

時間分解 STM : パルスレーザの干渉が及ぼすトンネル電流への影響の軽減

Time-resolved STM: Removal of interference artifact in tunnel current signal

筑波大学 ○岸澤利彦、小室亘、吉田昭二、武内修、重川秀実

Institute of Applied Physics, University of Tsukuba

<http://dora.bk.tsukuba.ac.jp/>

微細化技術の発達に伴い、原子スケールの局所的な構造がデバイスそのものの動作特性を左右するに至った現在、ナノスケールの空間分解能とナノ~ピコ秒の時間分解能を持った測定手段の開発が必要とされてきた。その要求に応えるため、我々の研究室では独自の測定原理に基づく遅延時間変調型パルスペア励起 STM (SPPX-STM : Shaken- Pulse-Pair Excited STM) を開発した。SPPX-STM は、異なる遅延時間を持つパルスレーザを同軸に揃えることでパルスペアをつくり、その相対的な遅延時間を変化させた時のトンネル電流変化量を測定する。SPPX-STM を用いた測定で、我々はナノスケールにおいて、ナノ秒~ピコ秒のタイムスケールで起こるキャリアの過動的なダイナミクスを可視化することに成功した。

しかし従来の SPPX-STM では、遅延時間の非常に小さい条件において2つのレーザパルスが干渉することにより起こる光強度の揺らぎに悩まされていた。この光強度ゆらぎは STM 探針の熱膨張・収縮を引き起こし、その結果トンネル電流に大きなノイズが重畳する。

そこで当研究では、パルスレーザの干渉によって起こるトンネル電流変化を緩和するために、電気光学素子 (EOM) を用いる手法を開発した。この手法では、2つのレーザパルスの偏光面を直交させて EOM に入射し、EOM によって相対的な遅延時間を周期的に半波長分変調する。こうすることで2つのパルスは逆位相と順位相とを交互に繰り返すことになる。STM 探針の熱膨張が追従しない程度で高速に変調すれば、干渉による光強度変化が探針長に及ぼす変化を軽減できるはずである。

Au(111)基板上での実測により (図 2)、この手法によりトンネル電流の変化を元々のノイズレベル程度にまで抑えることが出来ることが確認された。変調前には2つのパルスがちょうど重なる部分でトンネル電流の大きな揺らぎが生じていたが、変調後にはパルスが重なる部分での揺らぎはほとんど確認できなくなっている。これにより、今まで正確な測定が難しかった遅延時間 0 近傍でのトンネル電流変化も精密に測定できるようになった。

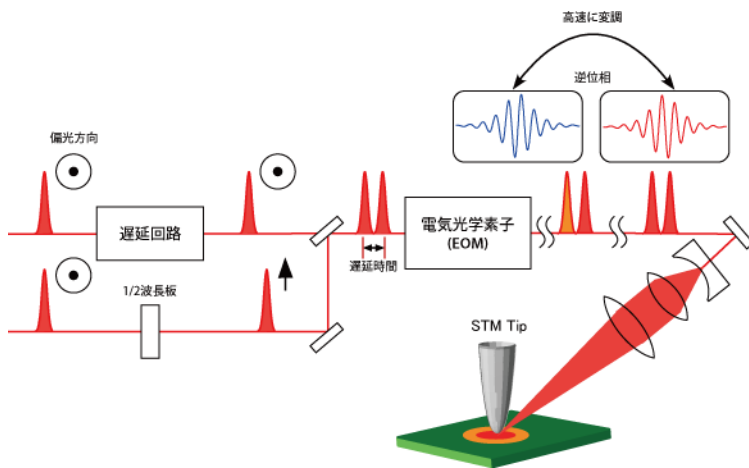


図 1 位相変調装置の概略

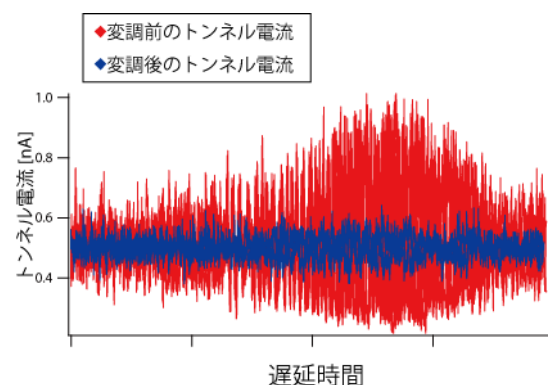


図 2 トンネル電流変化