18p-A14-16

イオン照射による c 軸垂直配向 ScAlN 薄膜の極性反転現象

Polarity inversion of c-axis normal oriented ScAlN films by ion beam irradiation

名工大，○(DC)鈴木雅視，柳谷隆彦
Nagoya Inst. Tech., ○(DC)Masashi Suzuki and Takahiko Yanagitani
E-mail: cir16504@stn.nitech.ac.jp

1. あらまし

c 軸垂直 AlN 系薄膜の極性は N 極性(000-1)面，または Al 極性(0001)面に分類される．この極性を制御することは AlN 系薄膜を用いた圧電薄膜音響共振子や非線形光学デバイスの高性能化につながる．たとえば，各層で極性が交互に向いている極性反転多層膜を用いた共振子では，高次モードでの励振となり，デバイスの高周波化や高耐電力化が可能となる．

一方で,これまで我々は AlN，ZnO 薄膜において, 成膜中のイオンビーム照射に対する各結晶面のスパッタ損傷異方性を利用した結晶方位制御について報告してきた[1]．この成果から, 我々はイオンビーム照射により c 軸垂直膜の極性制御も実現できるのではないかと考えた．

本研究では，巨大圧電性を示す c 軸垂直 ScAlN 薄膜[2]の極性に成膜中のイオンビーム照射が及ぼす影響について調査した. また極性反転多層膜共振子の形成についても報告する．

2. イオン照射による ScAlN 薄膜の極性制御

成膜中のイオンビーム照射が極性へ及ぼす影響を調べるために，図 1(a)に示す RF バイアス RF マグネトロンスパッタ法を用いて Ti 電極膜(150 nm)/石英ガラス基板(0.5 mm)上に c 軸垂直 ScAlN 薄膜(約 1.5 μm)を形成した. 基板をマグネトロン回路を備えた陽極に設置し, 陽極に印加する RF バイアス電力を 0-2W まで変化させることで成膜中のイオンビーム照射量, エネルギを変化させた．また，通常の c 軸垂直 AlN 膜形成条件にできるだけ近づけるためにマグネトロン回路の磁界を鉄板で短絡，RF バイアス電力 0W とした ScAlN 薄膜も作製した．

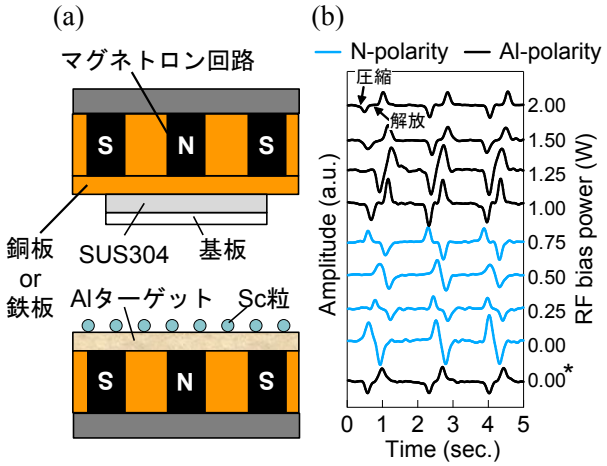


図 1　(a) RF バイアス RF マグネトロンスパッタ装置概略図, (b)各試料のプレステスト結果 (* マグネトロン短絡)

各試料の極性はプレステストにより評価した．試料に圧縮応力を印加した際に，圧電効果により発生する電荷の正負から試料の極性を決定する．図 1(b)に示すように，圧縮応力を印加した際，RF バイアス 0 W かつマグネトロン回路短絡（通常の c 軸垂直 AlN 薄膜の形成に近い成膜条件）の試料および RF バイアスが 1.00 W 以上かつマグネトロン回路ありの試料では，Al 極性を示す負電圧が観測された．それに対して, RF バイアス 0–0.75 W かつマグネトロン回路ありで作製した試料では N 極性を示す正電圧が発生した．これらの結果は，c 軸垂直 ScAlN 薄膜の極性はイオン照射を強めることで通常の Al 極性から N 極性へと反転することを示している[3]．一方で N 極性薄膜成長のためのイオン照射条件は狭い範囲に限られることもわかった．

3. 極性反転多層膜共振子

2 層の極性反転構造を形成するために，Ti 膜/石英ガラス基板上に Al 極性膜(1.7 μm，RF バイアス 0 W, マグネトロンなし)を形成し, その膜上に, N 極性膜(2.0 μm, RF バイアス 0.5 W, マグネトロンあり)を成長させた．さらに，Al 膜を蒸着し, 上部電極 Al 膜/ScAlN 多層膜/下部電極 Ti 膜を石英基板から剥離させることで，極性反転 ScAlN 膜共振子を作製した．またほぼ同総膜厚(4.2 μm)の単層 ScAlN 膜共振子も作製した. 図 2 に示すように, 単層膜共振子では, 1 次モードが 1.0 GHz，3 次モードが 3.4 GHz 付近で励振している．一方，極性反転膜共振子では, 1 次モード(1.2 GHz 付近), 3 次モード(3.4 GHz 付近)が抑制され，2.3 GHz 付近の 2 次モードで共振している. この結果は図 2 挿入図に示すような 2 層極性反転 ScAlN 膜が形成されていることを示している．

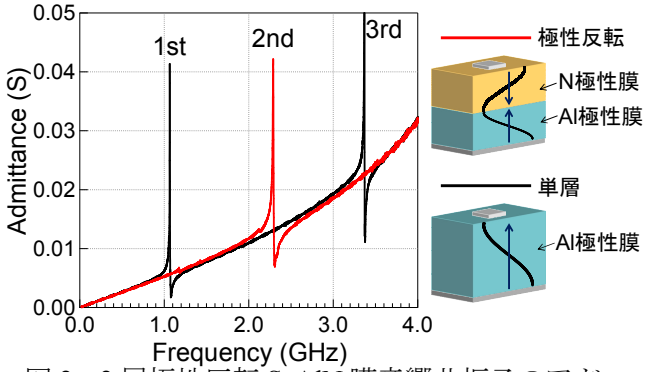


図 2　2 層極性反転 ScAlN 膜音響共振子のアドミタンス周波数特性および構造図

1. 鈴木他，春季*第 59 回応物学会*, 17a-B5-2.
2. M. Akiyama et al., *Adv. Mater.*, **21**, 593 (2008).
3. M. Suzuki et al., *APL*, **104**, 172905 (2014).

© 2014 年　応用物理学会