

表面セミナー

表面の電子状態 — 2光子光電子分光による励起状態の研究

講師 木下 郁雄 (東京理科大学)

世話人 西村 博人 (北陸先端科学技術大学院大学)

講義の内容

1. はじめに

1-1 表面の電子励起状態

__金属表面の鏡像準位とは

__半導体表面の励起状態とは

1-2 表面化学反応と励起状態

__金属表面に吸着した分子の励起状態とは

__光化学反応における励起状態の役割について

2. 2光子光電子分光

2-1 2光子光電子分光法

__2光子光電子分光法と逆光電子分光法の比較

2-2 測定法

2-2-1 光源

__波長可変レーザー、超短パルスレーザーについて

__入射光の偏光と選択的光電子放出

2-2-2 光電子の検出

__静電型エネルギー分析器

__飛行時間型エネルギー分析器

__検出方法と周辺機器について

2-3 2光子光電子放出

2-3-1 光電子のエネルギーの波長依存性

__入射光のphoton energyに対する光電子のエネルギー

__始状態と中間状態のエネルギーの決定

2-3-2 光電子の強度の波長依存性

__共鳴励起と光電子放出について

2-4 測定例

2-4-1 金属清浄表面の鏡像準位の測定

—Ag、Cu、Ni の(111)、(100) 面の鏡像準位の測定

2-4-2 半導体表面での時間分解 2 光子光電子分光

—半導体表面の励起電子の動的挙動

2-4-3 励起状態の寿命の測定

—フェムト秒レーザーを用いた鏡像準位の励起状態の寿命の測定

2-4-4 吸着表面の励起準位の測定

—吸着表面の鏡像準位と局所的仕事関数

—Cu(111) に吸着したNOからの 2 光子光電子放出

3. 表面研究の今後

本講演では、上記の通り、2 光子光電子分光を用いた表面の電子励起状態の研究について解説します。2 光子光電子分光に関する最近までの論文のリストを下記に掲載しました。あらかじめ数編の論文を読んでおくとう理解の助けになると思います。”表面研究の今後”では、セミナーに出席して頂いた方々と、広く表面研究のこれからの方向について、活発に議論を交えたいと思っています。

References for 2-photon photoemission spectroscopy

Clean surface of metal

- 1) H. W. Rudolf, D. Rieger, and W. Steinmann : Solid State Commun. 34, 427 (1980)
- 2) K. Giesen, F. Hage, F. J. Himpsel, H. J. Riess, and W. Steinmann : Phys. Rev. Lett. 55, 300(1985)
- 3) K. Giesen, F. Hage, F. J. Himpsel, H. J. Riess, and W. Steinmann : Phys. Rev. B33, 5241 (1986)
- 4) K. Giesen, F. Hage, F. J. Himpsel, H. J. Riess, and W. Steinmann : Phys. Rev. B35, 971 (1987)
- 5) K. Giesen, F. Hage, F. J. Himpsel, H. J. Riess, and W. Steinmann : Phys. Rev. B33, 975 (1987)
- 6) Glenn D. Kubiak : J. Vac. Sci. Technol. A5(4), 731 (1987)
- 7) T. Wegehaupt, D. Rieger, and W. Steinmann : Phys. Rev. B37, 10086 (1988)
- 8) W. Steinman : Appl. Phys. A49, 365 (1989)
- 9) S. Schuppler, N. Fisher, W. Steinmann, R. Schneider, and E. Bertel : Phys. Rev. B42, 9403 (1990)
- 10) N. Fisher, S. Schuppler, Th. Fauster, and W. Steinmann : Phys. Rev. B42, 9717 (1990)
- 11) S. Schuppler, N. Fisher, Th. Fauster, and W. Steinmann : Appl. Phys. A51, 322 (1990)

- 12) R. Fisher, N. Fisher, S. Schuppler, Th. Fauster, and F. J. Himpsel : Phys. Rev. B46, 9691 (1992)

Picosecond time-resolved photoelectron spectroscopy

- 13) R. T. Williams, T. R. Royt, J. C. Rife, J. P. Long, and M. N. Kabler : J. Vac. Sci. Technol. 21(2), 509 (1982)
- 14) R. Haight, J. Boker, J. Stark, R. H. Storz, R. R. Freeman, and P. H. Bucksbaum : Phys. Rev. Lett. 54, 1302 (1985)
- 15) J. Boker, R. Haight, R. H. Storz, J. Stark, R. R. Freeman, and P. H. Bucksbaum : Phys. Rev. B32, 3669 (1985)
- 16) J. Boker, R. Storz, R. R. Freeman, and P. H. Bucksbaum : Phys. Rev. Lett. 57, 881 (1986)
- 17) R. Haight, J. A. Silberman, and M. I. Lilie : Rev. Sci. Instrum. 59(9), 1941 (1988)
- 18) J. Boker : Science 246, 1130 (1989)
- 19) R. Haight, J. A. Silberman : IEEE J. Quantum Electron. 25, 2556 (1989)
- 20) M. Baeumler, and R. Haight : Phys. Rev. Lett. 67, 1153 (1991)
- 21) R. Haight, and M. Baeumler : Phys. Rev. B46, 1543 (1992)

Femtosecond study

- 22) R. W. Schoenlein, J. G. Fujimoto, G. L. Eesley, and T. W. Capehart : Phys. Rev. Lett. 61, 2596 (1988)
- 23) R. W. Schoenlein, J. G. Fujimoto, G. L. Eesley, and T. W. Capehart : Phys. Rev. B41, 5436 (1990)
- 24) R. W. Schoenlein, J. G. Fujimoto, G. L. Eesley, and T. W. Capehart : Phys. Rev. B43, 4688 (1991)

Adsorbate or interface

- 25) D. Rieger, T. Wegehaupt, and W. Steinmann : Phys. Rev. Lett. 58, 1135 (1987)
- 26) N. Fisher, S. Schuppler, R. Fisher, Th. Fauster, and W. Steinmann : Phys. Rev. B43, 14722 (1991)
- 27) D. F. Padowitz, W. R. Merry, R. E. Jordan, and C. B. Harris : Phys. Rev. Lett. 69, 3583 (1992)
- 28) T. Munakata, K. Mase, and I. Kinoshita : Surf. Sci. 286, 73 (1993)
- 29) W. R. Merry, R. E. Jordan, D. F. Padowitz, and C. B. Harris : Surf. Sci. 295, 393 (1993)
- 30) R. Fisher, S. Schuppler, N. Fisher, Th. Fauster, and W. Steinmann : Phys. Rev. Lett. 70, 654 (1993)
- 31) N. Fisher, S. Schuppler, R. Fisher, Th. Fauster, and W. Steinmann : Phys. Rev. B47, 4705 (1993)