

# 低エミッタンスのフェムト秒電子線パルスを用いた超高速電子回折の研究

Ultrafast electron diffraction using low-emittance femtosecond electron pulses

\* 玄 一貴, 楊 金峰, 菅 晃一, 吉田 陽一

阪大産研

フォトカソード RF 電子銃を用いて、カソードでのレーザー集光や電子ビームのコリメーションによる低エミッタンスフェムト秒電子線パルスを発生し、フェムト秒時間分解電子線回折測定を通して Al、Ge と TiCl<sub>3</sub> の結晶構造解析を行った。また、電子回折パターンとエミッタンスとの依存性についても検討を行った。

**キーワード：**フェムト秒電子線パルス, RF 電子銃, 電子線回折, 構造解析

## 1. はじめに

構造変化を伴う物理化学反応現象は、フェムト秒の時間とナノメートルの空間スケールで進行することが知られている。これらの現象を測定するために、我々の研究室では、フォトカソード高周波 (RF) 電子銃を用いて、フェムト秒時間電子線パルスによる超高速電子線回折装置の開発を行っている。今まで、金、シリコン単結晶材料における光誘起相転移ダイナミクスの研究が行われたが、利用拡大を目指して、本研究ではビームエミッタンスの低減、輝度の向上を行い、単結晶と多結晶の金属、半導体、ケミカル化合物など幅広い物質材料の構造解析を行った。

## 2. 実験結果

我々が開発した時間分解電子線回折装置はフォトカソード RF 電子銃、電子レンズ系、電子回折図形の結像部と検出部で構成される。本研究では、低エミッタンスの電子ビームを得るために、まず、カソード(無酸素銅)に照射するレーザーを集光させ初期エミッタンスの低減を行った。次にコンデンサ絞りの直径を 2mm から 0.3mm まで縮小し、更なるエミッタンスの低減を試みた。図 1 に 2.5MeV のフェムト秒電子線パルスを用いて観測した多結晶 Al の電子回折図形と (220) の回折リングの幅を示す。結果として、0.3mm の小さいコンデンサ絞りを使用しても、高次の回折リングを明確に観測可能であることを示す。また、小さい絞りを使用するにつれて、回折リングの幅が狭くなることが分かった。これはビームの低エミッタンス化によってコントラストが向上した証拠である。更に、本実験では、多結晶 Al のみならず、単結晶の Au や Si、多結晶の Ge と TiCl<sub>3</sub> において、構造解析可能な電子回折図形を観測することができた。

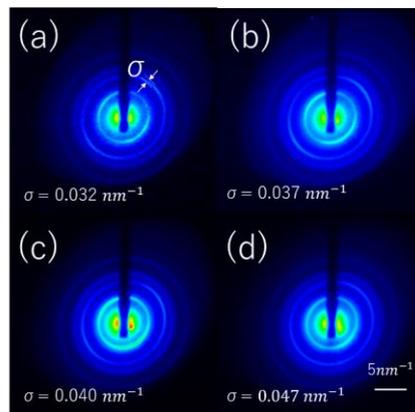


図 1 直径が(a)0.3, (b)0.5, (c)1, (d)2 mm のコンデンサ絞りをを用いた多結晶 Al の電子回折図形と (220) の回折リングの幅

## 3. 結論

カソードに照射するレーザーの集光およびコンデンサ絞りによるエミッタンスの低減を行い、多結晶の物質においても明瞭な電子回折図形を得ることができた。これにより、金属、半導体、ケミカル化合物などの幅広い物質材料の構造解析を可能にした。

\* Kazuki Gen, Koichi Kan, Jinfeng Yang, Yoichi Yoshida