

自由電子レーザーの産業化に向けた技術および国際動向の調査研究

概要

高エネルギー加速器の新たな産業利用を目的とし、主に半導体リソグラフィ用EUV露光光源としてコヒーレント放射光であるEUV自由電子レーザーの実用化可能性を産業（業界）動向/ニーズや技術的見地から調査研究する。
産業用光源としてあるべき姿と産業化プランを世界に向け提示し、グローバルなコンセンサスの形成を図り、世界的な開発プロジェクト（大強度EUV-FEL光源）の実現を目指す。

半導体リソグラフィ微細化の現状と課題

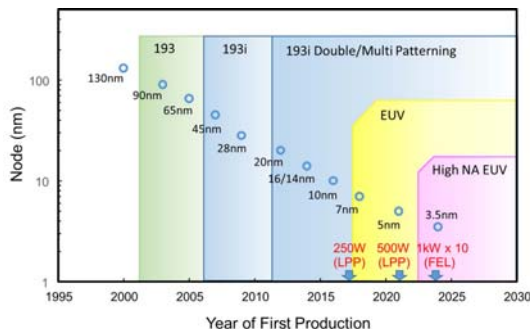
[背景]

IoT等のICT技術の活用には、更なる微細化による情報処理デバイスの飛躍的な性能向上が不可欠である。現在、レーザープラズマ(LPP)光源を用いたEUV露光技術が開発中である。

[課題]

今後のデバイスの微細化には、10kW級の光源出力が必要である。現在のLPP光源技術の延長では実現困難であり、新しい大強度EUV光源技術が求められる。

ロジックLSIの微細化と期待されるEUV光源出力



大強度EUV-FEL光源の検討

[新方式光源の提案]

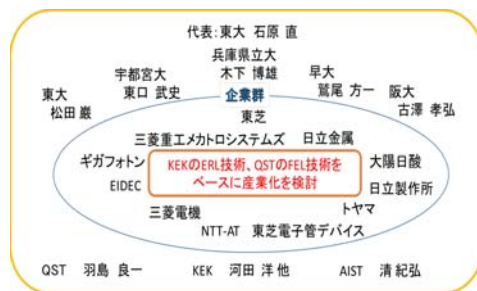
高エネルギー加速器技術を用いたEUV自由電子レーザー (FEL) 光源技術を開発し、従来のLPP技術では達成が難しい10kW級の超高出力光源を実現する。

[鍵となる技術]

- エネルギー効率の高いエネルギー回収型超伝導加速器(ERL)技術 (800MeV, 20mA)
- 超高出力自由電子レーザー技術 (~30kW)
- cERLで開発した技術

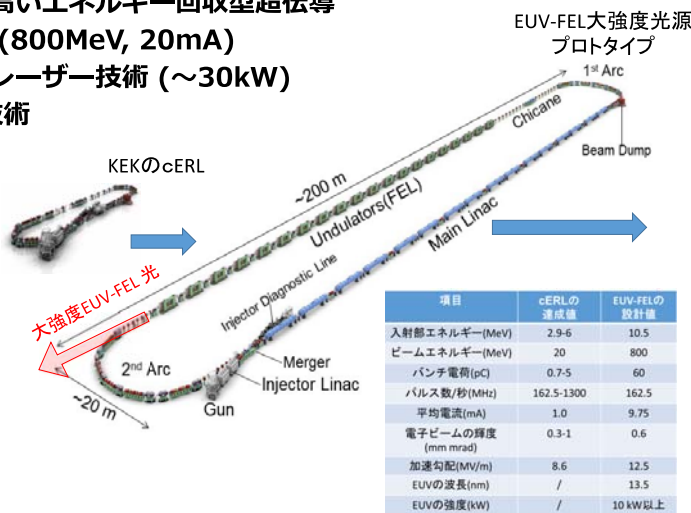
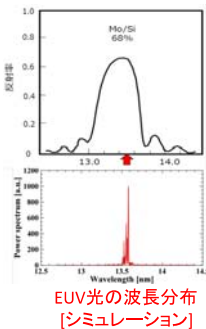
[検討・開発体制]

関連企業・大学・研究機関で「EUV-FEL光源産業化研究会」を組織



EUV-FEL大強度光源プロトタイプ

多層膜ミラーの反射率



項目	cERLの達成値	EUV-FELの設計値
入射部エネルギー(MeV)	2.9-6	10.5
ビームエネルギー(MeV)	20	800
パンチ電荷(pC)	0.7-5	60
パルス数/秒(MHz)	162.5-1300	162.5
平均電流(mA)	1.0	9.75
電子ビームの輝度 (mm mrad)	0.3-1	0.6
加速勾配(MV/m)	8.6	12.5
EUVの波長(nm)	/	13.5
EUVの強度(kW)	/	10 kW以上

cERLの達成値とEUV-FELの設計値

EUV-FEL光源のLSI工場実装イメージ

EUV-FEL光源施設から複数台の露光機にEUV光を供給



実現に向けた国際協力の構築へ

1) 国際協力構築 (グローバルなコンセンサス形成) に向けた活動

- 半導体関連学会でのFEL技術の発信と認知
- 半導体露光装置メーカー (主としてA社) との連携
- 半導体各社との意見交換
- 微細加工技術の動向調査

2) EUV-FEL光源のアクティビティの広報

- EUV-FEL Workshopの開催 (12月13日@秋葉原)

3) 自由電子レーザー産業化に向けた要素技術開発

