

課題番号 : F-14-NU-0010
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : GaAs を用いたマイクロ波 AFM プローブの開発
Program Title (English) : Development of microwave AFM probe with GaAs
利用者名(日本語) : 巨陽, 森田康之, 一二三和馬, 山下貴大
Username (English) : Y. Ju, Y. Morita, K. Hifumi, T. Yamashita
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University

1. 概要(Summary)

現在, 種々の走査型プローブ顕微鏡が開発され, 様々な材料物性が測定できるようになった. しかしながら, 局所領域において電気的特性を定量的に評価する技術は未だ確立されていない. これに対し, 本研究室ではマイクロ波応答計測機能を付加したマイクロ波原子間力顕微鏡(M-AFM)の開発を行った. マイクロ波の応答を検知することにより, 測定試料の導電性を評価することが可能である. また, 本装置を利用した実験より, 原子間力に及ぼすマイクロ波の影響が測定試料によって異なるという現象を確認している. そこで本研究では, 上記の現象を利用し, 局所領域における電気的特性評価法として応用を図った. 微細加工プラットフォームの設備を利用して M-AFM プローブを作製し, M-AFM プローブを用いたフォースカーブ測定により原子間力に及ぼすマイクロ波の影響を評価した.

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

集束イオンビーム装置, 電子ビーム蒸着装置, 高精度電子線描画装置一式, 露光プロセス装置一式

・実験方法

プローブ作製には, マイクロ波の減衰を抑えるため, 面方位が(100), 厚さが 350 μm のノンドープ半絶縁性 GaAs ウェーハを基板として用いた. 露光プロセス装置一式を利用し, 半導体微細加工プロセス技術であるフォトリソグラフィおよびウェットエッチングによりプローブの作製を行った. また, そのプローブ上下面に電子ビーム蒸着装置を用いて金属薄膜を成膜し, さらに集束イオンビーム装置を用いて探針先端部にスリットを導入することによりマイクロ波導波路である平行板線路をプローブ上に構築した. 作製した M-AFM プローブの探針の高さは約 8 μm であり, 曲率半径はおよそ 300 nm である. また FIB 加工によって導入されたスリット幅は約 100 nm である. このスリットの導入によりプローブの探針先端がマイクロ波導波路の開放終端となり, マイクロ波が放出される. さらに, 作製した M-AFM プローブを測定試料に近づけていき, 探針-試料間の原子間力に及ぼすマイクロ波の影響を評価した. 測定条件はマイクロ波周波数 94GHz, マイクロ波振

幅 0, 5, 10, 15, 20, 25dBm と設定した. また測定試料として電気的特性の大きく異なる Au, Si, Glass を用いた.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Au の測定結果を Fig. 1 に示す. これより, マイクロ波の振幅の増大とともにフォースカーブの傾きが増大していることが分かる. これは, マイクロ波により探針-試料間に引力が作用したためである. ここで 0 dBm においては, 探針-試料間において接触が起きてしまったため, 正確に測定が出来ていないと考えられる. また Au 以外に Si, Glass の測定を行った結果, Au において最もマイクロ波の効果が大きかった. この原因として, 静電誘導に起因したクーロン力の効果が考えられる. マイクロ波の放出に伴い, 探針先端に電荷の偏りが生じる. 電荷の偏りが生じた探針を試料に近づけることにより静電誘導が生じ, 探針-試料間にクーロン力が働く. そのため分極率の大きな金属において最もクーロン力が大きくなったと考えられる. したがって, この現象を利用することにより, 試料の電気的特性の定量評価や試料の同定などが可能であると期待できる.

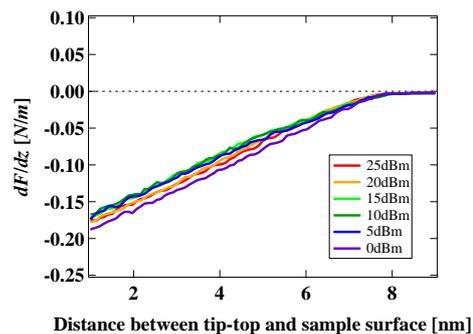


Fig. 1 Measurement results of the Au surface.

4. その他・特記事項(Others)

なし.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし.

6. 関連特許(Patent)

なし.