

イオン注入による 低プロセスCMOSの作製

移動度 $60\text{cm}^2/\text{Vs}$ を達成

二硫化モリブデン等の層状物質にイオン注入を行うことで、p型とn型の型変換を簡易に行うことのできる方法を見出しました。日本発の低コスト・高性能TFT作製技術の確立に貢献します。

日本大学
生産工学部
電気電子工学科

教授
清水 耕作



大学や企業等、複数の研究機関でアモルファスシリコントランジスタの開発や、金属薄膜の作製とTFT応用の研究に従事。2009年より現職。低コストで高性能な太陽電池やトランジスタの開発に精力的に取り組む。「既成概念やあふれる情報に振り回されることなく新しいものを作る」ことが研究活動におけるポリシー。

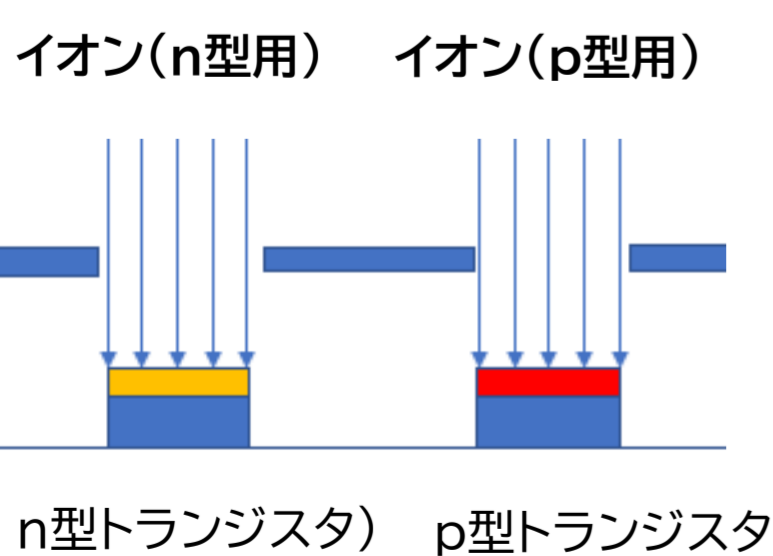
ポイント

- スパッタ法により大画面の高性能半導体薄膜を作製。
- イオン注入でn型を作製。→ CMOS化が容易に可能。

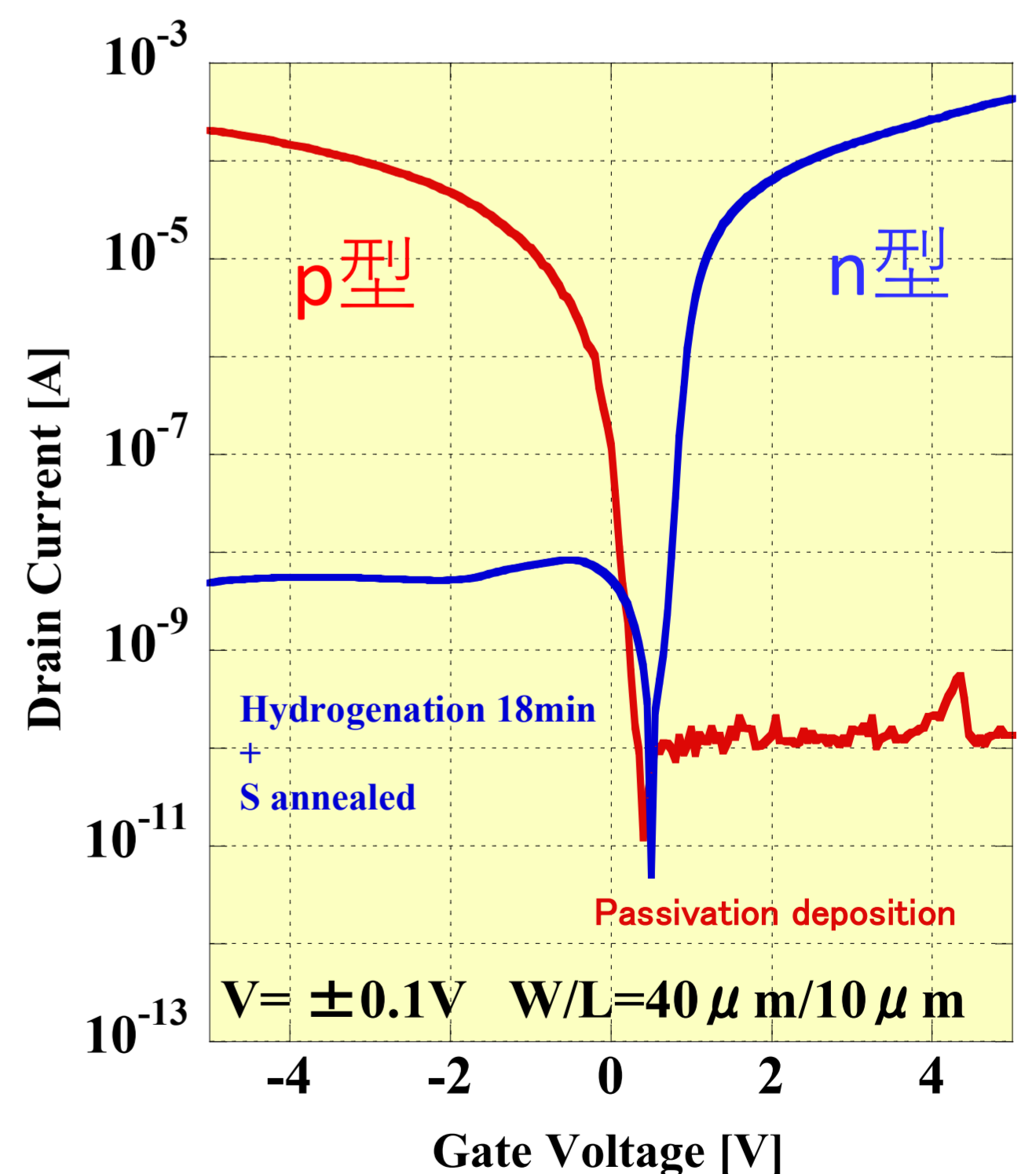
従来の技術・問題点

● 酸化物半導体では、n型は作製できるが、p型は困難。

新しい技術・解決法



スパッタで作成した層状物質にイオン注入を行うことでpn変換し一括でTFTを作製することに成功しました。



こんな企業の方を探しています

- 高性能・低コストな大画面TFTを開発したい。
- ディスプレイ用高性能トランジスタの開発に興味がある。

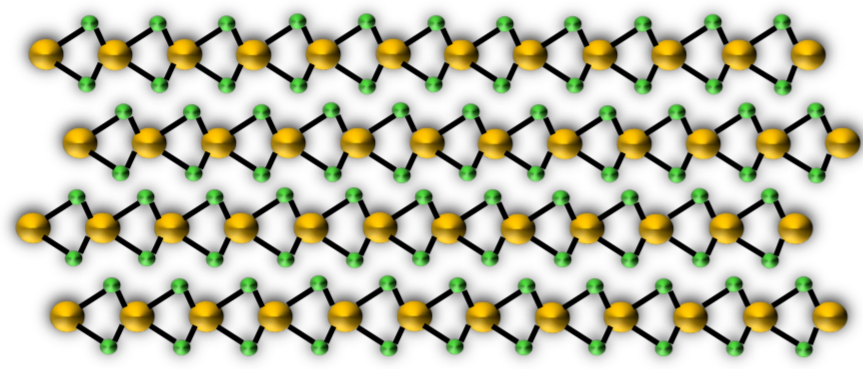
スパッタ法による2D層状物質の堆積とイオン注入によるCMOS化技術の開発

日本大学 生産工学部 電気電子工学科 教授 清水耕作

概要

大面積に亘って薄膜トランジスタ(TFT)でCMOSを作製できる技術を確認したい。

2次元層状物質を用いること、およびイオン注入技術でpn制御を行うことで高性能なCMOSができることを実証した。



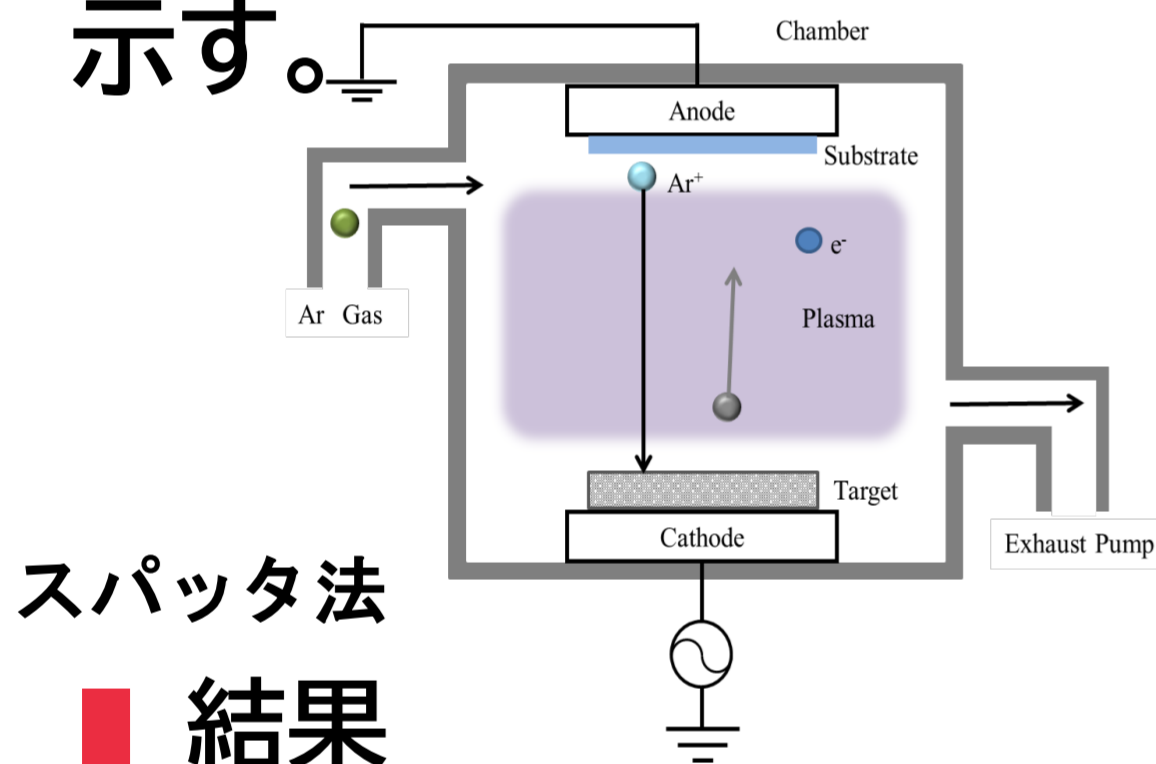
二次元層状物質MoS₂ 断面図

研究背景・目的

大面積ディスプレイや高精細ディスプレイには、高性能なトランジスタやCMOSが必要とされている。これまでは、アモルファスシリコンやIn-Ga-Zn-Oといった酸化物半導体が主流となっていた。しかし、いずれもp型の性能が十分ではなかった。そこで2次元層状材料に着目し、移動度50cm²/Vsをpnの制御が容易に可能な材料の探索を行った。移動度50cm²/Vsを目標として材料探索から検討を行った。

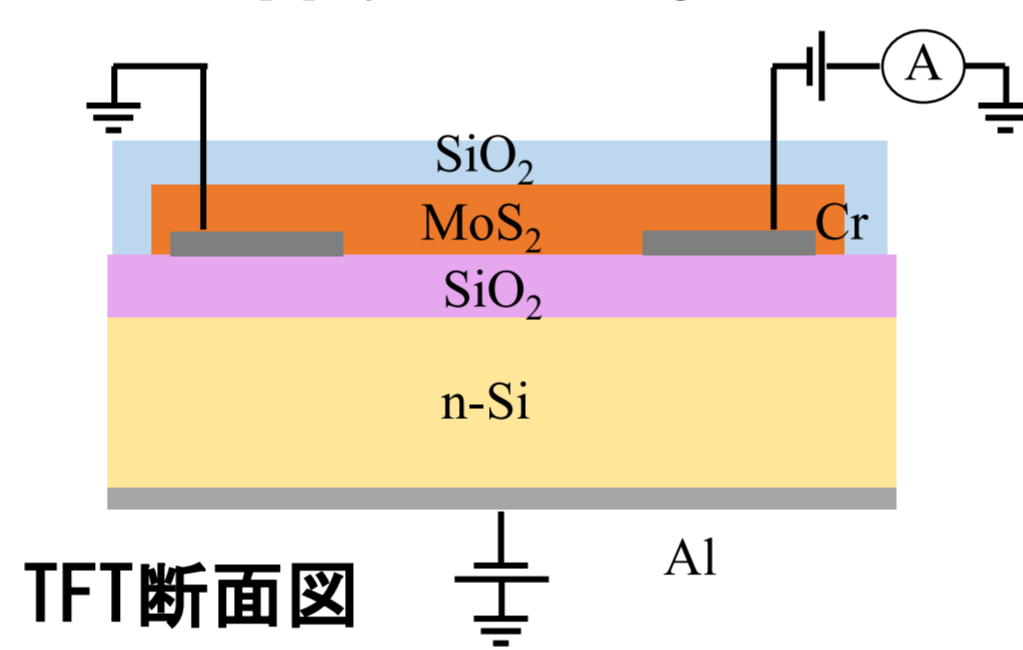
作製方法

【1】スパッタリング法にて硫化モリブデン(MoS₂)を堆積させた。堆積直後はp型の特性を示す。



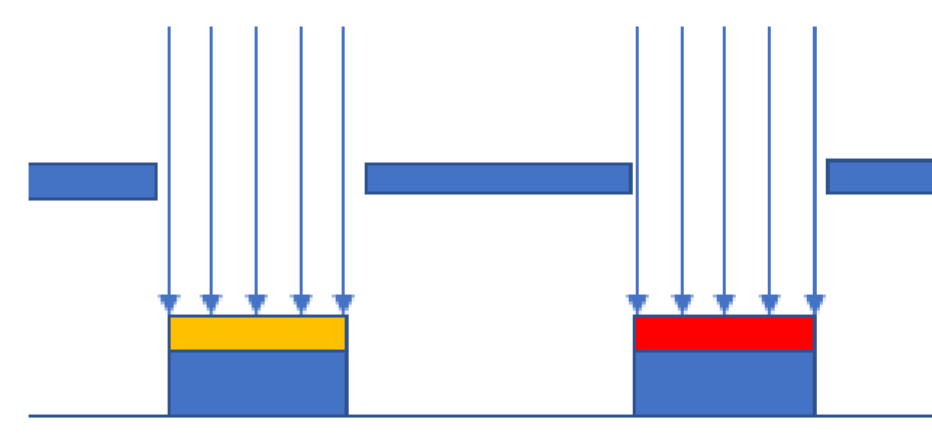
スパッタ法

【2】MoS₂を基板の上に堆積させ、絶縁膜、電極膜をそれぞれ堆積させ薄膜トランジスタを作製する。



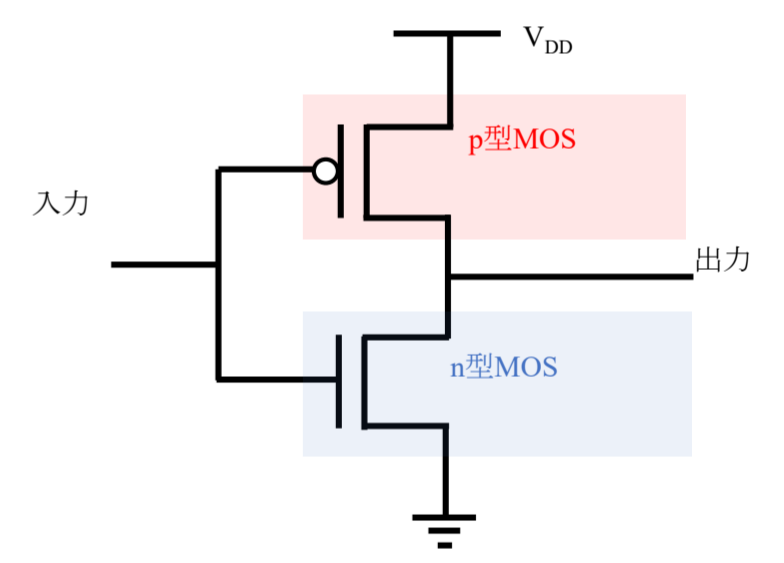
TFT断面図

【3】イオン注入技術を持ちこすることで、p型膜をn型に変換する。実は、n型からp型に変換することも可能。



イオン注入

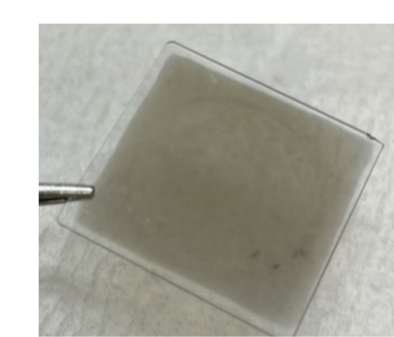
【4】同一基板面内にp-TFT, n-TFTを作製することに成功した。



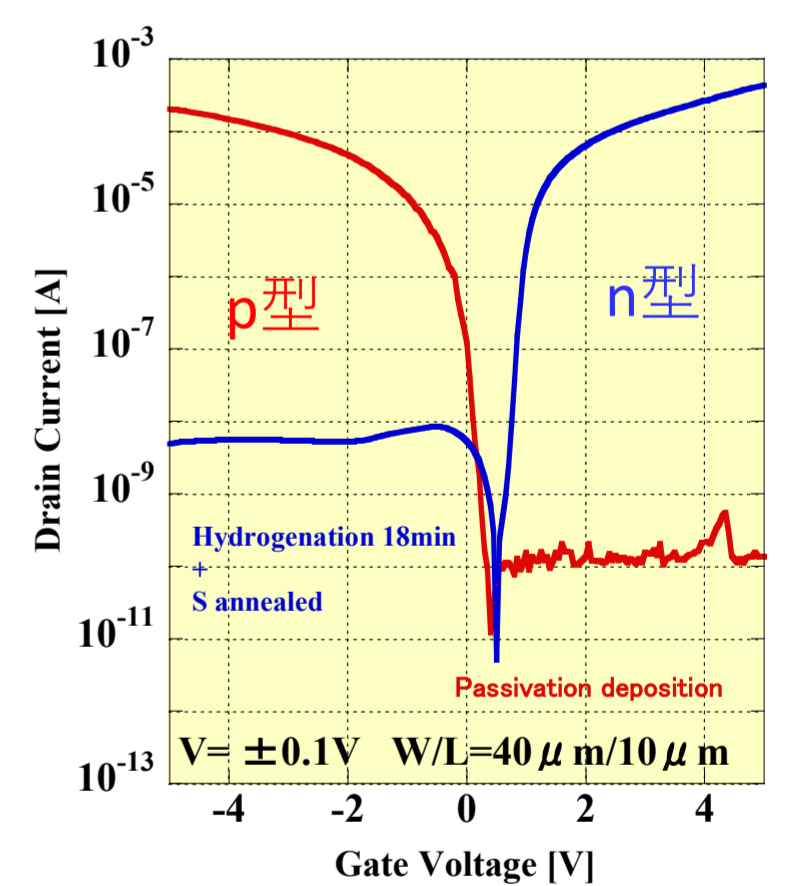
CMOS

結果

- 均一性の高いMoS₂薄膜の作製ができるようになった。また、特性の再現性や均一性についてもほぼ確保できるようになった。
- プロセスには、ホットワイヤ法、アニール法、イオン注入などの条件を詳細に検討することにより、性能を高められた。
- ほぼ同等な特性を持った薄膜トランジスタの作製に成功した。



MoS₂薄膜



p型、n型トランジスタの伝達特性

まとめ

- ・ 水素化処理することでp型膜をn膜に変換し、n型薄膜トランジスタの動作を確認した。
- ・ P型 $\mu = 54.92$ [cm²/Vs], SS = 155.63 [mV/dec]
- ・ N型 $\mu = 53.48$ [cm²/Vs], SS = 193.41 [mV/dec]

今後の方針

- ・ CMOSインバータの作製と高性能化

応用分野・用途・今後の展開

安価で高性能な、薄膜トランジスタ及びCMOSを作製することができた。目的としてきた大画面ディスプレイへの応用を目指したい。更に携帯デバイスなど高精細化を検討したい。

用途

- ・ LCD, OLEDなど大面積ディスプレイ
- ・ 高精細携帯ディスプレイ