19p-D3-6

歪み印加 GaNAs を用いた超高 Q 機械振動子におけるアニール効果

Annealing effect on ultra-high-Q micromechanical resonators using strained GaNAs

NTT物性基礎研[1]、NTTフォトニクス研[2]、○小野満恒二[1]，満原学[2]、Yoshiharu kurokenberger[1]，山本秀樹[1]，山口浩司[1]

[1]NTT BRL, [2]NTT Photonics Labs., ○K. Onomitsu[1], M. Mitsuhara[2], Y. Krockenberger[1], H. Yamamoto[1], and H. Yamaguchi[1]

*E-mail: onomitsu.koji@lab.ntt.co.jp

機械振動子による物理現象の測定感度は機械的Q値によって決まることが知られている。振動子のエネルギー散逸が少なければ少ないほどQ値は高くなり、外部からの摂動に対してより敏感に反応する。我々は圧電効果を活用したⅢ-Ⅴ族化合物半導体による機械共振器の研究を進め、GaAs系薄膜構造を用いて作製した振動子（室温でQ = 3000～5000）による微小物理量の高感度検出を実証してきた。感度（Q値）のさらなる向上には、引っ張り歪みを印加した共振器が有効と考えられる[1,2]。我々は、試料構造の簡素化と経時劣化の低減の観点から、GaAs基板上に成長したGaNAs層に印加された引っ張り歪みを利用して超高Q機械共振器を作製し、Q = 1.2 x 10^5が得られたことを報告している[3]。しかしながら、GaNAs中の窒素組成が高くなるに従い、徐々に特性が劣化していくことが判明した。今回、この劣化の原因を調べるために、水素アニールがGaNAs機械振動子の共振特性へ与える影響を調べたところ、水素アニールによりQ値が大幅に向上することが分かった。

試料はGaAs基板上に分子線エピタキシ法によって作製した。フッ酸によって選択エッチングが可能な$Al_{0.65}Ga_{0.35}As$を3μm成長し、最表面にGaNAsを100nm成長した。窒素はRFプラズマにより導入した。ここで、プラズマ発生条件を一定にするため、窒素流量ではなくGaの供給量を変化させることで相対的に窒素濃度を変化させた。試料中の窒素濃度は、SIMSにより(a)：2% と(b)：1%と見積もられた。これらの試料に水素中で700度のアニール処理を施した後、両端を支持した長さ200μm、横幅10μmの機械振動子を作製した。得られた振動子は加振のためにピエゾセラミック上にマウントし、その周波数応答を真空中でドップラー干渉計により測定した。アニール処理しない試料を用いて作製した振動子での結果と比較したところ、振動子の共振周波数はほぼ変化しなかったが、Q値は窒素組成によらずアニール処理によって大幅に向上することがわかった。これは、格子間窒素がアニール処理によって取り除かれるため、GaNAsの結晶性が向上し、振動エネルギーの散逸が抑制されたためではないかと考えられる。

[1] S. Schmid et al., PRB 84 (2011) 165307. [2] H. Yamaguchi et al., APL 92, 251913 (2008). [3] K. Onomitsu et al., MBE2012.

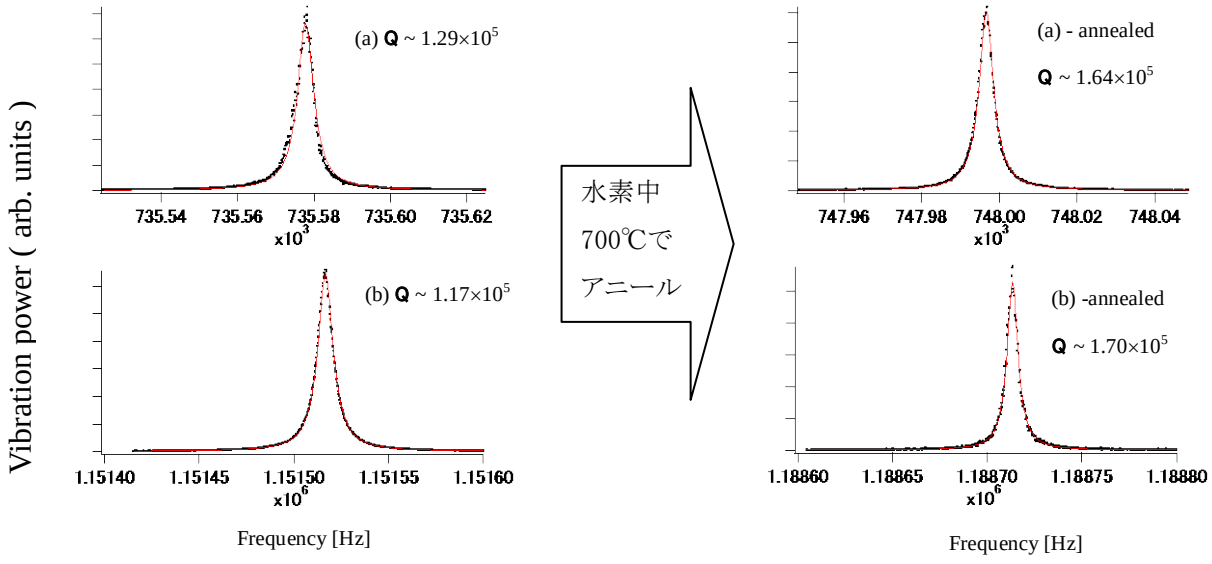

図　室温における機械共振特性　(a) GaNAs（N：1% ）、(b) GaNAs（N：2%）、
測定値（ドット）をローレンツ関数を用いてフィッティング（曲線）し、Q値はフィッティング関数を用いて算出した。

© 2013 年　応用物理学会