100 meV 以上の超高分解能逆光電子分光測定のための電子銃の開発

Development of Electron Gun for Inverse Photoelectron Spectroscopy Having the Energy Resolution Better than 100 meV

千葉大院融合 [1], 千葉大院工 [2], 千葉大 MCRC[3], FZJ[4] ○(D)佐藤 晴輝 [1], (M1)久保 美潤 [2], Bocquet François C. [4], Ibach Harald[4], Tautz F. Stefan[4], 吉田弘幸 [2,3]

Chiba Univ. [1,2,3], Forschungszentrum Jülich [4], ○Haruki Sato[1], Mihiro Kubo[1], François C. Bocquet[4], Harald Ibach[4], F. Stefan Tautz[4], Hiroyuki Yoshida[2,3]

E-mail: h.sato@chiba-u.jp

有機半導体では、電子輸送特性が正孔輸送特性よりも劣ることが大きな課題である。この課題を解決するには、伝導帯バンド構造の分裂や線幅を詳細に観測し、電子輸送特性を決定づける移動積分や電子―フォノン結合定数を精密に決定する必要がある。そのためには、空準位をエネルギー分解能 100 meV 以上で測定しなければならない。

有機半導体の空準位を非破壊かつ高 SN 比で直接観測できる手法は、低エネルギー逆光電子分光法(LEIPS)である[1]。LEIPS では、電子銃により生成した電子線を試料に照射し、その電子が空準位に緩和することで放出される光子をバンドパスフィルター(BPF)により波長選択して光電子増倍管で検出する。従って、LEIPS のエネルギー分解能は、電子線のエネルギー広がりと BPF のバンド幅の畳み込みとなる。BPF は 46 meV のバンド幅を達成している。一方で、電子線のエネルギー広がりは熱広がりにより決まり、220 meV 程度である。このため、現在の LEIPS のエネルギー分解能は 250 meV しかない。そこで本研究では、電子線のエネルギー広がりを狭くするため、静電アナライザーを用いた新たな電子銃を開発した。

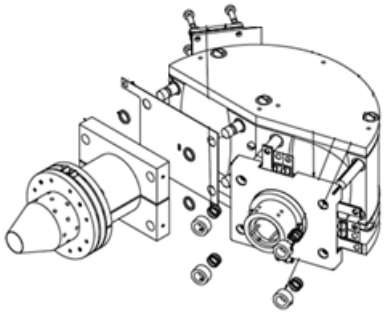

Fig. 1 Drawing of the electron gun.

電子銃の図を Fig. 1 に示す。既報の高分解能電子エネルギー損失分光（HREELS）用の電子源[2]を、LEIPS 用に電流を 1000 倍以上取れるように改良したものである。電子銃は、電子線を生成するカソード部、電子線のエネルギーを選別するモノクロメータ部、電子線を試料に導くトランスファーレンズ部から構成される。空間電荷の影響を取り込んだ電子線の軌道シミュレーションによれば、この電子銃から、250 nA の電子線を 52 meV のエネルギー広がりで引き出すことができる (Fig. 2)。このとき LEIPS の全エネルギー分解能は 70 meV まで向上する。講演では、開発した電子銃の性能 (電子ビームの大きさ、エネルギー分解能等)評価結果を報告する予定である。

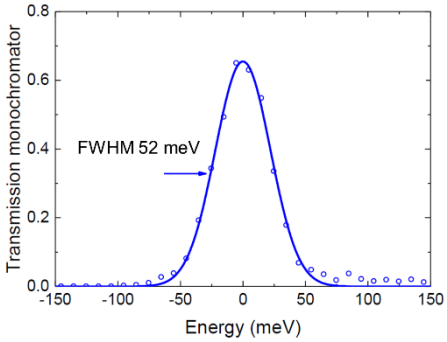

Fig. 2 Simulated transmission of electrons as function of energy.

[1] H. Yoshida, Chem. Phys. Lett. **539–540**, 180 (2012).

[2] H. Ibach *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **88**, 033903 (2017).