

電子デバイス材料診断へ向けた高輝度電磁波発生プラズマフォトリックデバイス開発ユニット

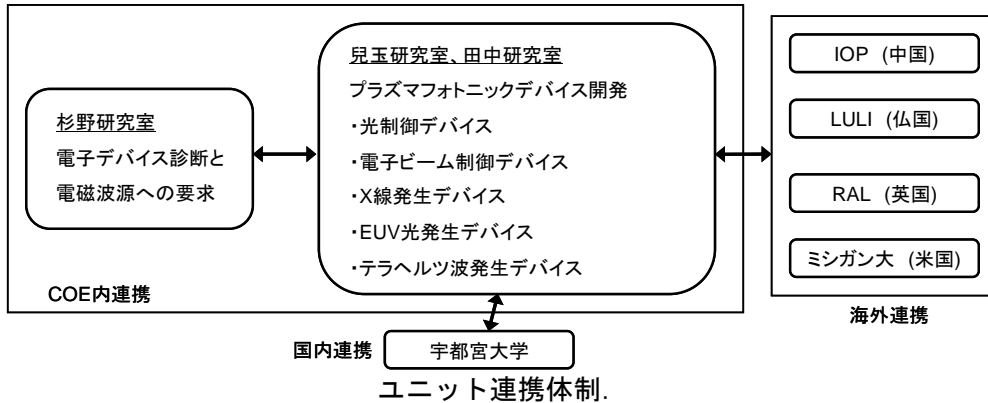
ユニットリーダー の氏名・所属	氏名	役職	所属(部局・専攻・講座)
	犬伏 雄一	PD	工学研究科・電気電子情報工学専攻・先進電磁エネルギー工学講座
ユニットの概要	<p>超高強度レーザーにより生成される高エネルギー密度状態を利用することで、これまで取り扱うことが困難であった超高強度光や高エネルギー粒子ビームを制御するプラズマフォトリックデバイスの開発研究を行う。これらのデバイスを組み合わせることでテラヘルツからX線までの幅広い波長領域をカバーできる効率的な小型電磁波源を開発し、従来にない次世代電子デバイス材料診断への応用を目指す。国内、海外の研究機関が連携し、各ユニットメンバーの実験、理論シミュレーション、またその高い技術力を幅広く融合することで研究を推進する。</p>		
研究背景 および目的	<p>電子デバイス材料診断への応用を目指し、プラズマフォトリックデバイスの開発を行い、それらを利用した小型電磁波源の開発研究を行う。プラズマフォトリックデバイスとは、超高強度レーザーにより生成される高エネルギー密度状態を利用することで通常の光学系や制御デバイスでは取り扱うことが困難である超高強度光や高密度荷電粒子ビームなどの直接制御を行うデバイスである。プラズマの誘電率・導電率を理解しその機能性を利用するという点において、それ自体が新たな光・電子デバイスとなる可能性を持っており、幅広い分野への貢献が期待されている。電子デバイス材料診断への応用のために個々のプラズマフォトリックデバイスの評価を行った上で、これらを統合し電磁波源を開発する。この電磁波源は従来の放射光施設のような大型装置に比べ非常に小型であり、その波長選択性から新たな電子デバイス診断を実現できる可能性がある。</p>		

IDER ユニットの構成

氏名	役職	所属	氏名	役職	所属
[ユニットリーダー] 犬伏 雄一	PD	電気電子情報工学専攻	P. Guillou	PhD student	LULI Ecole Polytechnique
[ユニットメンバー] 金 展	PD	電気電子情報工学専攻	K. L. Lancaster	PD	Rutherford Appleton Laboratory
中堤 基彰	D3	電気電子情報工学専攻	J. S. Green	PhD student	Rutherford Appleton Laboratory
西田 明憲	M2	電気電子情報工学専攻	Zhe Zhang	PhD student	Institute of Physics
田中 敏博	M1	電気電子情報工学専攻	Miao-Hua Xu	PhD student	Institute of Physics
今 亮	M1	電気電子情報工学専攻	Yi Zhang	PhD student	Institute of Physics
道端 拓也	M1	電気電子情報工学専攻	Feng Liu	PhD student	Institute of Physics
申 定訓	B4	電気電子情報工学専攻	松岡 健之	PD	Univ. Michigan
青木 秀充	准教授	電気電子情報工学専攻	[ユニットアドバイザー] 兒玉 了祐	教授	電気電子情報工学専攻
近藤 公伯	准教授	電気電子情報工学専攻			
羽原 英明	助教	電気電子情報工学専攻			
谷本 壮	D2	電気電子情報工学専攻			
中新 信彦	M2	電気電子情報工学専攻			
湯上 登	准教授	宇都宮大学大学院工学研究科・エネルギー環境科学専攻			
東口 武史	助教	宇都宮大学大学院工学研究科・エネルギー環境科学専攻			
大島 伸夫	D2	宇都宮大学大学院工学研究科・エネルギー環境科学専攻			

平成 19 年度の研究成果

本 IDER ユニットでは、電子デバイス材料診断を目指し、国内・海外の研究機関の有する研究シーズを幅広く融合することでプラズマフォトリックデバイス開発を推進する。



平成 19 年度において、電磁波発生デバイスの要素技術となるプラズマフォトリックデバイス開発研究について以下の成果が得られた。

光制御デバイス

超高強度レーザーの光を制御するデバイス“プラズマミラー”の実験的研究を行った。プラズマミラーは、プラズマを光学素子として利用するものであり、従来取り扱うことが出来なかった超高強度の光を制御することが可能である。実験は中国四川省綿陽市にあるレーザー装置“SILEX”（集光レーザー強度： $>10^{19}$ Wcm²）を用いて日中共同研究として行った。平板状のプラズマミラーを用いることでレーザーのメインパルスに付随する予備パルスの低減に成功した。また、湾曲プラズマミラーを用いたレーザーの集光実験では当初予想された集光強度は得られなかったが、その原因はレーザーの予備パルスにあることがわかり、今後の研究に有用な実験結果及び重要な知見を得ることができた。

テラヘルツ波発生デバイス

周期構造を有する伝導体に相対論電子ビームが伝播するとスミスパーセル放射という電磁波放射が起きる。スミスパーセル放射の波長は周期構造に依存するため、テラヘルツ領域の波長可変光源として電子デバイス材料診断に有効であると考えられる。本研究ではレーザー生成電子ビームによるスミスパーセル放射の原理実証として、赤外線領域における実験を実施した。実験は大阪大学のレーザー装置と中国の SILEX を用いた。その結果、放射角度に依存するスペクトルが得られ、赤外線領域におけるスミスパーセル放射が確認された。

EUV光発生デバイス

EUV 領域の光に対する物質の吸収端近傍の屈折率は 1 を上回り、その物質中を相対論電子が伝播した場合にはチェレンコフ光が放射される。このチェレンコフ EUV 光に関する理論的研究を行った。計算結果では、屈折率の特性から単色となり、指向性を有することが明らかとなった。また、ターゲットとする物質を変えることで数十 eV から数 keV の光子エネルギーの範囲で波長可変となることがわかった。今後は、これらの成果を元にチェレンコフ EUV 光に関する実験的研究を推進する。

次年度以降は電磁波源の基礎となる個々のプラズマフォトリックデバイスの開発を推進すると同時に、これらのデバイスの特性評価を行い、小型電磁波源へ向けたデバイスの統合を模索する。