

4P088

## 角度分解顕微 2 光子光電子分光装置の開発

( 阪大院理 )

村上 健、山田 剛司、宮久保 圭祐、宗像 利明

### [序論]

有機薄膜を利用した次世代デバイスの電気伝導は、金属電極と有機薄膜界面に形成される占有・非占有準位を通じての電荷伝達が基本となっている。そのため電極のフェルミ準位に対する有機薄膜の占有・非占有準位の位置を明らかにすることは電荷伝達特性を決定する上で重要となるが、これまで有効な測定手法が無かったこともあり、非占有準位に関しては得られる情報が少なかった。2光子光電子分光法(2PPE)はフェルミ準位近傍の占有・非占有準位を両方同時に高分解能で検出できるという特徴を持つ。また有機分子が固体表面に吸着すると、分子間相互作用や基板-分子間相互作用によりしばしばマイクロメートルサイズの結晶を作ることが知られている。また、占有準位の空間的な分布が均一でも非占有準位は不均一となる例が報告されており、さらに膜の作り方によって電子の有効質量が変化する例も報告されている。これらのことから有機薄膜の電子状態や種々の相互作用の理解には顕微測定が不可欠となる。我々の研究室ではサブミクロン(0.3  $\mu\text{m}$ )の空間分解能を達成し、かつ高いエネルギー分解能( $\Delta E=30$  meV)を有するレーザー顕微光電子分光法を開発した[1]。これは回折限界まで集光したレーザー光を光源とした測定手法であり、高エネルギー分解能を生かして PbPc/HOPG での非占有準位の測定に成功した[2]。界面の電子状態の理解には角度分解測定からのバンド構造の観測が重要であるが、単純に試料を回転することではサブミクロンの精度で試料の位置を一定にすることはできない。そこでレーザー顕微光電子分光法と角度分解能を有した電子分光器を組み合わせることで有機薄膜での分散関係が観測可能な角度分解顕微 2 光子光電子分光装置(Micro-AR2PPE)を開発した。

### [要求仕様]

表面準位や分子間相互作用の安定化をとらえるためには 30 meV 程度のエネルギー分解能が必要とされる。また、空間分解能はできるだけ高いものが望ましいが、 $\mu\text{m}$  サイズの結晶を作ると考えられる有機薄膜の電子状態を明らかにする上でサブミクロンの空間分解能が意味のある条件であると考えられる。また、エネルギー分解能の要求から必要とされ

る角度分解能と取り込み角度は、既知の Cu(111)のショックレー準位の分散[3]を参考にすると、角度分解能は  $1.5^\circ$  以下、取り込み角度は  $\pm 17^\circ$  程度が必要とされる。

### [設計]

Fig.1 に装置の概観と模式図を示す。光源には Ti:Sa レーザー(パルス幅 100 fs)の第 3 高調波 ( $h\nu = 4.13 \sim 4.74 \text{ eV}$ ) を用い、発生させた高調波は開口数 0.29 の Schwarzschild 反射集光ミラーにより試料表面上にマイクロスポットを形成し、試料から放出された光電子はエネルギー分解能  $2.5 \text{ meV}$ 、取り込み角度  $\pm 15^\circ$ 、角度分解能  $0.1^\circ$  の半球型エネルギー分析器(SCIENTA R3000)で検出される。また高精度ステージを用いることで試料を  $0.1 \mu\text{m}$  の精度で走査することが可能である[4]。現在は有機薄膜の微結晶の角度分解測定への発展を目指し、多結晶銅を試料としている。多結晶銅では数十  $\mu\text{m}$  のサイズで(111)面が露出した島状の領域があることが報告されているため[5]、1つの結晶粒塊での角度分解測定が期待される。

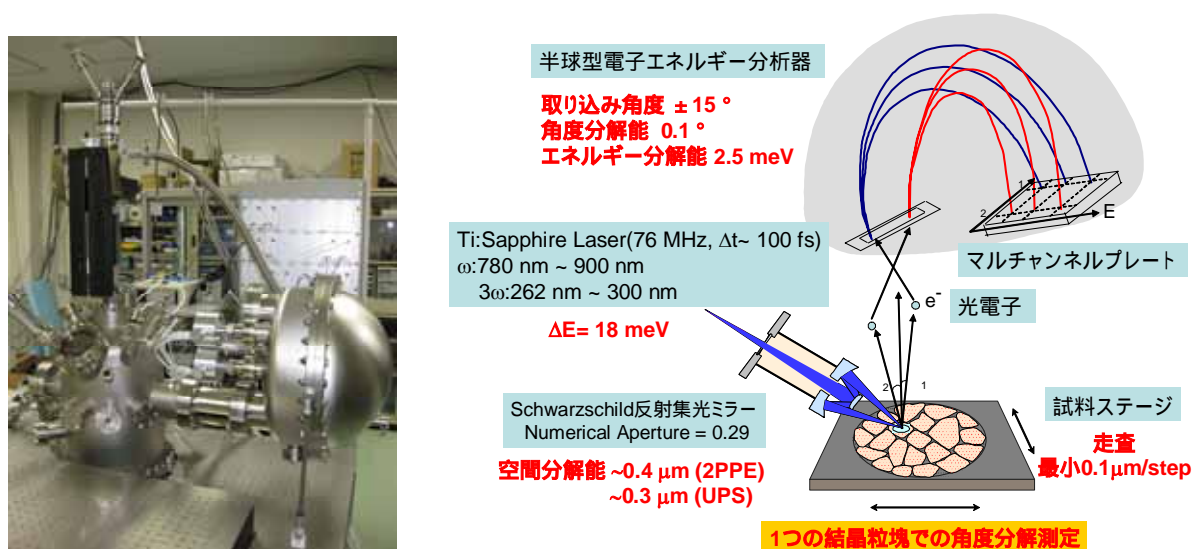


Fig.1 装置概観と装置模式図

### 参考文献

- [1]T. Munakata *et al.*, Surf. Sci. **532-535**, 1140 (2003).
- [2]I. Yamamoto *et al.*, Phys. Rev. B **77**, 115404 (2008).
- [3]T. Munakata *et al.*, J. Chem. Phys. **110**, 2736 (1999).
- [4]松浦ら,分子科学討論会 2007 仙台,2P137
- [5]T. Munakata *et al.*, Surf. Sci. **593**, 38 (2005).