



電子ビーム描画装置（ELS-BODEN） による高スループット描画

2022/3/11

ナノプロセッシング施設オンラインセミナー
『マスクレス描画技術』

ELIONIX

株式会社エリオニクス

永井佐利

ELIONIX



目次

- ELS-BODENの紹介
 - コンセプト
 - 鏡筒選択
 - 新ソフトelms
- ELS-BODENのスループット
 - ドーズ時間
 - スキャンオーバーヘッド時間
 - データ転送時間
 - ステージ移動時間
- まとめ



New Electron Beam Lithography system



ELI-BODEN



ELI-BODEN Σ



New Electron Beam Lithography system

新たな特徴:



ELS-BODEN

Module system

New Scan system

New GUI: elms

High-end model:
ELS-BODEN Σ
UHSEB



New Electron Beam Lithography system

新たな特徴:



ELS-BODEN

Module system

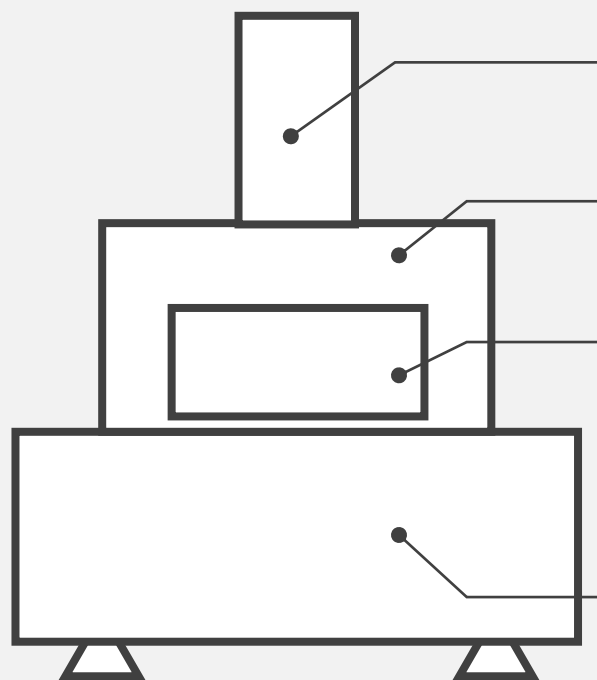
New Scan system

New GUI: elms

High-end model:
ELS-BODEN Σ
UHSEB

Module system

用途や環境に応じて仕様をカスタマイズ



鏡筒



50 kV (大電流型) 100 kV
125 kV 150 kV

チャンバー



8 inch 12 inch

ローダー



シングルカセット型 マルチカセット型
12 inch FOUPロボット型 PEB対応ロボット型
各種サイズに対応したロボット型

除振台



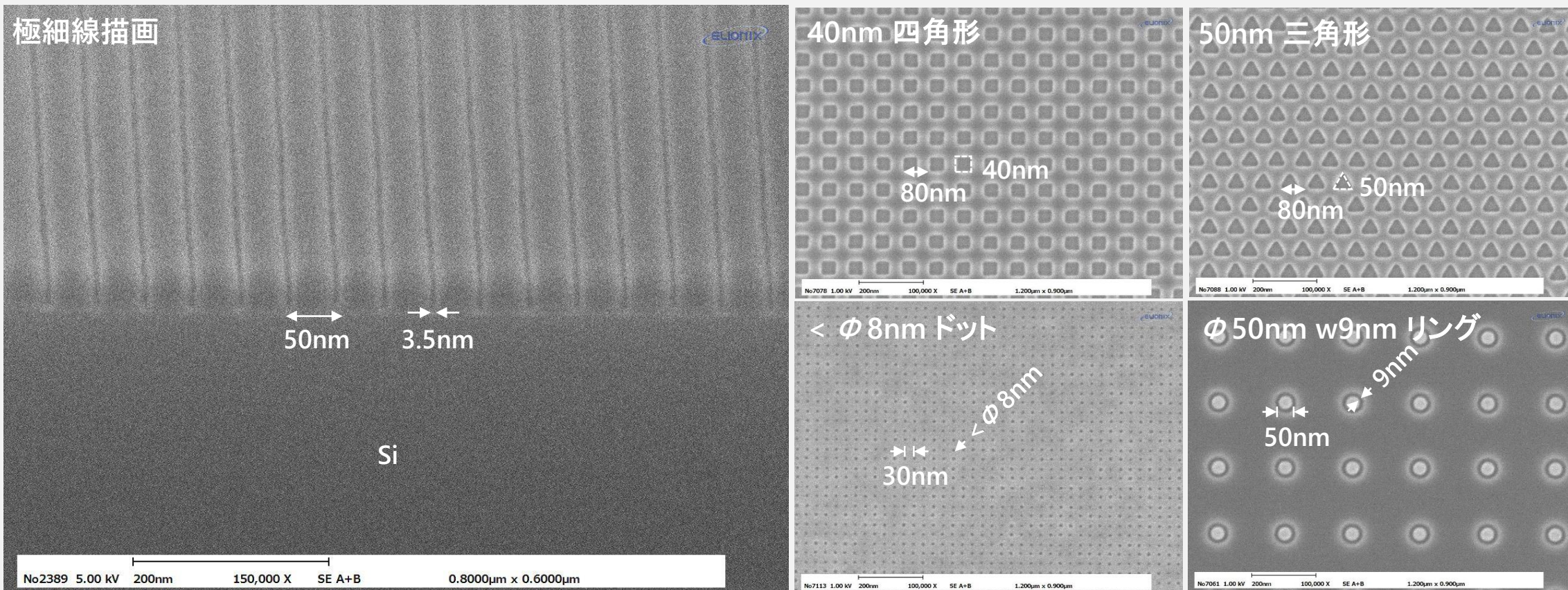
アクティブ型
パッシブ型

Module system - 鏡筒(加速電圧)の選択 -

	低加速電圧	高加速電圧
電子散乱	<p>電子ビーム レジスト 基板</p> <p>後方散乱: 密 前方散乱: 広 侵入深さ: 浅</p>	<p>後方散乱: 疎 前方散乱: 狭 侵入深さ: 深</p>
描画形状	<p>分解能: 低</p>	<p>分解能: 高</p>
スループット	<p>※ ZEP520A @50kV ≒ 100 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$</p>	<p>※ ZEP520A @150 kV ≒ 280 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$</p>

Module system - 鏡筒(加速電圧)の選択 -

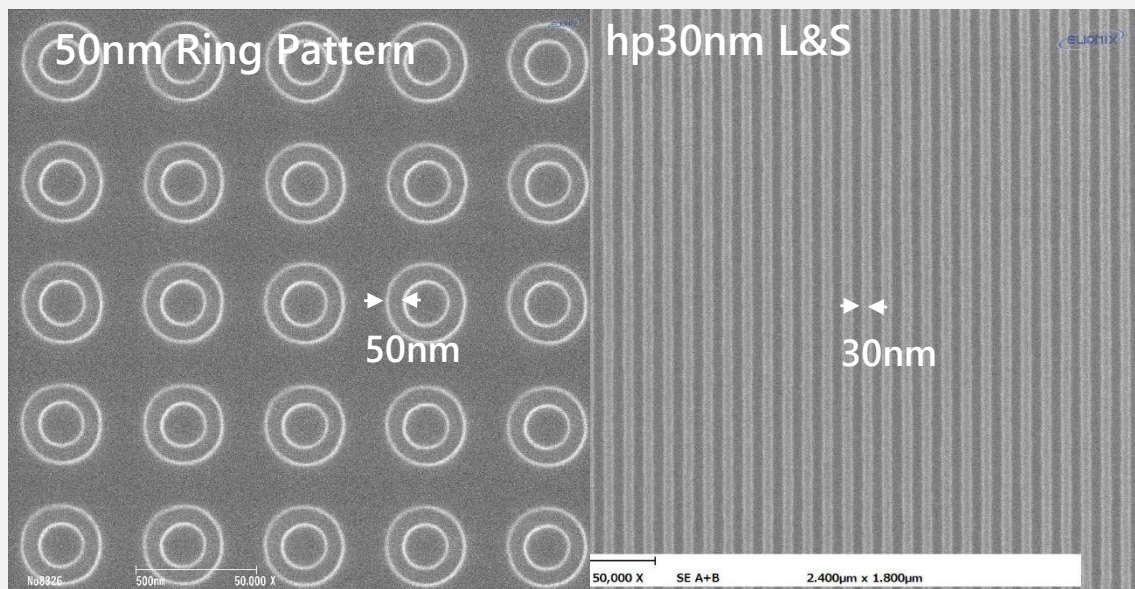
● 150 kV 描画例



➡ シングルナノメートルの超微細加工

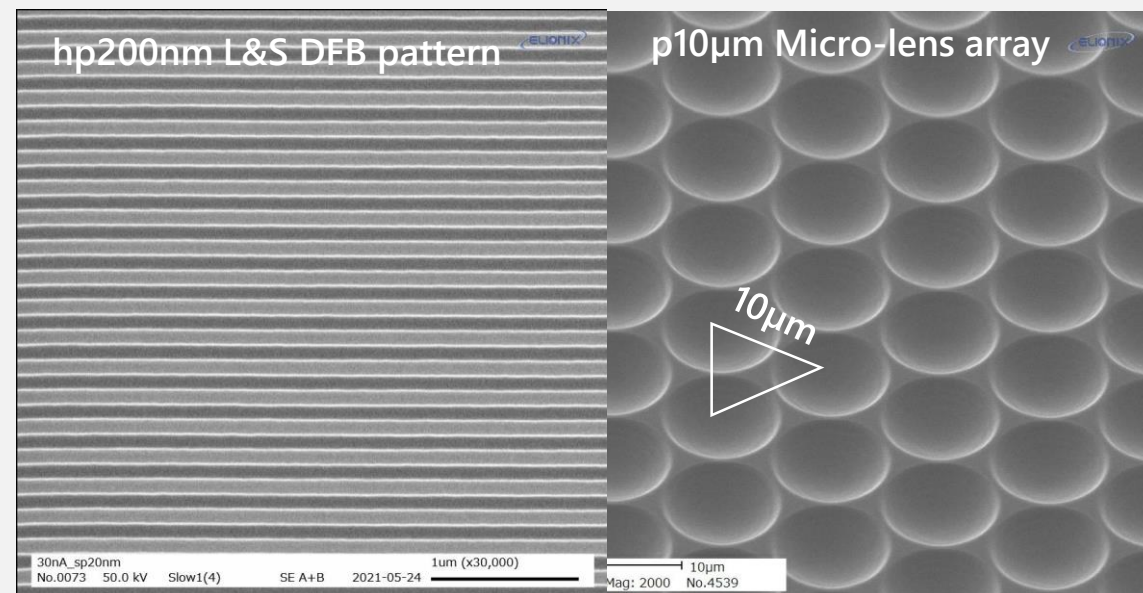
Module system - 鏡筒(加速電圧)の選択 -

● 100 kV 描画例



➡ 幅広い寸法レンジをカバー

● 50 kV (大電流型) 描画例



➡ 100nm以上のパターンにおいて最速



New Electron Beam Lithography system

新たな特徴:



ELS-BODEN

Module system

New Scan system

New GUI: elms

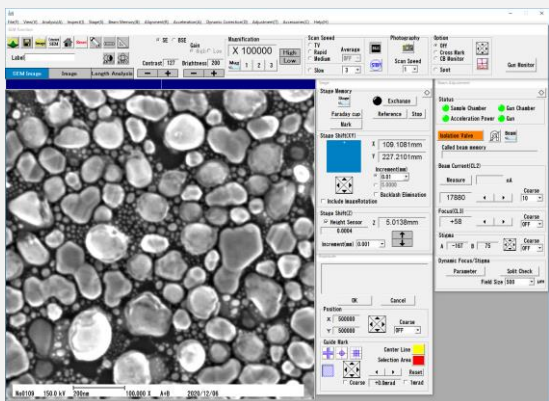
High-end model:
ELS-BODEN Σ
UHSEB

New GUI: elms

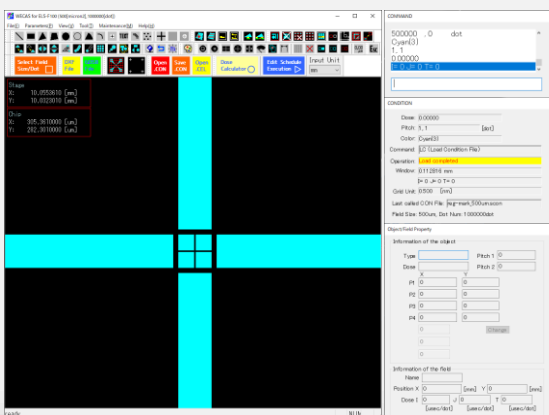
■ 従来のソフトウェア:

2つのソフトウェアに機能が分散

SEM GUI



WecaS



■ elms

1つのソフトウェアに集約, 機能ごとに整理して分割



VAC: 真空度表示と装置状態の診断

CALB: ビーム調整とSEM観察

EXP: 描画条件とスケジュールの設定

CONV: 描画用データへの変換

METR: SEM像の測長・解析

BSCO: ビーム径測定

ACCO: アカウント管理

➡ 必要な機能を見つけやすくなり, 作業効率が格段にUP



New Electron Beam Lithography system

新たな特徴:



ELS-BODEN

Module system

New Scan system

New GUI: elms

High-end model:
ELS-BODEN Σ
UHSEB



描画時間スループット要素

- ドーズ時間
- スキャンオーバーヘッド時間
- データ転送時間
- ステージ移動時間

ステージ速度、フィールドサイズ拡大により短縮



描画時間スループット要素

- ドーズ時間
- スキャンオーバーヘッド時間
- データ転送時間
- ステージ移動時間

ステージ速度、フィールドサイズ拡大により短縮

ドーズ時間

スループット

Substrate: Si

Resist: ZEP520A, 200 nm

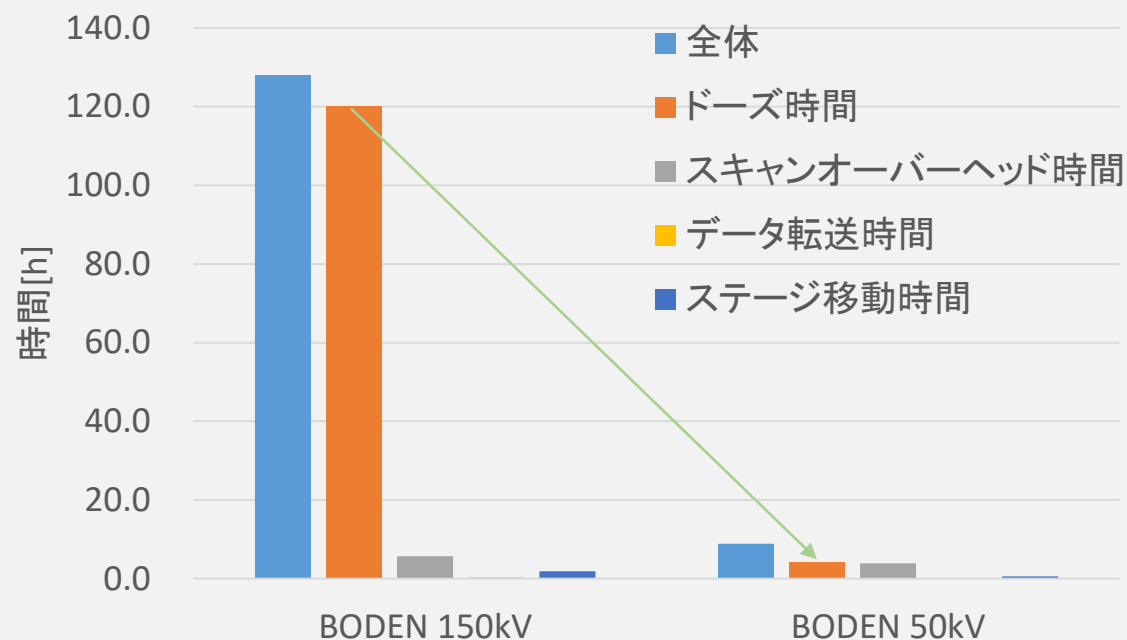
Pattern: p1000 nm L&S

layout: 4inch (coverage ≒ 100%)

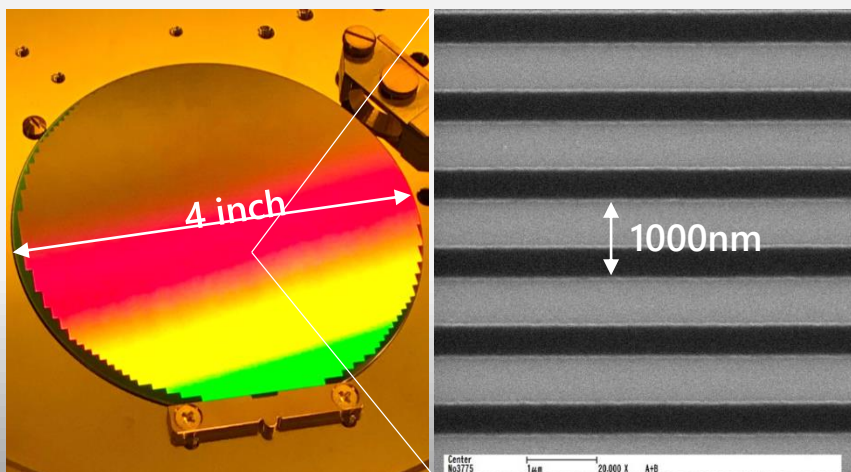
Beam Current: 200 nA (@ 50 kV),
20 nA (@ 150 kV)

Field size: 1000 μm (@ 50 kV)
500 μm (@ 150 kV)

● Exposure result



➡ スループットにおいて、レジスト感度、大電流化により50kVが圧倒的に優位





New Electron Beam Lithography system

- ドーズ時間

ビーム照射時間。大電流化により短縮。
高加速より低加速の方がレジスト感度が良い

- スキャンオーバーヘッド時間

- データ転送時間

- ステージ移動時間

ステージ速度、ステージカメラ拡大により短縮

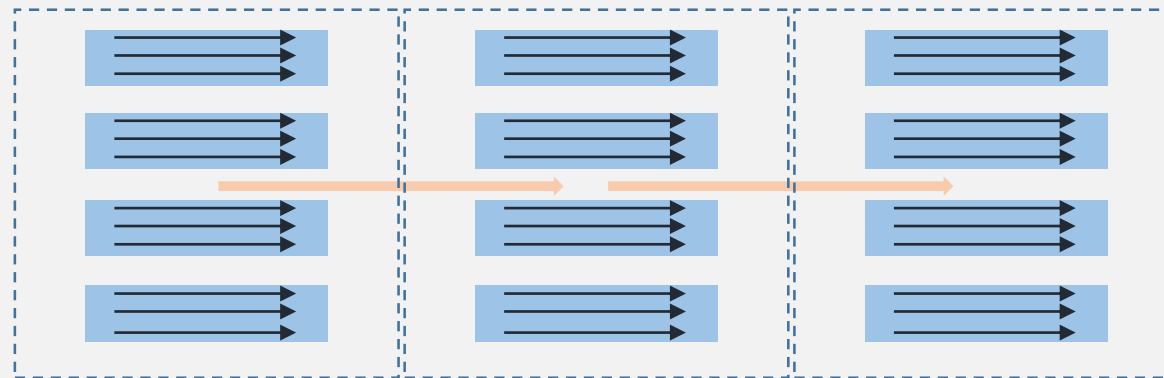


スループット

スキャンオーバーヘッド時間

スキャンの応答性に対応した待ち時間

- 高速偏向が可能な電子光学系、高速偏向アンプ回路を導入
- 各種電気補正回路の最適化による高速化





New Electron Beam Lithography system

- ドーズ時間

ビーム照射時間。大電流化により短縮。
高加速より低加速の方がレジスト感度が良い

- スキャンオーバーヘッド時間

ライン1本ごとのwait時間。応答性の良い偏向システムにより短縮。

- データ転送時間

- ステージ移動時間

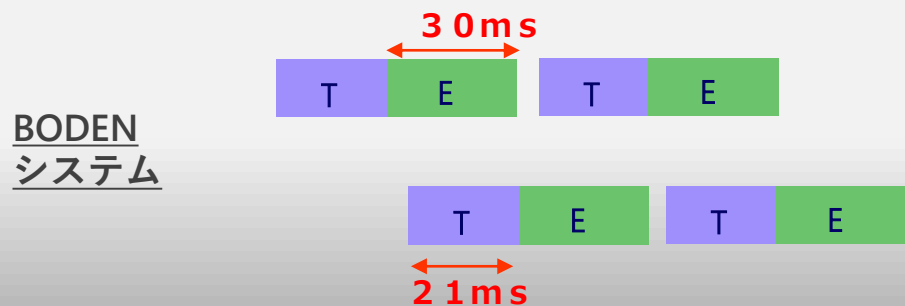
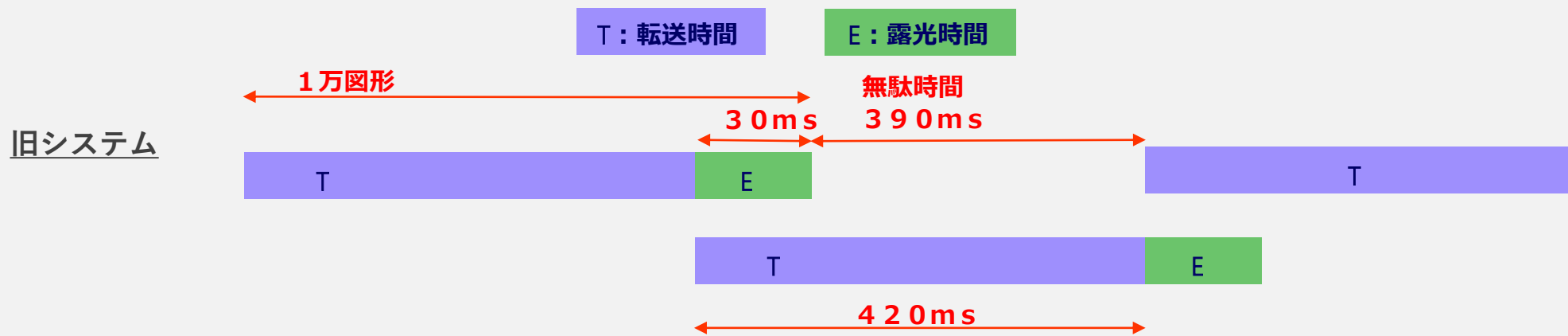
ステージ速度、ステージ幅拡大により短縮



データ転送

データ転送時間とは、加工するためのデータを処理するホストPCから、ビーム偏向システムに対して転送するための時間である。
転送効率の良いデータフォーマットの開発と、それを処理するためのソフトウェアの開発を行った。
また、レジスタアクセス時間の無駄時間を削除した。

例：ある図形を描画したときのデータ転送時間



新ソフト、圧縮フォーマット
レジスタアクセス時間短縮

スキャンオーバーヘッド時間、データ転送時間

スループット

● Exposure result

Substrate: Si

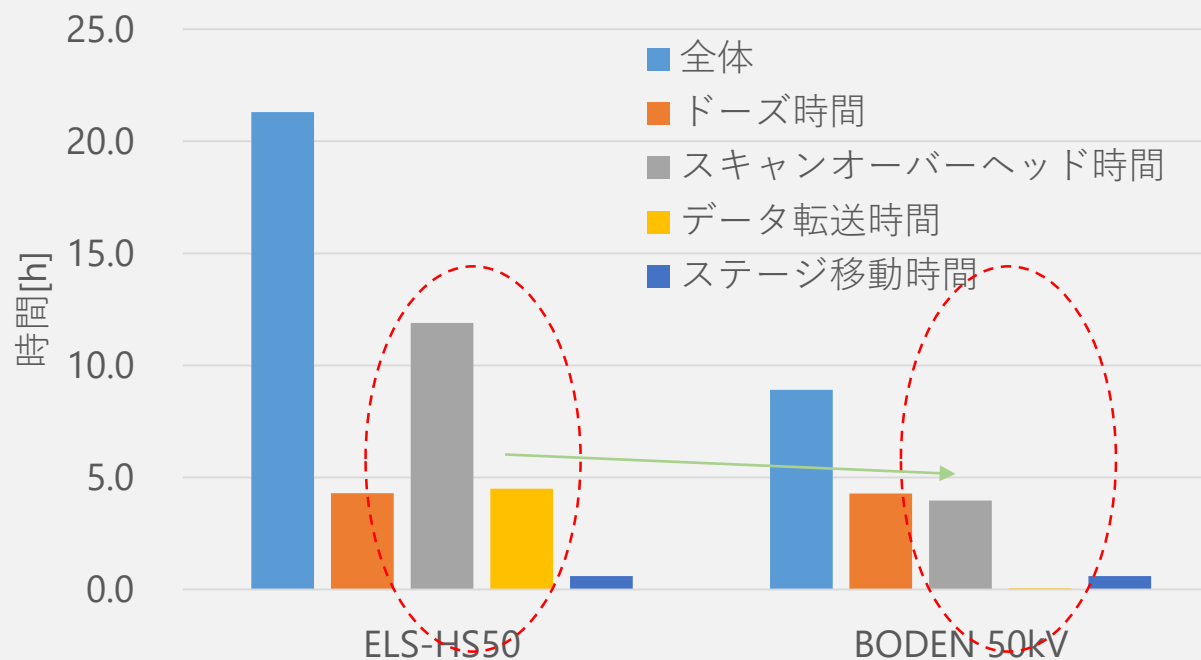
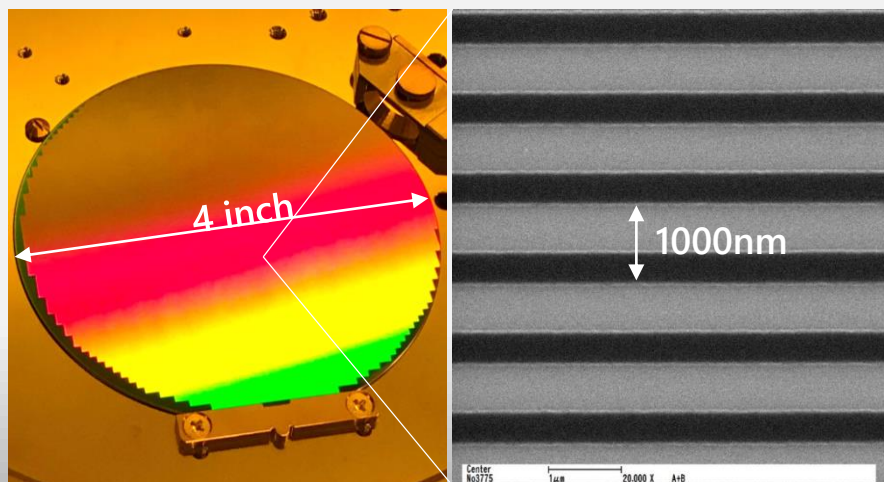
Resist: ZEP520A, 200 nm

Pattern: p1000 nm L&S

layout: 4inch (coverage ≒ 100%)

Beam Current: 200 nA (@ 50 kV)

Field size: 1000 μm (@ 50 kV)



➡ スキャンオーバーヘッド時間が1/3~1/30に減少
データ転送時間が1/50~1/100オーダーで減少
(描画パターンに依存する)

ELIONIX



描画時間スループット要素

- ドーズ時間

ビーム照射時間。大電流化により短縮。
高加速より低加速の方がレジスト感度が良い

- スキャンオーバーヘッド時間

ライン1本ごとのwait時間。応答性の良い偏向システムにより短縮。

- データ転送時間

加工するためのデータを処理するホストPCから、ビーム偏向システムに対して転送するための時間。新ソフト、圧縮フォーマット
レジスタアクセス時間短縮

- ステージ移動時間

ステージ移動時間

ステージ時間の短縮のためには、ステージの高速化、フィールドサイズ拡大によるステージ移動回数の削減が必要



ELS-BODEN



ELS-BODEN Σ

ステージの高速化



UHSEB

ステージフィールドサイズ拡大によるステージ移動回数の削減

ステージ移動時間

スループット

Substrate: Si

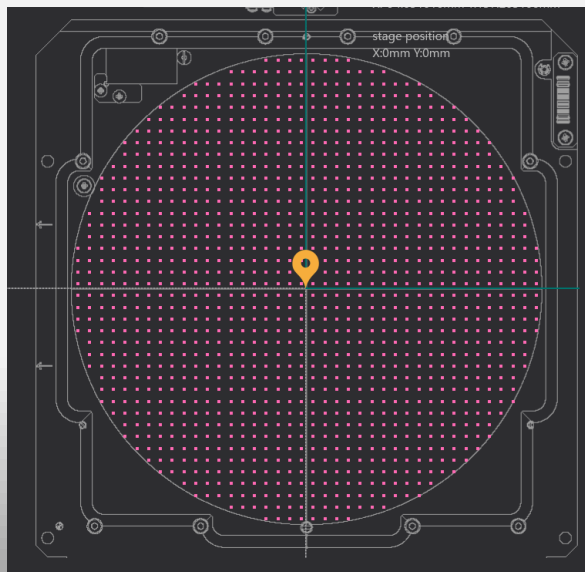
Resist: ZEP520A, 100 nm

Pattern: p100 nm L&S(30um□)

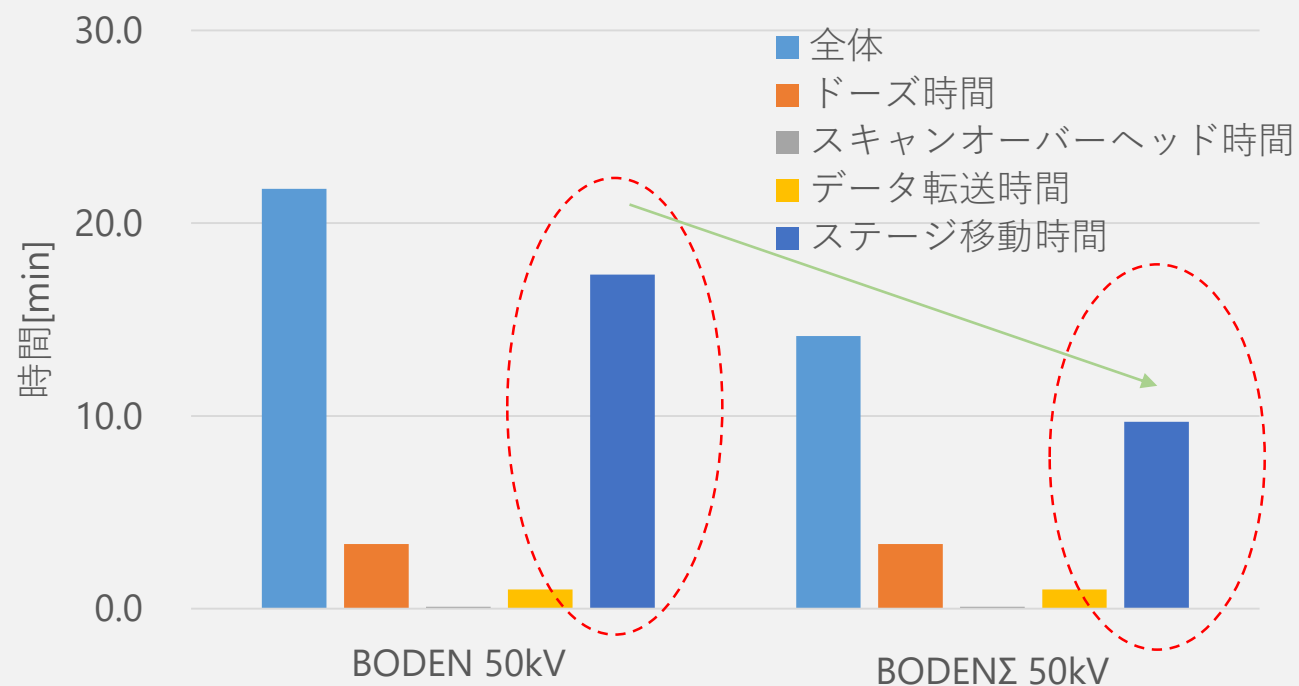
layout: 8inch, 5mm pitch

Beam Current: 1nA (@ 50 kV)

Field size: 100 μm (@ 50 kV)



● Exposure result



➡ BODENΣによってステージ時間が4割減

ステージ移動時間

スループット

Substrate: Si

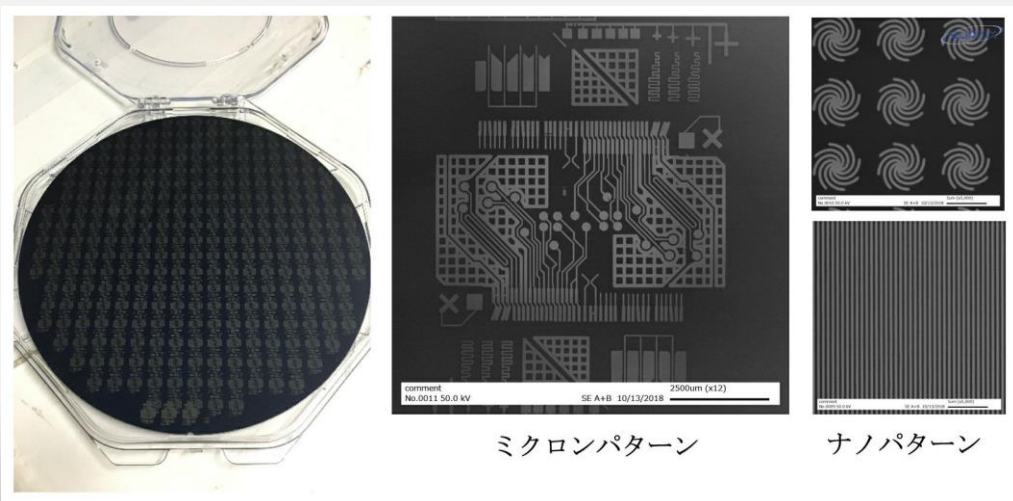
Resist: ZEP520A, 200 nm

Pattern : Micro and Nano pattern

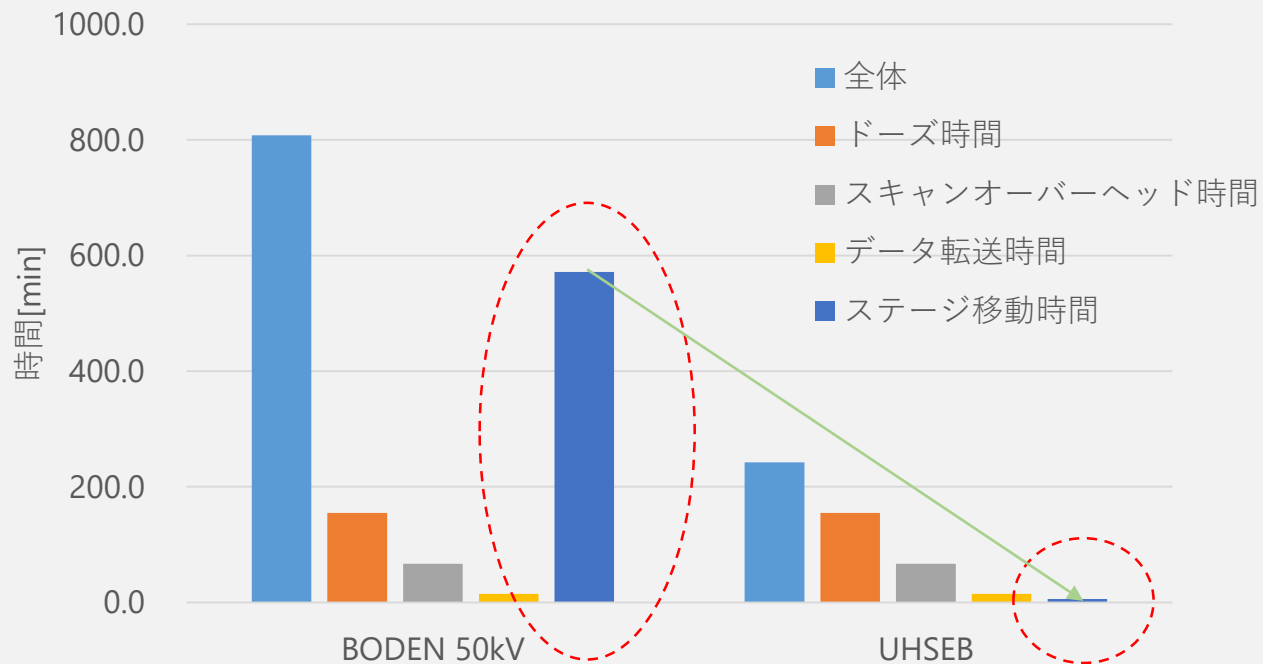
layout: 8inch, 10mm pitch

Beam Current: 1000nA for Micro pattern (@ 50 kV)
10nA for nano pattern

Field size: 10000 μm



● Exposure result



➡ UHSEBによってステージ移動回数が1/100



描画時間スループット要素

- ドーズ時間

ビーム照射時間。大電流化により短縮。
高加速より低加速の方がレジスト感度が良い

- スキャンオーバーヘッド時間

ライン1本ごとのwait時間。応答性の良い偏向システムにより短縮。

- データ転送時間

加工するためのデータを処理するホストPCから、ビーム偏向システムに対して転送するための時間。新ソフト、圧縮フォーマット
レジスタアクセス時間短縮

- ステージ移動時間

フィールド間のステージ移動時間。
ステージ速度、フィールドサイズ拡大により短縮



まとめ

- ELS-BODENシリーズを紹介
- 鏡筒やローダーについて、用途や環境に応じて仕様をカスタマイズが可能
- GUIを一新し、作業性、機能性が向上
- 露光時間、スキャンオーバーヘッド時間、データ転送時間、ステージ移動時間を短縮し、描画のスループットが向上