

# O極性 ZnO 上の Ga 添加 ZnO 電気特性

1180104 鶴丸 正男 (機能性薄膜工学研究室)  
(指導教員 牧野 久雄 准教授)

## 1. 背景と目的

本研究では、プラットパネルディスプレイやタッチパネルの透明導電極として期待される、酸化亜鉛(ZnO)透明導電膜について研究を行った。ZnOは、O面を示すO極性とZn面を示すZn極性の二つの極性がある。極性の異なるZnO上にガリウム(Ga)を添加したZnO(GZO)を堆積させた時、抵抗率はO極性上のGZO膜の方が高いということが報告されている[1,2]。しかし、O極性のZnO膜では、平坦性が悪い[2]ことから、表面粗さが抵抗率の増大を引き起こす可能性が懸念される。本研究では、下地となるO極性ZnOに対し表面処理を行い、上地GZO膜の電気特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

## 2. 実験方法

本研究では、マグネトロンスパッタ法を用いて、10cm角の無アルカリガラス基板(EXG基板)と石英ガラス基板を用いて、ZnO膜とGZO膜の成膜を行い、電気特性、光学特性、平坦性、結晶構造特性の評価を行った。表2.1は、ZnO膜とGZO膜の成膜条件を示し、表2.2は、EXG基板とO極性ZnO膜に対してArプラズマ処理を行った時のプラズマ処理条件を示す。

表 2.1 成膜条件

	ZnO 膜	GZO 膜
基板	EXG SiO <sub>2</sub>	EXG
温度	250°C 300°C	250°C
圧力	1.0Pa	
膜厚	約 200nm	

表 2.2 プラズマ処理条件

	EXG 基板	O 極性 ZnO 膜
Pf	15W	10W 20W 40W
時間	600s	3600s
圧力	4.0Pa	

## 3. 実験結果・考察

### 3.1 EXG 基板上 ZnO 膜の成膜条件

本研究においてEXG基板上にZnO膜を成膜した時、従来の石英基板に比較してHall移動度が低いということが分かった。そこで、250°C、300°CのEXG基板に対して15Wでプラズマ処理を行い、移動度の向上を検討した。図3.1は、移動度、図3.2はキャリア濃度を示す。

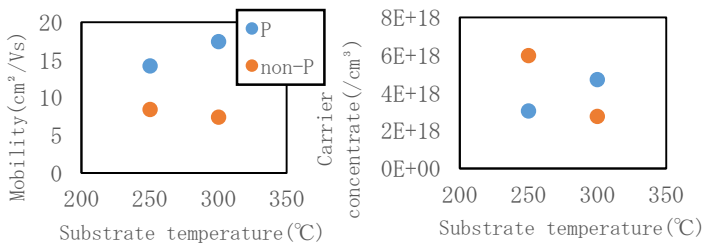


図 3.1 移動度

図 3.2 キャリア濃度。

図 3.1 より、プラズマ処理を行うことで移動度の向上が見られ 300°Cでプラズマ処理をおこなうと、石英基板と同等の移動度が得られた。図 3.2 のプラズマ処理依存性はキャリア濃度には見られなかった。移動度が向上した原因を明らかにするために結晶構造の評価を行った。その結果、プラズマ処理を行い、基板温度を上げることによってC軸の傾きが少なく、配向性が高くなったことが、明らかとなった。これは、配向性の向上がHall移動度を増大させたと考えられる。

### 3.2 O 極性 ZnO 膜に対するプラズマ処理

次に、室温でO極性ZnO膜に10W、20W、40Wでプラズマ処理を行った時の効果を検討した。

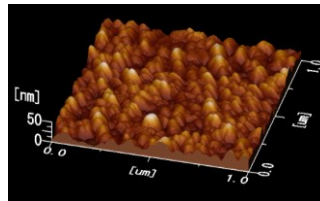


図 3.3 プラズマ処理なし

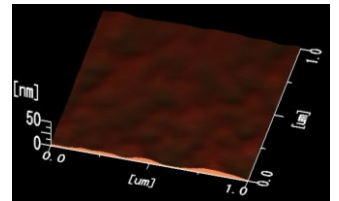


図 3.4 40W でプラズマ処理

プラズマ処理のRF圧力が高くなるにつれて、ZnO膜がエッチングされ、図3.3と3.4に示すように表面粗さが小さくなり、表面形態が平坦になった。プラズマ処理の回数を増やすことによって移動度が向上した。

### 3.3 GZO 膜の電気特性

O極性ZnO膜にプラズマ処理を行い、電気特性、平坦性をよくしたZnO膜の上にGZO膜を堆積させた時、電気特性がどのように変化するか検討した。基板中心からの距離1cm、2cm、3cmをx軸の1、2、3とし、図3.5は移動度、図3.6はキャリア濃度を示す。

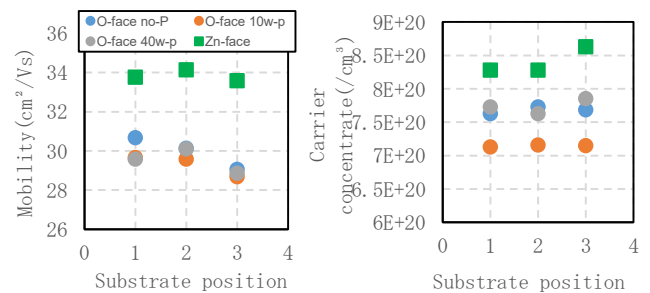


図 3.5 移動度

図 3.6 キャリア濃度

プラズマ処理をO極性ZnO膜に行っても、プラズマ処理を行っていない時と電気特性はほとんど同じであった。結果、Zn極性ZnO上に比較してキャリア濃度、移動度ともに低くなっている。よって、O極性ZnO膜の表面形態や移動度は関係なく、GZO膜の極性が影響していると考えられる。

## 4. まとめ

無アルカリガラス基板のプラズマ処理により、C軸配向性を向上させ、石英基板と同程度の移動度を実現した。

プラズマ処理によって、表面平坦化と移動度を増大させたZnO下地層上成膜したGZO膜について電気特性を比較したが、電気特性に大きな変化はなかった。よって、O極性ZnO上のGZO膜の高い抵抗率は、極性に起因すると考えられる。

## 参考文献

[1] Lukman Nulhakim, Phys. Status Solidi RRL 10, N0. 7, 535-539 (2016)  
[2] 清水寛之, 高知工科大学シス工, 卒業研究報告 H29年