マイクロ波を用いた振幅変調静電気力顕微鏡による半導体試料の測定

Measurement of Semiconductor Sample using Electrostatic Force Microscopy with Amplitude-modulated Microwave

阪大院工　○和泉 遼，内藤 賀公，李 艶君，菅原 康弘

Osaka Univ.　○Ryo Izumi, Yoshitaka Naitoh, Yan Jun Li, Yasuhiro Sugawara

E-mail: izumi@ap.eng.osaka-u.ac.jp

近年，マイクロ波周波数帯の信号を使用する通信機器の発展に伴い，これらの素子のマイクロ波帯域における動作特性を，高い空間分解能で計測する技術が求められている．現在，このような特性を評価する技術として，走査型マイクロ波インピーダンス顕微鏡(sMIM)などが提案されている[1]．この手法は，探針からの反射マイクロ波を検出するため，電気的な応答検出手法に基づいている．一方で，力検出に基づいたマイクロ波顕微鏡法も提案されている[2]．この手法では，周波数 f_0 で振幅変調したマイクロ波を試料に印加し，それによって働く $2f_0$ 成分の静電気力を検出する．振幅変調周波数 f_0 を適切に設定することで，$2f_0$ 成分の静電気力をカンチレバーの共振周波数に設定することができ，従って，静電気力により試料のマイクロ波応答を検出することができる．力検出に基づいた手法は，sMIM などに比べて装置構成が比較的簡単である，などの利点があり，この手法の発展が今後必要になると考えられる．

本研究では，マイクロ波を用いた振幅変調静電気力顕微鏡（AM-EFM）の開発を行い，それを用いた半導体試料の測定を行った．その結果，AM-EFM 振幅，位相像の両方で不純物分布を波寧するコントラストが得られた．発表では，マイクロ波信号を用いた振幅変調静電気力顕微鏡によって得られた画像について議論する．同時に，振幅変調静電気力顕微鏡で得られた画像と，走査型マイクロ波インピーダンス顕微鏡で得られた画像との比較も行う．

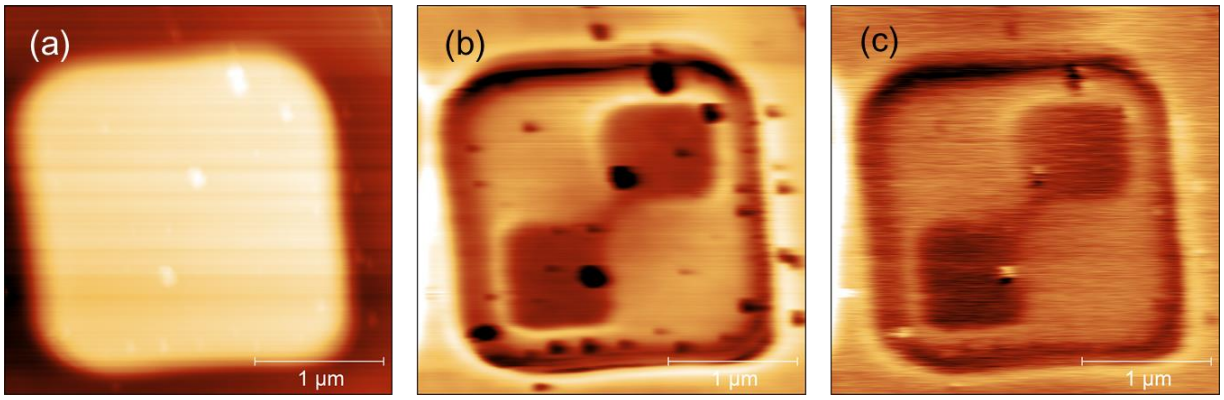

Figure: (a) Topography, (b) AM-EFM amplitude, and (c) AM-EFM phase images. Parameters in the experiment are as follows: Microwave frequency f_{MW} = 2.59 GHz, Modulation frequency f_0 = 85 kHz and cantilever oscillation frequency f = 1.074 MHz.

[1] K. Lai et al, Rev. Sci. Instrum. 79, 063703 (2008).

[2] A. S. How, F. Ho and D. M. Bloom, Electron. Lett. 28 2302 (1992).

© 2019年 応用物理学会