}_2$  TFT の界面が与える影響を検討する。

### 2 実験方法および測定方法

$\text{MoS}_2$  はスパッタリング法を用いて成膜する。電極材料にはクロム(Cr) 20nm を抵抗加熱真空蒸着法を用いて蒸着させた後、電極材料を薄く蒸着し、伝達特性測定を行う。この素子に対しアニール処理を行い、素子に与える影響を評価した。

図 1 に作成した素子構造を示す。 $\text{MoS}_2$  の成膜条件は表 1 に示す。

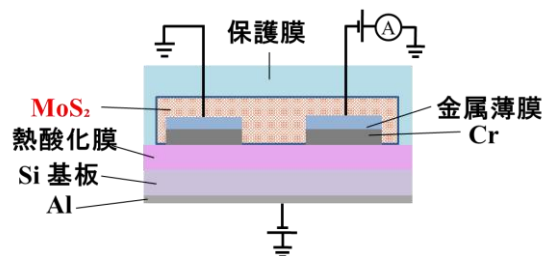


図 1 素子構造

表 1 成膜条件

Target	$\text{MoS}_2$
Ar Gas Flow Rate [sccm]	1
Power [W]	100.0
Growth Pressure [Pa]	1.5
Target-Substrate Distance [mm]	47
Substrate Temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]	28
Ar Growth Time [min]	15

### 3 実験結果および検討

アニール処理前の伝達特性を図 2 に、アニール処理後の伝達特性を図 3~6 に示す。

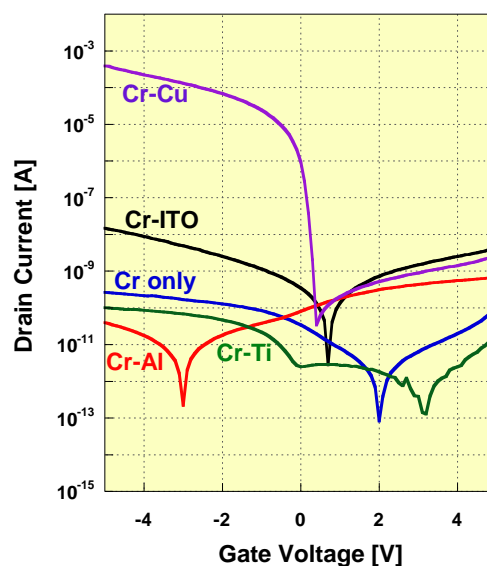


図 2 as deposition

Fabrication and initial Initial characterization of Thin Film Transistor using molybdenum disulfide

Naoto SUZUKI, Motoki ARAI, Kazuki HANZAWA, Kousaku SHIMIZU

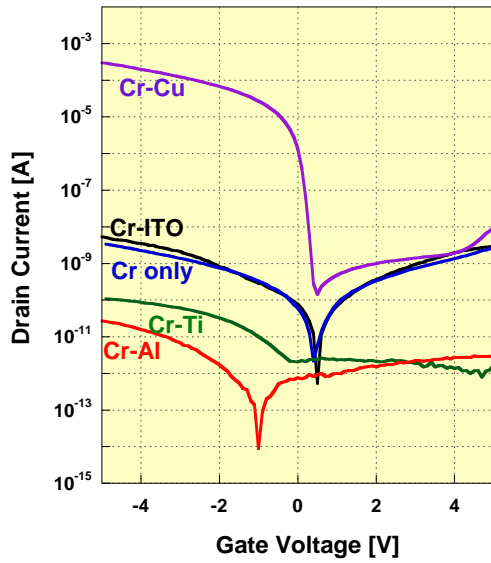


図3 100°C アニール後

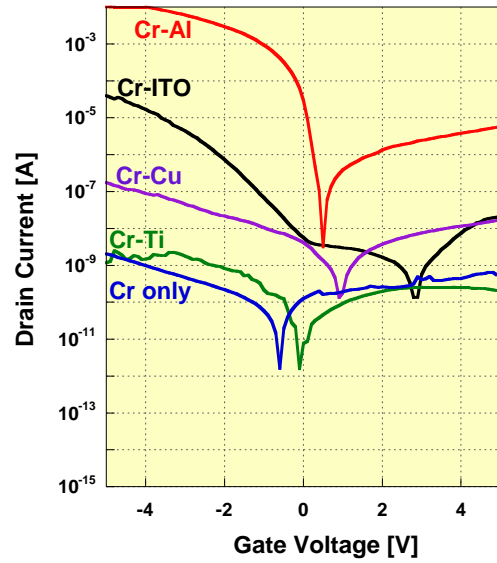


図6 400°C アニール後

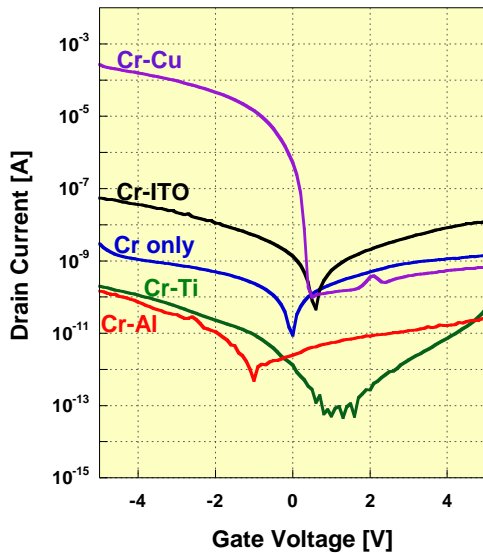


図4 200°C アニール後

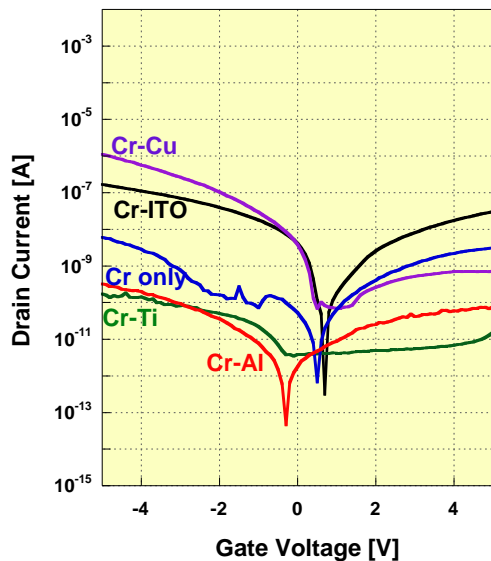


図5 300°C アニール後

上記結果より、300°C以上のアニールにより、しきい値のシフトや on/off 比の特性低下が確認できた。これは、アニールによる電極の劣化が原因だと考えられる。また、as depo 状態から Cr-Ti の場合は良好な off 特性が得られ、Cr-Cu は高い on 特性が得られた。Cr-Al に関しては、400°C のアニールにより高い on 特性を得ることができた。これは、Ti は MoS<sub>2</sub> と合金を形成するためであり、Cu は Mo や S と低い温度でも反応するのに対し、Al は Cu と比べ高温で反応するためこのような差が出ていると考える。

#### 4 まとめ

Cr 電極の上に Ti を薄く堆積させた場合 on が上がらず、Al を薄く堆積させた場合 off が下がらず on/off 比が  $1 \times 10^3$  程度になった。Cr 電極の上に Cu を薄く堆積させた場合が最も高い  $1.39 \times 10^6$  の on/off 比を示し、移動度は 51.42 cm<sup>2</sup>/Vs を示した。これら結果より、MoS<sub>2</sub> TFT で良好な off 特性を得るには、金属電極を MoS<sub>2</sub> と反応させる必要があり、良好な on 特性を得るには、金属電極を Mo や S と反応させてやる必要があることがわかった。また、300°C 以上のアニールから特性の劣化が始まることも分かった。

今後は、金属と MoS<sub>2</sub> の仕事関数を測定し条

件の再検討および、アニール処理の温度・時間変化による特性の変化の検討を行う。また、硫黄粉末を消化させ行う硫化アニールを用いて、MoS<sub>2</sub> TFT の特性改善を図る。

「参考文献」

1) 石原聖也(2019), ボトムアップ法による二次元層状 MoS<sub>2</sub> の大面積低温作製および非破壊接触評価に関する研究, 明治大学大学院理工学研究科博士論文.

2) 松永正広(2017), 二硫化モリブデン電界効果トランジスタの伝導特性評価, 千葉大学大学院融合科学研究科修士論文.

3) Adrien Allain, Jiahao Kang, Kaustav and Andras Kis. Electrical contacts to two-dimensional Semiconductors. Nature Mater. 14, 1195-1205 (2015).