

同 志 社 大 学

2014 年度 個人研究費研究経過・成果報告書

2015 年 4 月 22 日提出

所 属	職 名	氏 名
高等研究教育機構	特定任用助教	高柳 真司
研 究 題 目	バイアスパッタ法による正イオン照射を用いた圧電薄膜の結晶配向制御とデバイス応用	
研 究 成 果 の 概 要	<p>ZnO 膜はその結晶配向により物理的な性質が異なる。例えば、圧電共振子に応用すると c 面配向膜では縦波モード、a 面、m 面配向膜では横波モードの共振子を実現できる。</p> <p>一般的に、ZnO を薄膜化すると、最密面である c 面に優先配向する性質がある。一方、これまでに、成膜中にイオンを照射することで、原子密度の低い a 面や m 面配向膜を形成している。また、c 面配向膜は応力をかけたときの圧電分極が互いに逆向きとなる O 面極性と Zn 面極性に分類できる。これらの極性についても基板温度によって制御できることを報告した。しかし、O 面、Zn 面、a 面、m 面を一つの装置で制御した例はない。そこで、イオン照射と基板温度の双方に着目し、ZnO 膜の結晶配向制御について検討した。</p> <p>本研究では、RF バイアス三極スパッタ装置を用いて合成石英基板上に ZnO 膜を成膜した。基板台に RF バイアス電力を投入することで、基板に照射されるイオンの量とエネルギーを制御できる。ここで、放電電力 75 W、成膜時間 8 時間、雰囲気ガス圧 1 Pa、Ar:O₂ ガス比 3:1、RF バイアス電力 0-40 W とした。さらに、基板台を 29°C に冷却または 400°C に加熱した。作製した試料の結晶配向を 2θ 走査 XRD 測定により評価した。</p> <p>RF バイアス電力を増加すると、c 面、a 面、m 面の順で優先配向が変化した。RF バイアス 40W では基板がスパッタされ、ZnO 膜は堆積しなかった。また、基板を加熱した場合でも同様の傾向が見られた。ZnO の各結晶面の表面エネルギー密度は c 面、a 面、m 面の順で高くなっており、それぞれ 9.9、12.3、20.9 eV/nm² である。表面エネルギー密度が低い面ほど面の原子密度は高く、イオン照射による損傷がおきやすいと考えられる。この順と本実験の優先配向の変化は一致した。RF バイアス 10W、基板冷却時の m 面 2θ 走査ロックリングカーブの半値幅は、5.5° であった。一方、基板を加熱した試料では、半値幅は全て 10° 以上であった。スパッタ粒子の移動度が高いと低いエネルギー状態の結晶が成長しやすい。逆に、基板を冷却すると粒子の移動度が小さくなり、表面エネルギー密度の高い m 面配向膜が形成しやすくなったと考えられる。</p> <p>RF バイアス電力 0 W では、基板加熱時、冷却時ともに c 面に優先配向した。これらの試料の極性を圧縮時の電気応答で確認したところ、基板加熱時の試料は O 面極性、基板冷却時の試料は Zn 面極性であった。基板温度による粒子の移動度から考えると、O 面極性と Zn 面極性では表面エネルギー密度に差があり、O 面極性が最もエネルギー状態が低いと考えられる。</p> <p>本研究では、O 面、Zn 面、a 面および m 面 ZnO 薄膜の結晶配向制御について、RF バイアス三極スパッタ法を用いて検討した。基板へのイオン照射と基板温度を変化させることで O 面、Zn 面、a 面、m 面の 4 種類の結晶配向を制御できた。</p>	