ポンプ-プローブ STM 発光分光

Pump–probe STM light emission spectroscopy

○上原 洋一¹、片野 諭¹、 桑原 正史²(1.東北大、2.産総研)

^oYoichi Uehara¹, Satoshi Katano¹, Masashi Kuwahara² (1. Tohoku Univ., 2. AIST)

E-mail: uehara@riec.tohoku.ac.jp

- 始めに STM 発光分光では STM 探針から試料への電子トンネルにより 励起される発光スペクトルを計測する。STM 発光分光とポンプープ ローブレーザー分光を組み合わせることにより、ピコ秒の時間分解能 を有する STM 発光分光法を開発したので報告する。
- **原理** STM の試料-探針ギャップに p 偏光ピコ秒レーザー・パルスを照 射した場合に励起される STM 発光は入射レーザー・パルスと同期し ていることがわかっている(例えば、図参照)¹⁾。本手法では s 偏 光ピコ秒レーザー・パルス(以下、ポンプ・パルス)を最初に照射



(a) レーザーパルスと
(b)STM 発光のストリークカメラ像。V。はバイアス電圧。

し、それに引き続いて入射する p 偏光ピコ秒レーザー・パルス(以下、プローブ・パルス)に より誘起される STM 発光を計測する。ポンプ・パルスに対するプローブ・パルスの遅延時間 (以下、 τ)をピコ秒の時間分解能で変化させたときのスペクトル変化から、ポンプ・パルス により誘起される試料物性変化の時間発展を解析する。Sb₂Te₃に対する結果は 2015 年の春の 応用物理学会で報告した。この試料ではポンプ・パルス照射後、30 ps 程度の比較的長い時間 区間にわたり探針直下の結晶構造が可逆的に変化することがポンプ-プローブ STM 発光分光に より判った。今回は、清浄金属単結晶および表面吸着種について報告する。

- 実験 レーザー光源にはモードロックピコレーザーを用いた。干渉計によりポンプ・パルスとプ ローブ・パルスを作成した。レーザー・パルスは光学窓を通して超高真空内に導入され、STM の試料-探針ギャップに照射された。STM 発光スペクトルは分光器と CCD カメラの組み合わ せにより計測した。STM 発光スペクトルから「レーザー光自身が励起する発光の影響」を除去 するために、観測波長領域(ここでは可視域)で STM 発光を励起しない低バイアス電圧に対 する「レーザー・パルス照射下でのスペクトル」をダーク信号として差し引いてある。
- 結果 Au(110)-(2×1)表面の STM 発光では、 τ が 0 ps から 5 ps の範囲で STM 発光スペクトルが 変化した。STM 発光の誘電関数理論によるスペクトル予測との比較から、 τ =1ps 程度から 5ps 程度の時間範囲で Au の誘電関数が変化していることが示唆された。Ni(110)-ST(2x1)構造の Ni アドアトム (H の吸着サイト)からのポンプ-プローブ STM 発光スペクトルはアドアトム列の サイズに依存し、Au(110)-(2×1)より複雑な時間発展を示した。この複雑さは、表面吸着種の STM 発光スペクトルには吸着種の振動エネルギーが微細構造としてスペクトル中に反映され ることに起因すると思われる。詳細については当日報告する。
- 1) Y. Uehara, A. Yagami, K. Ito, and S. Ushioda, Applied Physics Letters 76, 2487 (2000).