

# 第1章 序論

本研究は、 $PbTiO_3$ スパッタ膜の形成と、その弾性表面波(SAW)を利用した湿度センサへの応用を意図したものである。

スパッタ法は、高融点材料や化合物の膜形成が可能という利点を有する薄膜化技術で、中でも膜形成速度の速いマグネトロンスパッタ法はマイクロエレクトロニクスの諸分野で、必要不可欠なものとなってきている。

このスパッタ法を用いて、 $PbTiO_3$  (チタニ酸鉛) のような複酸化物膜を形成するには、その複酸化物のセラミックをターゲットとし高周波スパッタする方法と、複酸化物を構成する金属元素を用いた複合ターゲットを構成し、酸素雰囲気中で直流スパッタする方法がある。後者は大型セラミックを要しないばかりでなく、組成調整も容易であるという利点を有する。

$PbTiO_3$  は正方晶系ペロアスカイト構造を有する強誘電体で、強誘電体の中では比誘電率が小さく ( $\epsilon_r \approx 200$ )、キュリー温度が高い ( $490^\circ C$ ) という特徴を有する。しかしながら  $q_a$  比が非常に大きい ( $q_a = 1.06$ ) ため、キュリー温度で大きな機械的歪を生じ易く、セラミックとしては形成困難であ

る。スパッタ法により薄膜形成することは、この難点を回避できる点でも意義がある。

そこで、まず、直流スパッタ法による $PbTeO_3$ 膜の形成を試みた。さらに、その研究の過程で得た着想に基づき、重畳磁界平板マグネトロンスパッタ装置と、制御磁極を有する平板マグネトロンスパッタ装置を開発した。以下、本研究で得られた知見を第2章から、第5章に述べる。

第2章で述べる重畳磁界マグネトロンスパッタ装置は、マグネatron放電における電子の閉じ込め現象を、コイルの作る磁界を重畳することにより、制御するものである。この重畳磁界により、ターゲット上でスパッタされる領域（以下、侵食領域と称す）を制御できる。従ってこの効果により、膜の不均一性やターゲット材料の局所的な消耗という平板マグネトロンスパッタ装置固有の欠点を是正できると共に、膜の組成調整に利用できるようになる。

第3章では、重畳磁界マグネトロンスパッタの検討を通じて得た知見を踏まえ、さらに0~100%という広範囲にわたる組成制御を行うために開発した、制御磁極を有する平板マグネトロンスパッタ装置について述べる。この装置によって、2元

素から構成した複合ターゲットで、任意の1元素だけをスパッタすることができるようになった。

第4章では第2章で述べた重畳磁界平板マグネトロンスパッタ装置を用い、PbおよびTiから構成される複合ターゲットを、直流反応性スパッタすることでPbTiO<sub>3</sub>膜が形成されることを述べる。また、基板温度と結晶構造の関係を示し、ペロブスカイト構造の膜の形成法を述べる。さらに、誘電特性やD-Eヒステリシスループの観察から、膜中に格子欠陥が存在することを述べる。

最後に第5章で、弾性表面波を利用した湿度センサについて述べる。これは、エポキシ樹脂の吸湿量を弾性表面波の伝搬速度の変化としてとらえ、湿度を検出するものである。本研究は、圧電体膜上に形成した弾性表面波デバイスの利点に注目し、PbTiO<sub>3</sub>スパッタ膜上に弾性表面波を利用した湿度センサを形成することを意図したものであるが、技術上の困難から、膜ではなく、セラミックを基板に用い実験を行っている。