

# 自由電子レーザー引き出し効率のリアルタイム計測に向けた 二次電子放出型電荷分布モニタ開発

Development of Charge Distribution Monitor based on Secondary Electron Emission  
for Real Time Measurement of Extraction Efficiency of Free Electron Laser

\*全 炳俊

京都大学エネルギー理工学研究所

自由電子レーザー引き出し効率のリアルタイム測定を可能とするアレイ型エネルギー分布計測系の開発を目指し二次電子放出型電荷分布測定系の開発に着手した。測定原理や試作機の試験結果などを報告する。

**キーワード**：自由電子レーザー，引き出し効率，二次電子放出型検出器

## 1. 緒言

自由電子レーザー(FEL)は高エネルギー電子の運動エネルギーを FEL 相互作用により電磁場のエネルギーに変換し、レーザー増幅・発振を達成するレーザーである。この際の変換効率は『引き出し効率』と呼ばれ、FEL の性能を決定付ける重要なパラメータである。これまでは偏向電磁石、ファラデーカップおよびスリットを用いたスキャン型の時間分解電荷分布測定系を用いて FEL 発振・非発振時の電子ビームのエネルギー分布を測定しその結果から引き出し効率を求めていた[1]。この手法では多数のショットを平均化した情報しか得られないと共に、1回の測定に十分程度の時間を要する。効率的な装置調整、運転条件最適化のためには、リアルタイムで引き出し効率を測定可能な方法が求められており、本研究では二次電子放出型電荷モニタに着目し、試作機を作成してその適用可能性を評価した。

## 2. 二次電子放出型検出器

電子ビームが物質に当たると物質中の電子がはじき出される。これを二次電子放出と呼び、はじき出された電子は二次電子と呼ばれる。電子のエネルギーが物質を貫通するために十分なエネルギーを有している場合、二次電子放出により放出された電子の個数だけ物質は正に帯電する。帯電した電荷を外部抵抗に流し、生じた電圧を計測することで物質を通り抜けた電子の数を知ることが可能となる。図1に本研究で製作した二次電子放出型アレイ検出器の試作機を、図2に実際に得られた電圧波形を示す。試作機は4つのリボン型電極を表裏2枚の捕集電極で挟んだ形をしている。結果として100 mV を超える電圧信号が得られると共に、100 ns 以下の高い時間分解能が得られることが分かった。

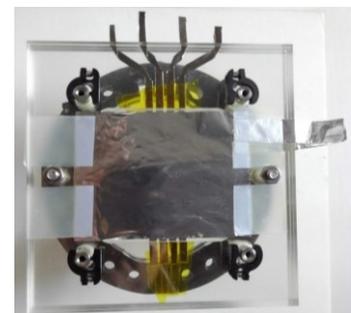


図1: 試作機の写真

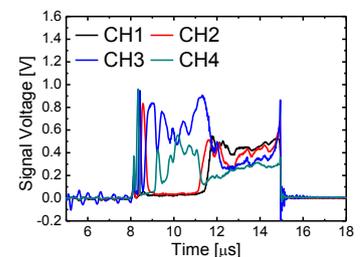


図2: 信号波形

## 3. 結論

電荷分布の時間発展を高時間分解能で計測可能な測定器として、二次電子放出を利用したアレイ型検出器の試作機を作り性能を評価し、高い信号強度と時間分解能が得られることが分かった。

## 参考文献

[1] H. Zen, H. Ohgaki, and R. Hajima, Physical Review Accelerators and Beams, 23, 070701 (2020).

\*Heishun Zen Institute of Advanced Energy, Kyoto University