

ファイバプローブを用いたフェムト秒レーザー駆動コレクションモードSNOMの構築

Construction of a collection-mode SNOM with an aperture-type fiber probe driven by femtosecond laser pulses

杉浦直子(M2)

N. Sugiura

Abstract

We developed a collection-mode SNOM with an aperture-type fiber probe. We measured Q-value, force curve and topography by this SNOM driven by femtosecond laser pulses.

1 はじめに

フェムト秒レーザー励起局在プラズモンの時間特性を計測する為に、開口型ファイバプローブを用いて周波数域干渉計測 (SI 計測) を行うことを計画し、非開口型プローブを用いた散乱型近接場光学顕微鏡から開口型ファイバプローブを用いたコレクションモードの近接場光学顕微鏡 (SNOM) への移行を行った。

まず、コレクションモード SNOM のセットアップについて述べ、その後開口型ファイバプローブにより測定した Q 値、フォースカーブおよびトポグラフィについて記述する。

2 実験セットアップ

Fig.1 はコレクションモード SNOM の制御系および駆動系である。非開口型の金コートプローブ (金属針) から、開口型のファイバプローブ (開口直径: 約 100 nm) に換え、それに伴いチューニングフォーク (TF) を縦振りから横振りにし、ファイバプローブの末端からの信号をフォロダイオードあるいは冷却型 CCD で検出する。 Fig.2 は、ファイバプローブを接着した TF を、ホルダーに固定したときのイメージ図である。ファイバプローブは、先端と TF の根元の部分の 2 か所をアロンアルファにより接着している。2 か所接着することで、ファイバプローブのファイバの部分が、TF の振幅電圧に与える影響を抑えている。上部のホルダーの隙間から、ファイバプローブのファイバ部分を出すようになっている。またジグは、ネジによってホル

ダーに固定されている。

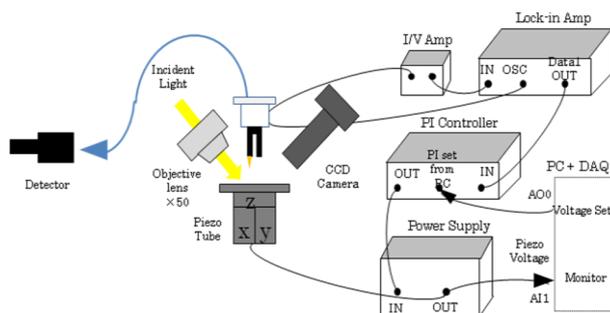


Fig.1 Schematic view of the collection-mode SNOM with an aperture probe and the control system.

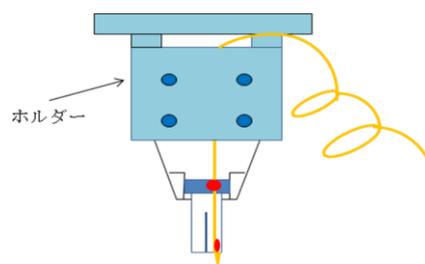


Fig.2 Schematic view of the holder of the aperture fiber probe.

3 実験結果

金属非コートの開口型ファイバプローブで測定した Q 値のグラフとフォースカーブはそれぞれ Fig.3 と Fig.4 である。Q 値のグラフは、ロックインアンプの駆動電圧を 28.0 ~ 33.5 kHz まで 0.1 kHz ずつ変化させたときの、TF の振幅電圧を測定したものであり、このグラフから半値全幅により Q 値を計算している。 Fig.3 のグラフの Q 値は 2254 だった。フィードバックをかける前の TF の出力は、7.0 V に設定した。目標値を 6.5 V に設定してフィードバックをかけた状態で、2.5 V まで 0.1 V ずつ下げていき、1 プロットあたりの待ち時間を 0.5 s としたときのフォースカーブが Fig.4 である。 5.0

V 付近で傾きが変化しており、傾きが大きくなっていることがわかる。このことから、シアーフォースカによりプローブ - 試料間の距離を制御できていることがわかる。経験的に Q 値が 1000 以上のときに、プローブ - 試料間の距離を安定して保つことができ、トポグラフィ測定が安定する傾向がある。

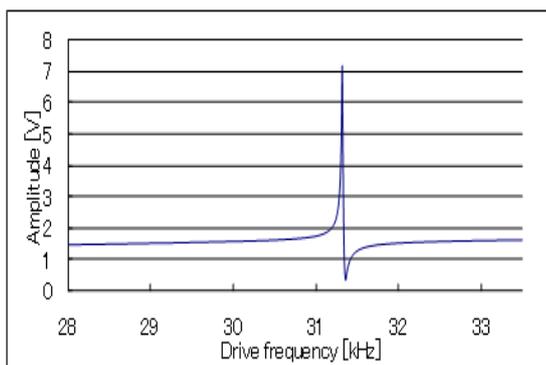


Fig.3 The Q-value graph of the aperture fiber probe.

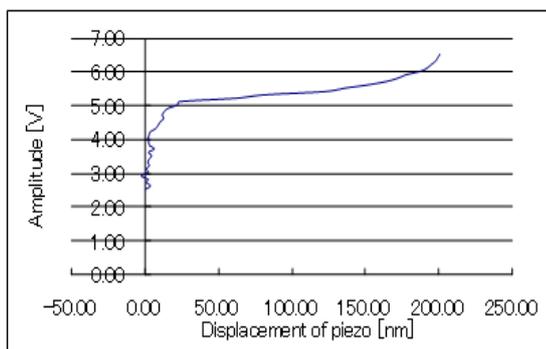


Fig.4 The force curve of the aperture fiber probe.

Fig.5 は、試料として用いている金コートしたグレーティングの SEM 画像である。表面がかなり浸食されているものをあえて選んでいる。Fig.6 が同じ試料を上記の開口型ファイバプローブで測定したトポグラフィ画像である。トポグラフィ画像は、目標値を 6.5 V に設定して、 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ の範囲をプロット間隔 100 nm で測定したものである。目標値を 6.5 V と高めに設定したのは、プローブ先端のダメージを抑えるためである。グレーティングの溝の本数は、800 line/mm である。グレーティングの凹凸を判別することができる。このレーザーは、スペクトル幅 110 nm のフェムト秒レーザーを用い、検出器にはフォトダイオードを用いている。

今回開発した SNOM は、ファイバ出力を冷却 CCD を用いることで直接分光することが可能であり、また、Lock-in 検出をしなくともフォトダイオードでの計測が可能である。

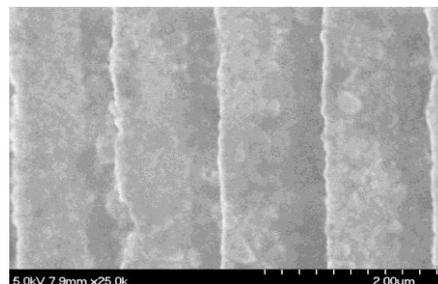


Fig.5 SEM image of the Au-coated grating.

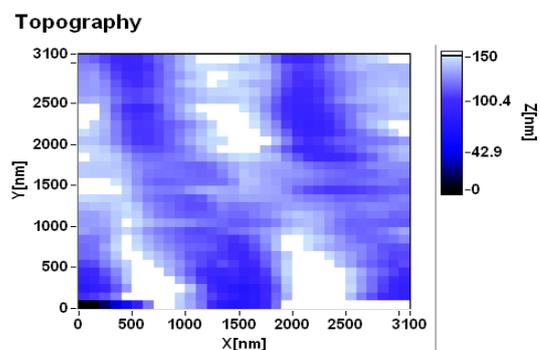


Fig.6 Topography of the Au-coated grating measured with the aperture fiber probe.

4 結論

開口型ファイバプローブを用いて、コレクションモード SNOM のセットアップを構築することができた。今回用いた開口型ファイバプローブは 2000 以上という高い Q 値となり、プローブ - 試料間の距離を安定して制御することができ、トポグラフィ測定では金コートグレーティングの凹凸を比較的明確に測定できた。