

2023年度 第2回 ARIM量子・電子マテリアル領域セミナー
電子ビーム露光技術
～ 進化する電子ビーム露光装置 ～

共用装置としてのELSとJBX

- NIMSにおける運用体制 -

NIMS微細加工ユニット 大里 啓孝

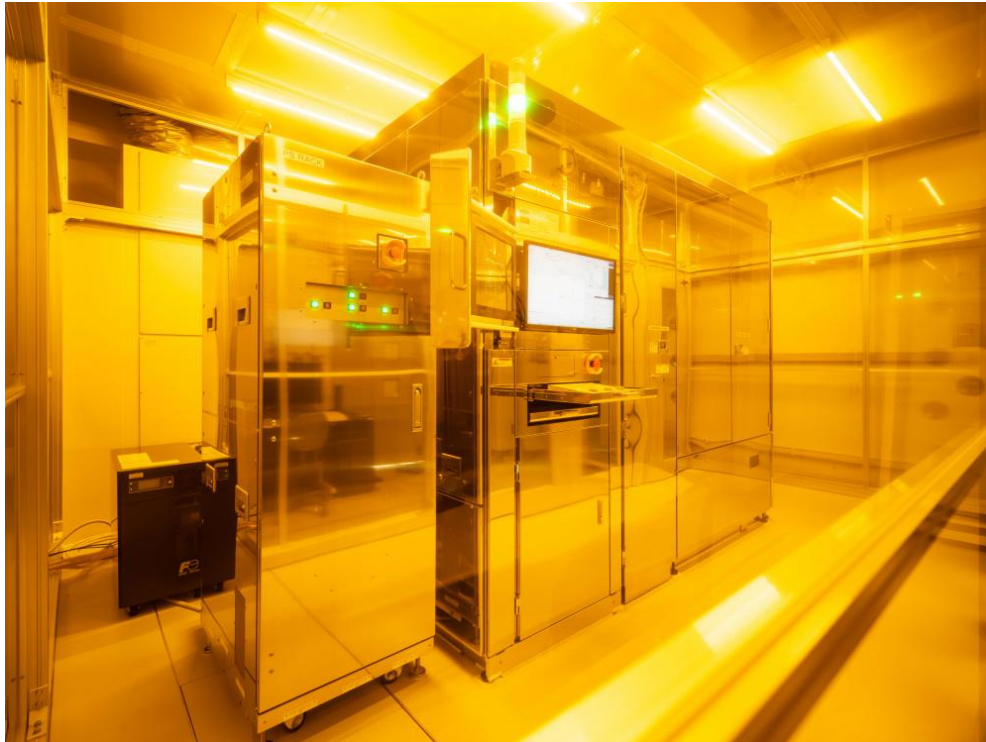


- NIMSのEB描画装置運用体制
装置・描画ファイル生成環境・レジストラインナップ
- 評価パターンの描画
フィールド繋ぎ / L&Sパターンの評価
- Topics
Scriptによるファイル生成

NIMSの最新鋭EB描画装置運用体制

- 装置・描画ファイル生成環境・レジストラインナップ-

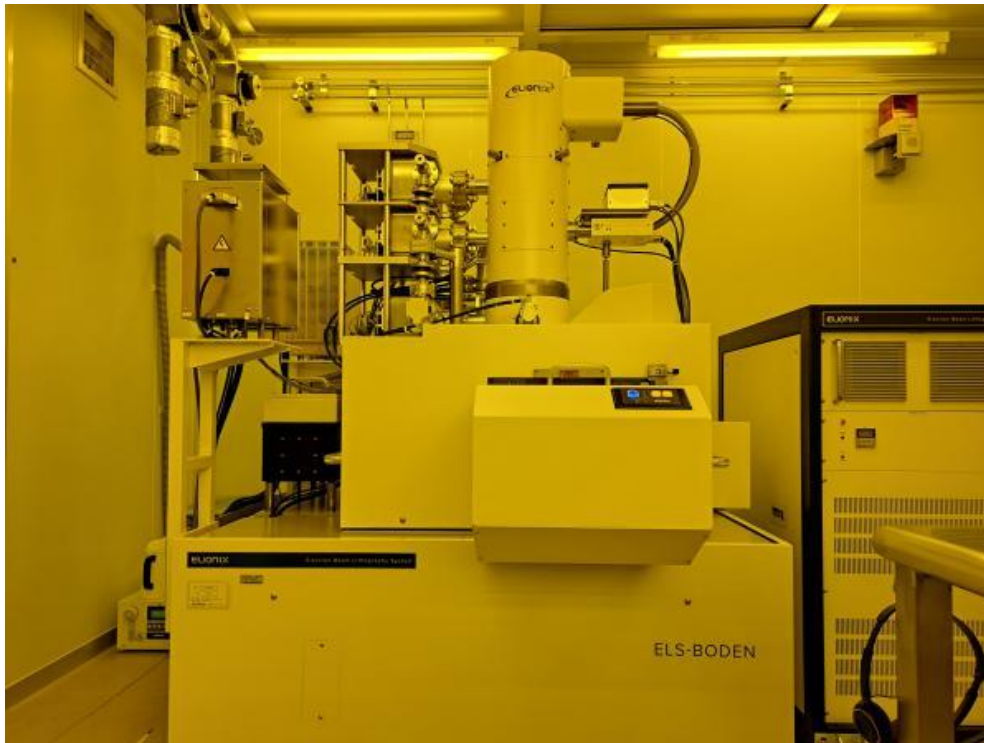
NEW! 2023/12月より稼働



千現地区：描画室(クリーンブース)

加速電圧	200kV
電流	50pA – 50nA
フィールドサイズ	500um
最小ドットピッチ	0.25nm
最小ショットタイム	8nsec/dot(125MHz)
フィールドつなぎ精度	20nm以下
重ね合わせ精度	20nm以下
最大試料サイズ	小片～8inchφ
画像検出器	SE / BSE
対応CADフォーマット	DXF / GDS
その他	12カセット オートローダー

2022/4月より稼働



並木地区 : クリーンルーム

加速電圧	100kV
電流	100pA – 20nA
フィールドサイズ	100 / 250 / 500 / 1000um
最小ドットピッチ	0.2nm
最小ショットタイム	10nsec/dot(100MHz)
フィールドつなぎ精度	30nm以下
重ね合わせ精度	30nm以下
最大試料サイズ	小片～8inchφ
画像検出器	SE / BSE
対応CADフォーマット	DXF / GDS
その他	シングルカセット オートローダー

GenlSysソフトウェアライセンス

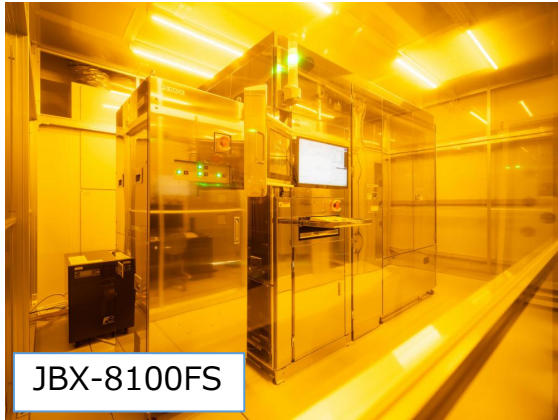
- ◆ BEAMER × 3 (CPU : 12Core)
 - JEOL Format × 1
 - Elionix Format × 2
 - HIMT Format × 2 (レーザー露光用)
- ◆ TRACER × 2

描画装置3台のファイル生成環境

- ◆ Work Station 4台をネットワーク接続
 - Core i9 13900K × 2 (ELS-BODEN100用)
 - Core i9 14900K × 1 (ELS-F125用)
 - Xeon W2455X × 1 (JBX-8100FS用)
- ◆ 1台をライセンスサーバー兼ファイルサーバー



描画装置周りのネットワーク環境



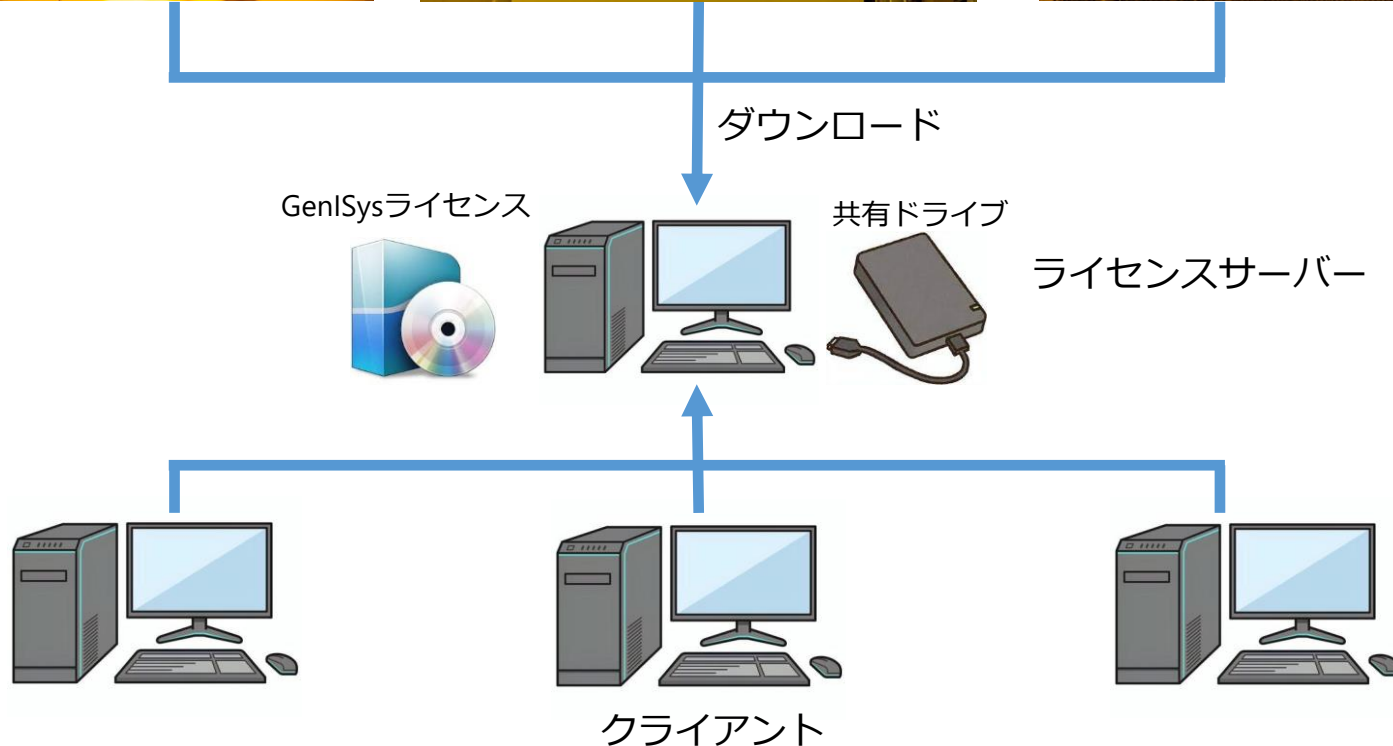
JBX-8100FS



ELS-BODEN100



ELS-F125



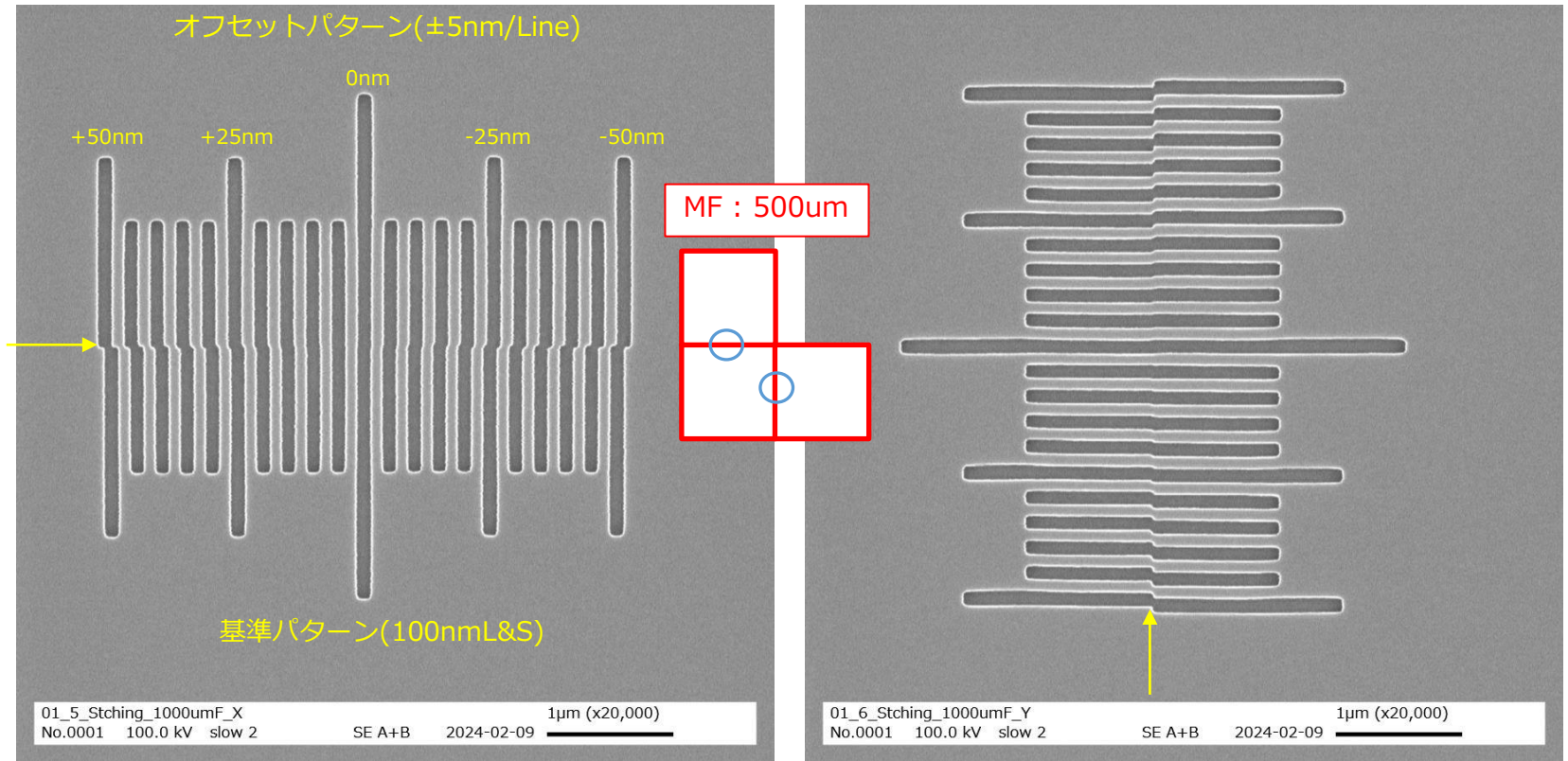
Resist(Thickness)	Type	Resolution
FEP-171D(200 / 400 / 800nm)	Positive : CAR	100nmL&S~
AR-P6200(50 / 100 / 200 / 400nm)	Positive	50nmL&S~
PMMA(100 / 500nm)	Positive	50nmL&S~
NEB22A2(200nm)	Negative : CAR	100nmL&S~
H-SiOx(50nm)	Negative	30nmL&S~

- ◆ 保有レジストは各装置で標準条件完備
- ◆ 新規レジストも積極的に導入
- ◆ レジストの持ち込み可
- ◆ レジスト開発の受け入れ実績あり

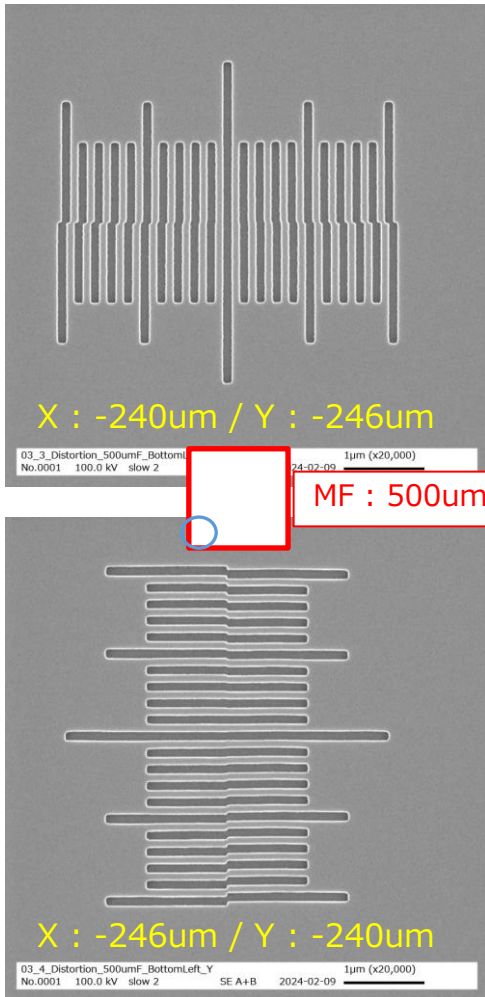
評価パターンの描画

- フィールド繋ぎ / L&Sパターンの評価 -

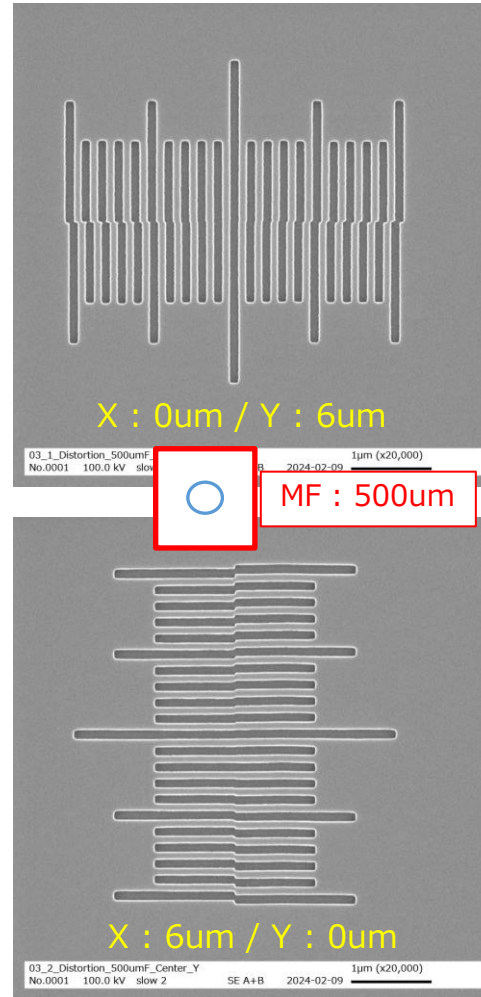
設置環境等の影響もございますのであくまで参考として



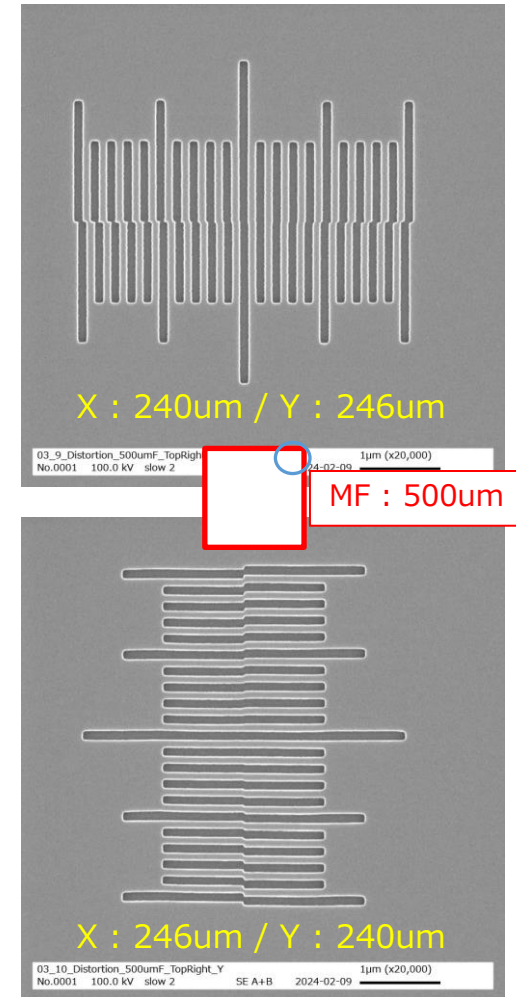
左下



中央

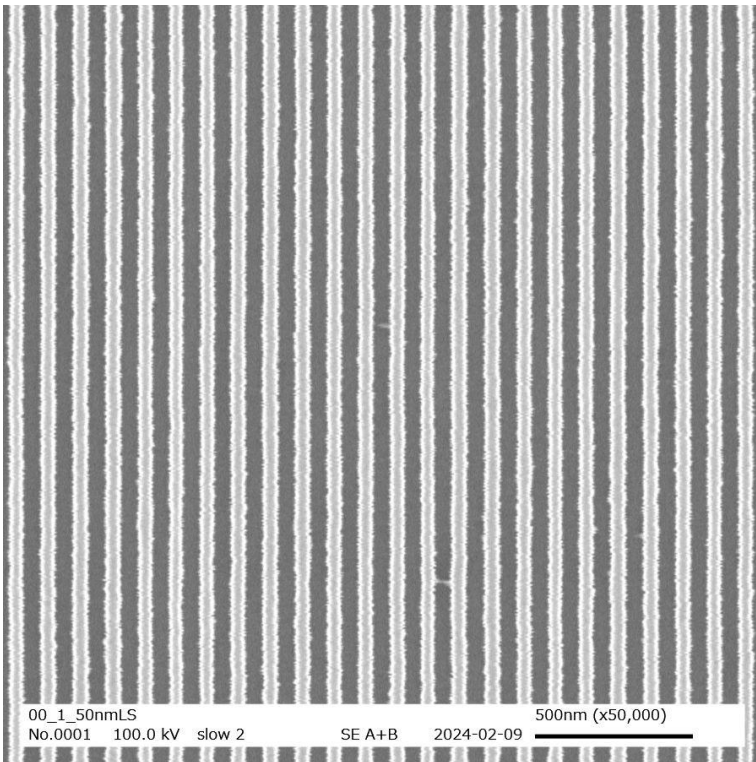


右上

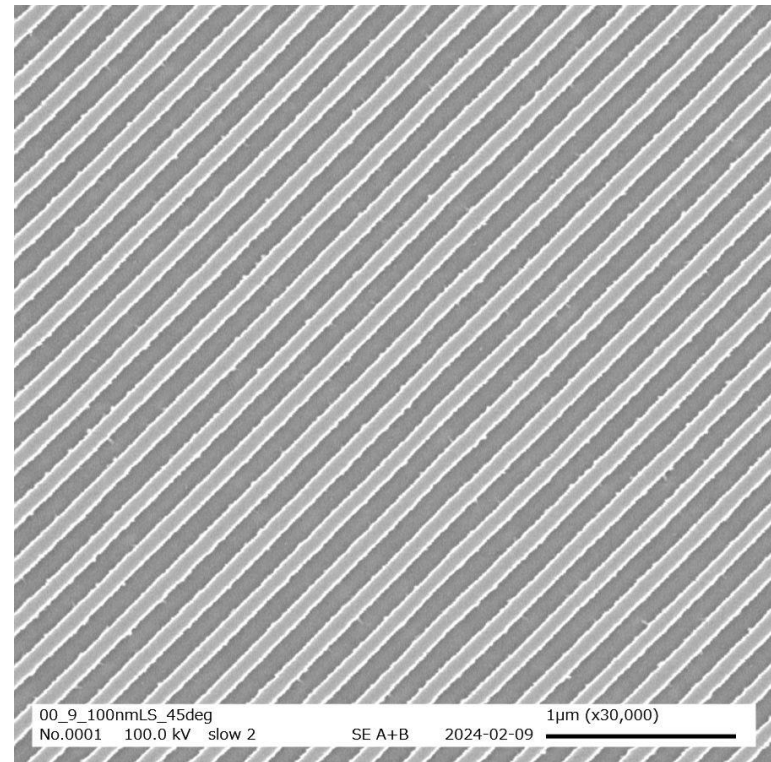


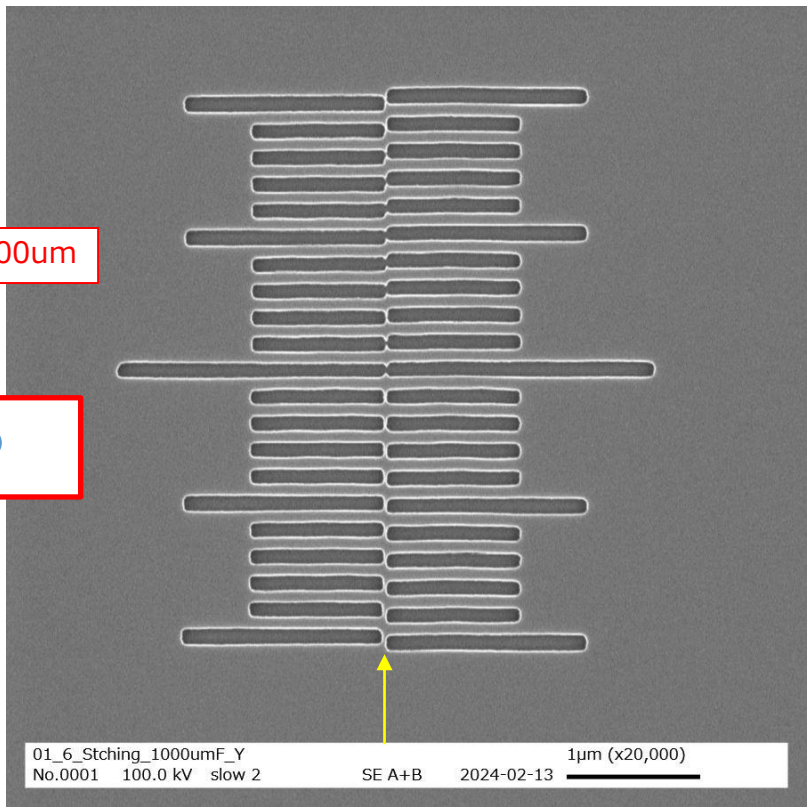
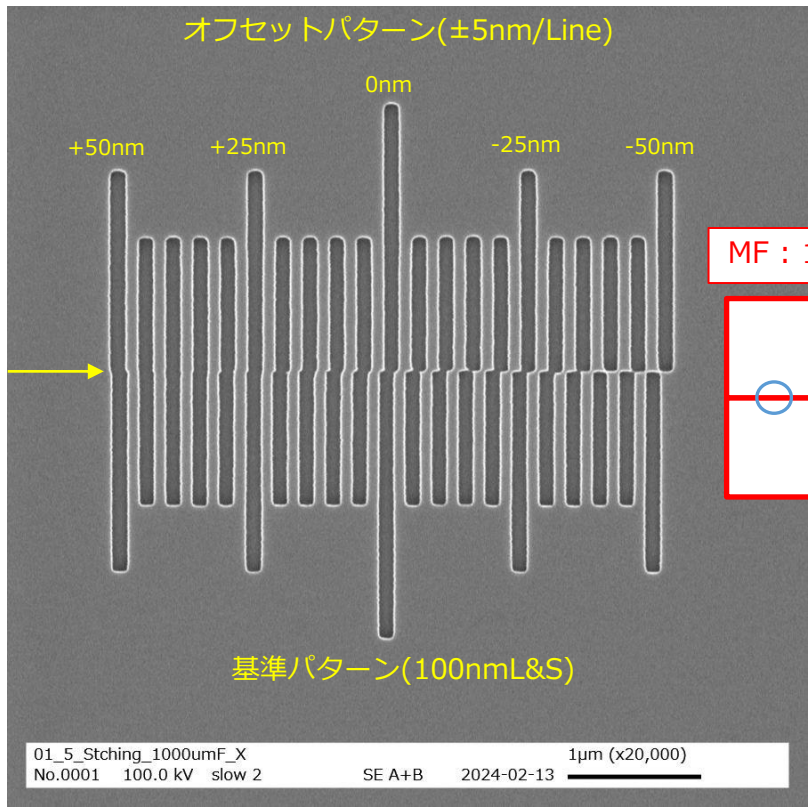
Resist	Current	Shot Pitch	Area Dose
AR-P6200 / 100nm	5nA	10nm	460uC/cm2

50nmL&S : 90deg



100nmL&S : 45deg

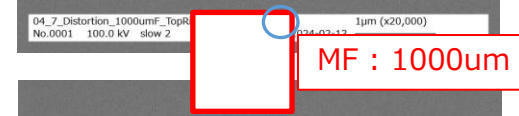
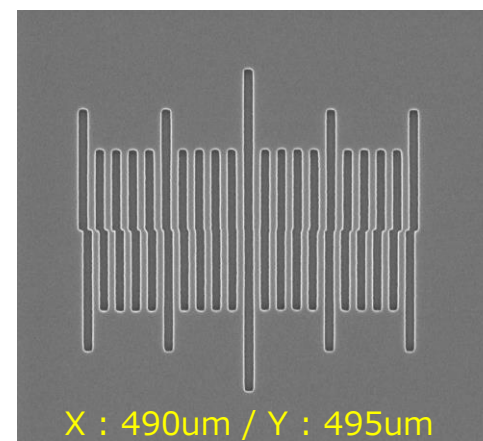
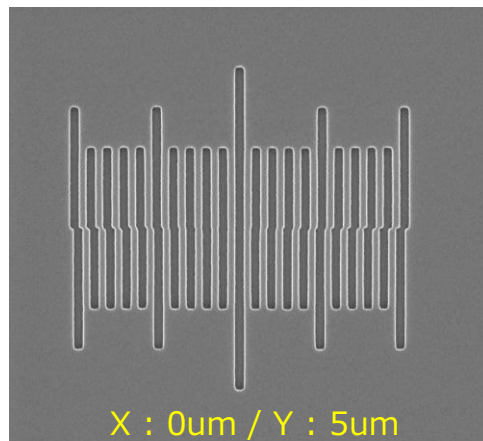
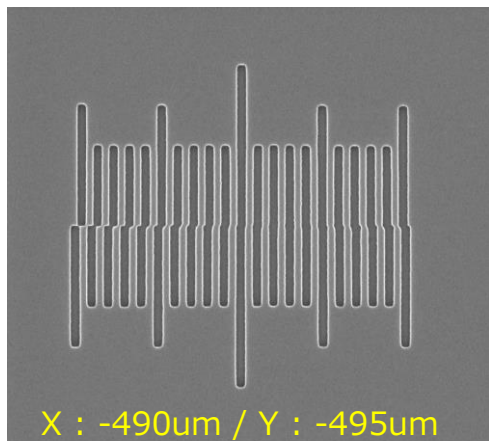




左下

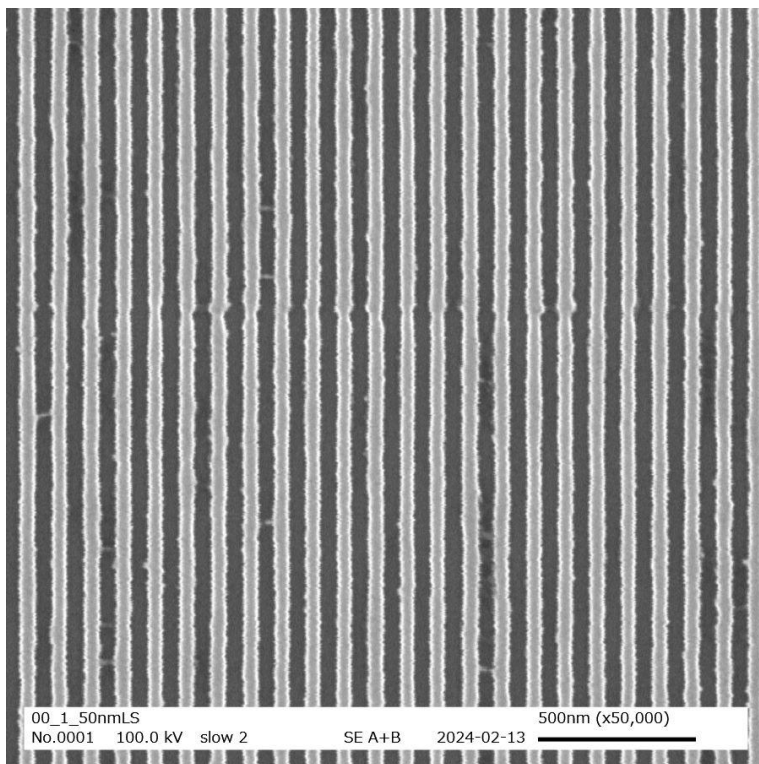
中央

右上

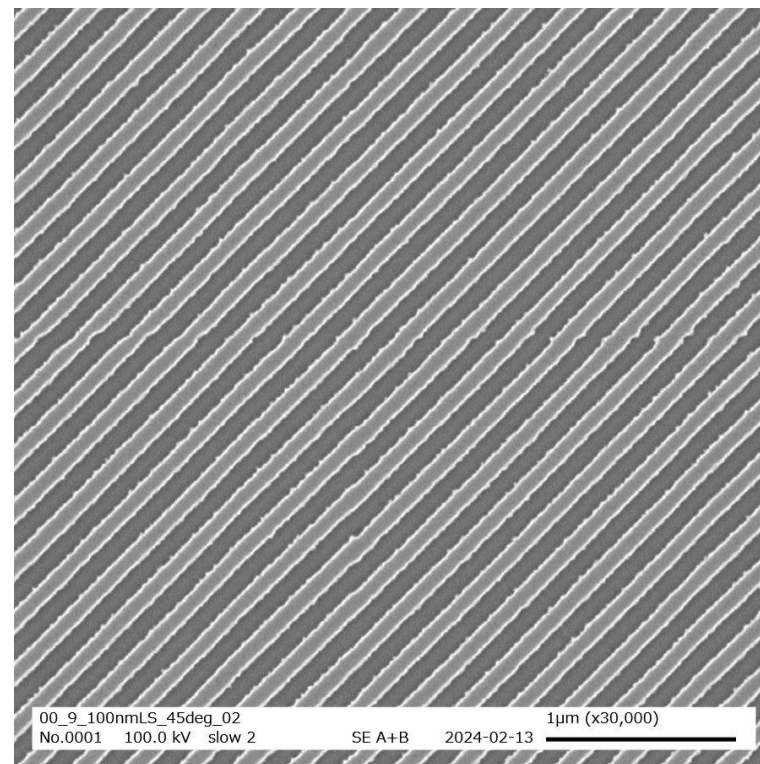


Resist	Current	Shot Pitch	Area Dose
AR-P6200 / 100nm	5nA	10nm	280uC/cm2

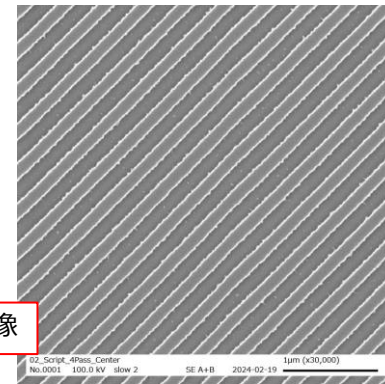
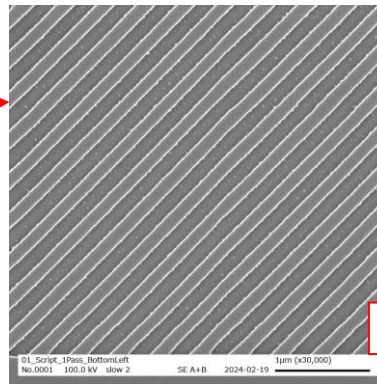
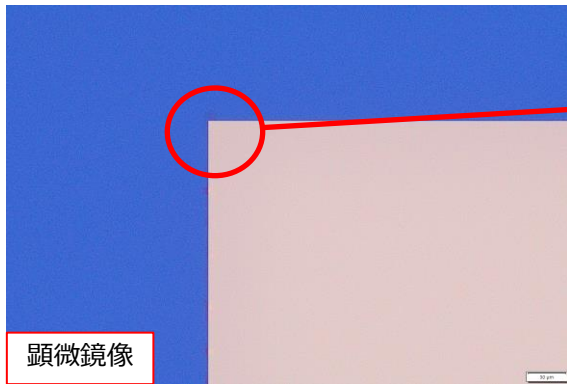
50nmL&S : 90deg



100nmL&S : 45deg



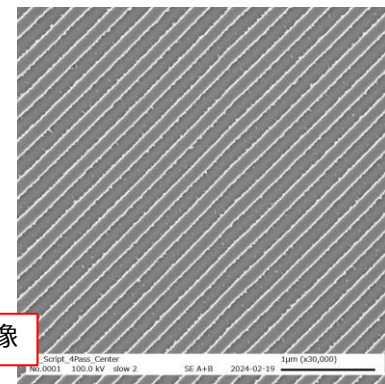
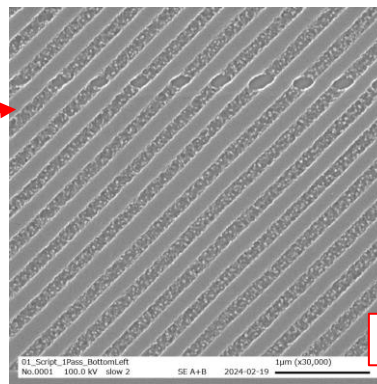
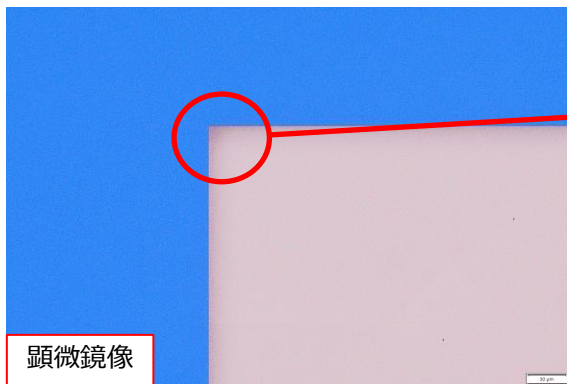
【JBX-8100FS : 200kV】



描画エリア端

描画エリア中心

【ELS-BODEN100 : 100kV】

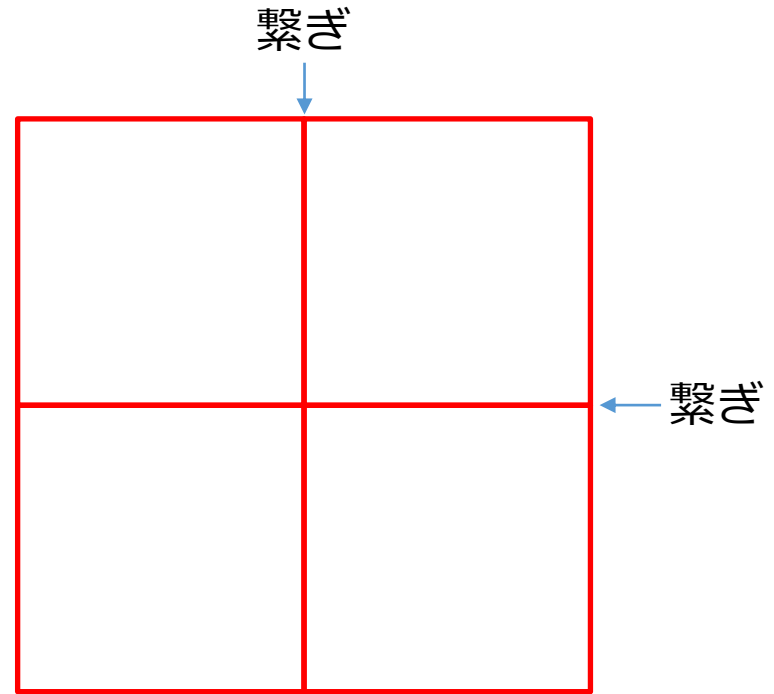
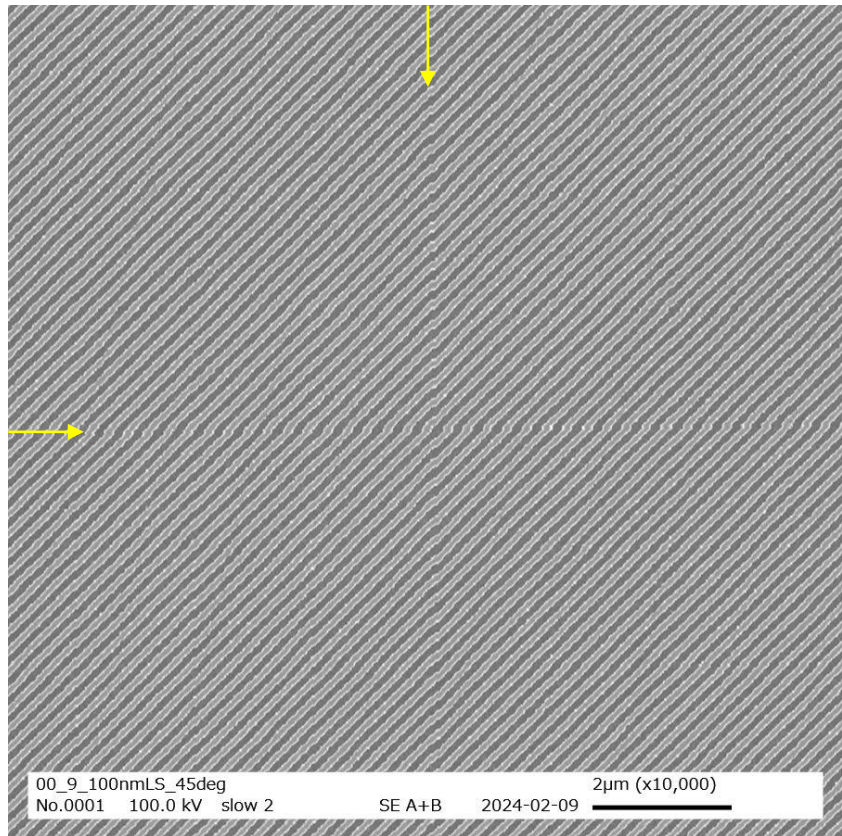


200kVでは補正無しでもアレイパターンの端が解像している
 とはいえ、粗密混合パターンでは近接効果補正が必要

Topics : Scriptによるファイル生成

フィールドの繋ぎ合わせ

繰り返しパターンなどは繋ぎ合わせの誤差が顕著になる場合がある



BEAMERでオーバーラップ処理は可能だが設計をScriptで自作する方法もある

```

1000 position_x / float = 0
1001 position_y / float = 0
1002 loop_x / int = 0
1003 loop_y / int = 0
1004 sub_field_name / string = ""
1005 main_field_name / string = ""
1006 main_field_cell / int = 0
1007 main_field_matrix / int = 0
1008 if 40 <= self._rotation < 135 :
1009     for loop_x in range(self._sub_field_matrix()) :
1010         sub_field_pitch = int(rounding(self._sub_field_pitch * loop_x, self._digit))
1011         if self._rotation < 90 :
1012             sub_field_pitch *= -1
1013         for loop_y in range(self._sub_field_matrix()) :
1014             position_x = self._main_field_origin() + (self._sub_field_matrix() / self._multi_pass() * loop_x + sub_field_pitch)
1015             position_y = self._main_field_origin() + (self._sub_field_matrix() / self._multi_pass() * loop_y)
1016             position_x = int(rounding(position_x, self._digit))
1017             position_y = int(rounding(position_y, self._digit))
1018             main_field_cell = self._sub_field_name(main_field_cell, position_x, position_y, main_field_matrix_origin)
1019         loop_y = 0
1020     loop_x = 0
1021 else :
1022     for loop_y in range(self._sub_field_matrix()) :
1023         sub_field_pitch = int(rounding(self._sub_field_pitch * loop_y, self._digit))
1024         for loop_x in range(self._sub_field_matrix()) :
1025             position_x = self._main_field_origin() + (self._sub_field_matrix() / self._multi_pass() * loop_x)
1026             position_y = self._main_field_origin() + (self._sub_field_matrix() / self._multi_pass() * loop_y + sub_field_pitch)
1027             position_x = int(rounding(position_x, self._digit))
1028             position_y = int(rounding(position_y, self._digit))
1029             main_field_cell = self._sub_field_name(main_field_cell, position_x, position_y, main_field_matrix_origin)
1030         loop_x = 0
1031     loop_y = 0
1032 self._main_field_name = self._sub_field_name(main_field_cell, position_x, position_y, main_field_matrix_origin)
1033 return main_field_cell
1034
1035 ##### sub_field_name_to_cell_name #####
1036 def sub_field_name_to_cell_name(self, main_field_cell, position_x, position_y, main_field_matrix_origin) :
1037     main_field_origin = (self._main_field_matrix_origin() / self._multi_pass()) * (self._sub_field_matrix())
1038     return self._main_field_name + str(main_field_cell) + str(position_x) + str(position_y)
1039 #####
1040 ##### main_type #####
1041 main_type = self._rotation_operations_on_toplayer_and_bottomlayer_fields(main_field_origin, main_field_matrix_origin)
    
```

例)Python Script

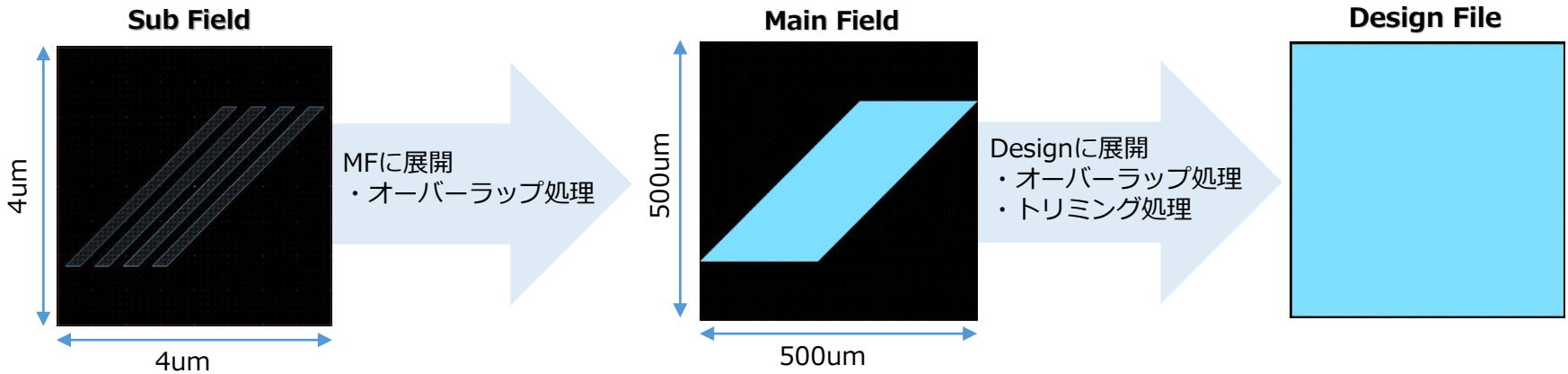
◆ GDSファイルをScriptから生成する意義

手作業の設計より圧倒的に高速
アルゴリズムを実装すれば様々なことが自動化可能

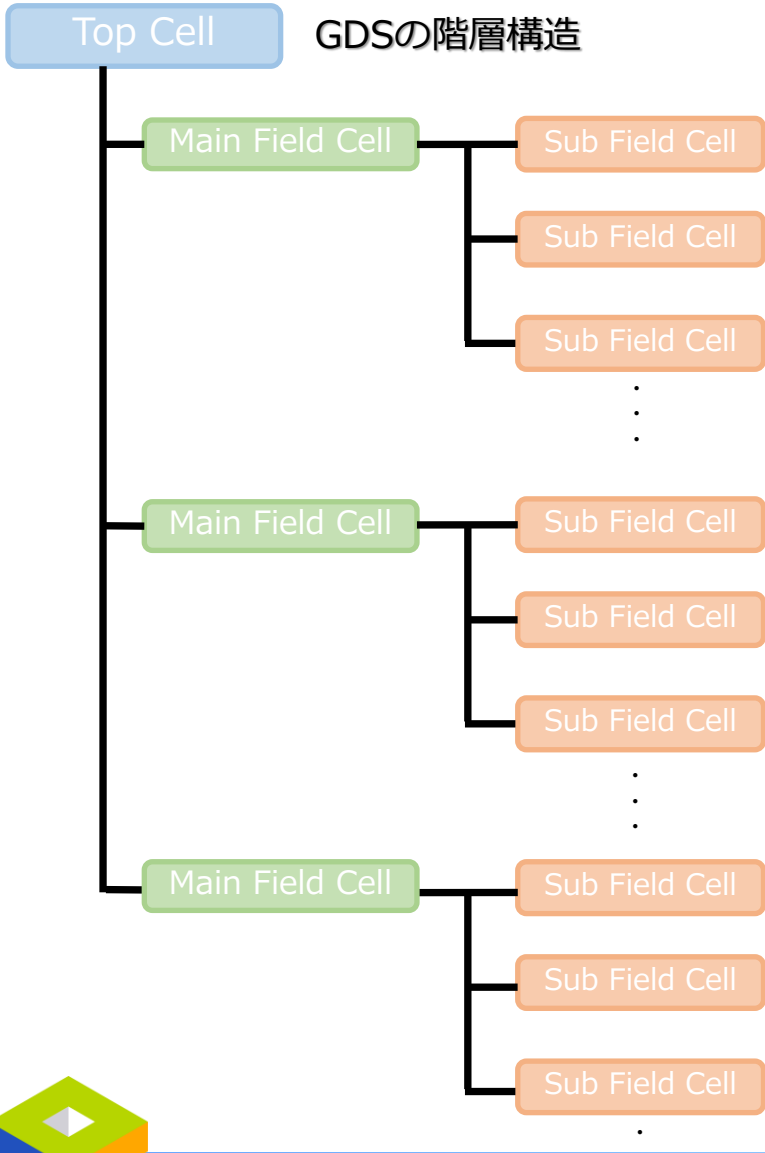
⇒ メイン・サブフィールドのオーバーラップ

⇒ GDS内に特定の配列を埋め込むことが可能
・・・メイン・サブフィールドの描画動作を規定

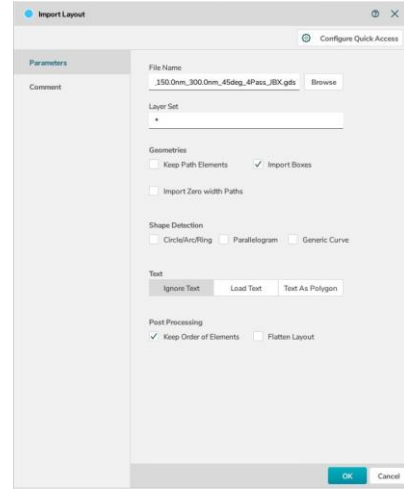
◆ 生成アルゴリズム(JBX-8100FS) *計算方法を変えればELS-BODEN100でも使用可



仕上がり・スピードの向上において有用になる場合がある

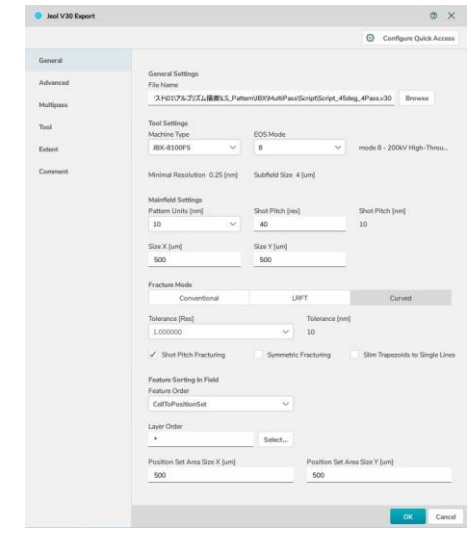


BEAMERの変換設定



【Import】
Keep Order of Elements

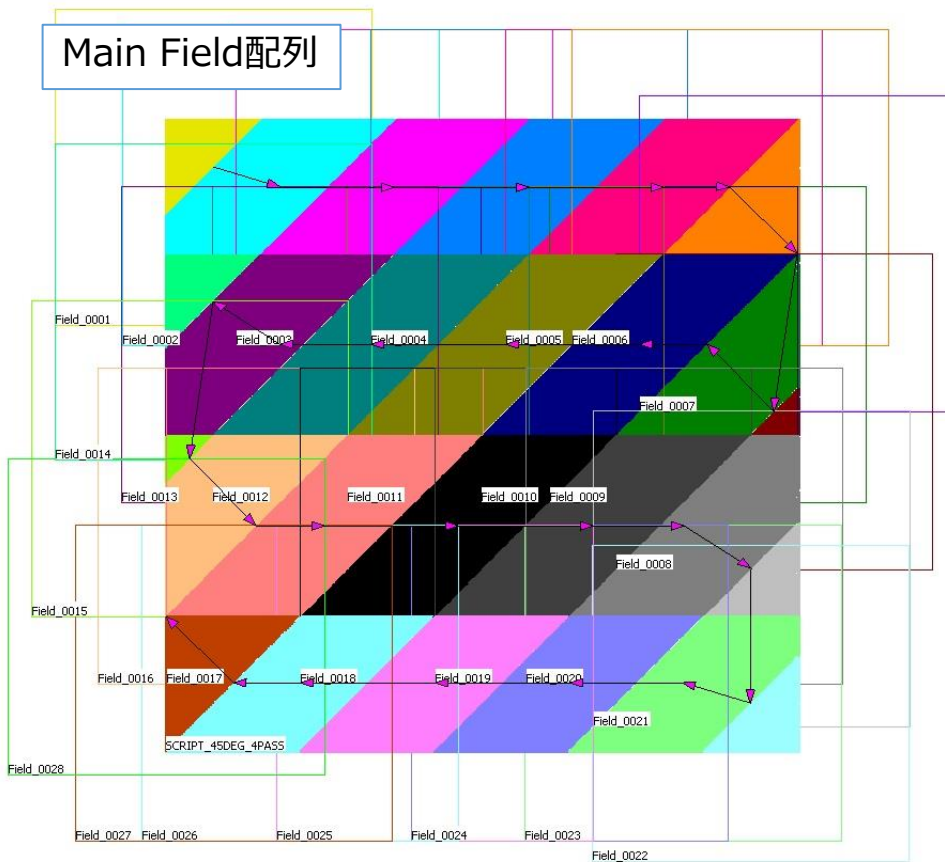
【Export】
Cell To Position Set



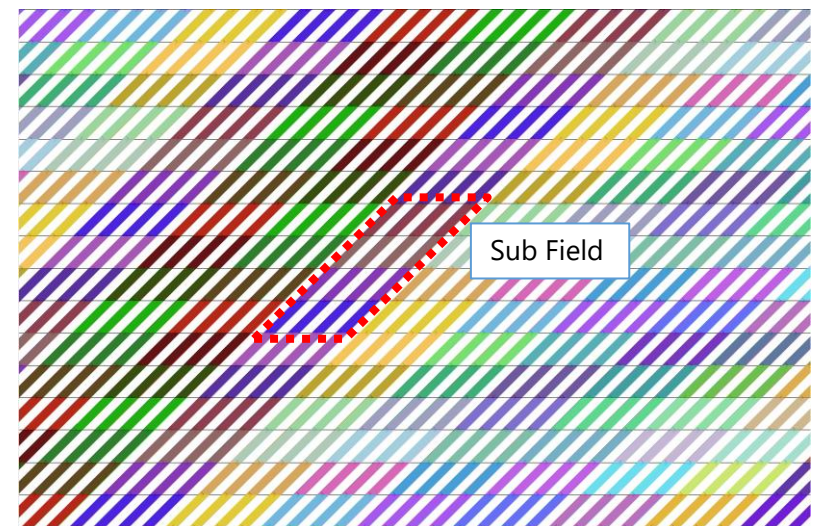
階層構造を維持したままバイナリーファイル生成



設計サイズ : 1mm \square / 4Pass処理



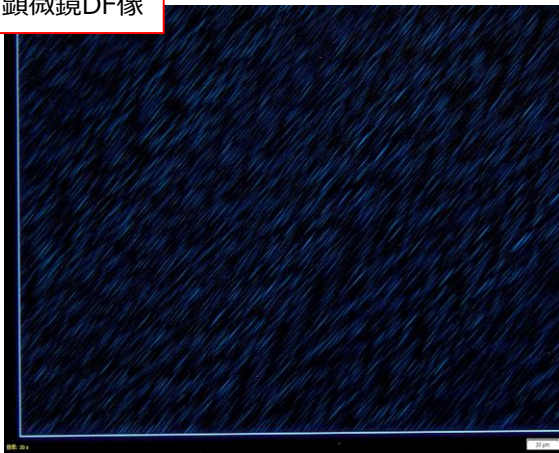
Sub Field配列



【描画条件】

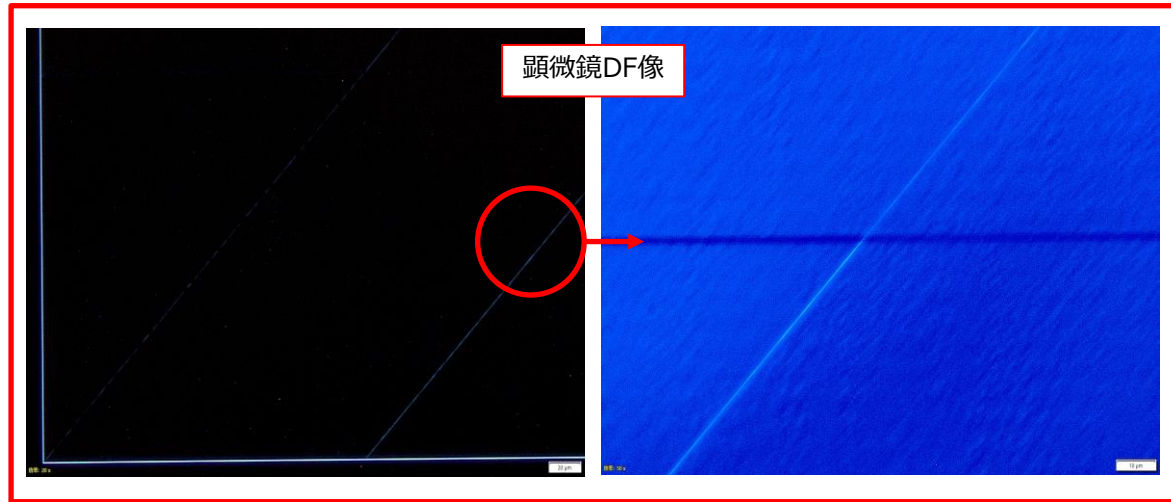
EB Writer	Resist	Current	Shot Pitch	Area Dose
JBX-8100FS	AR-P6200 / 100nm	5nA	10nm	460uC/cm ²

顕微鏡DF像



描画パターンが不均一な例

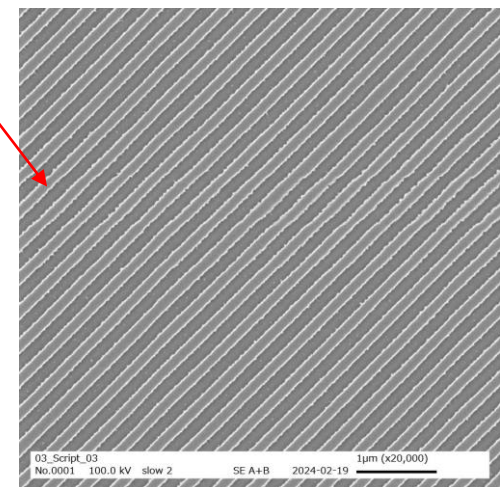
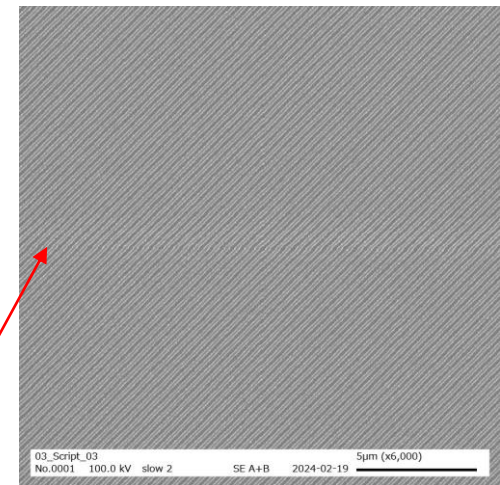
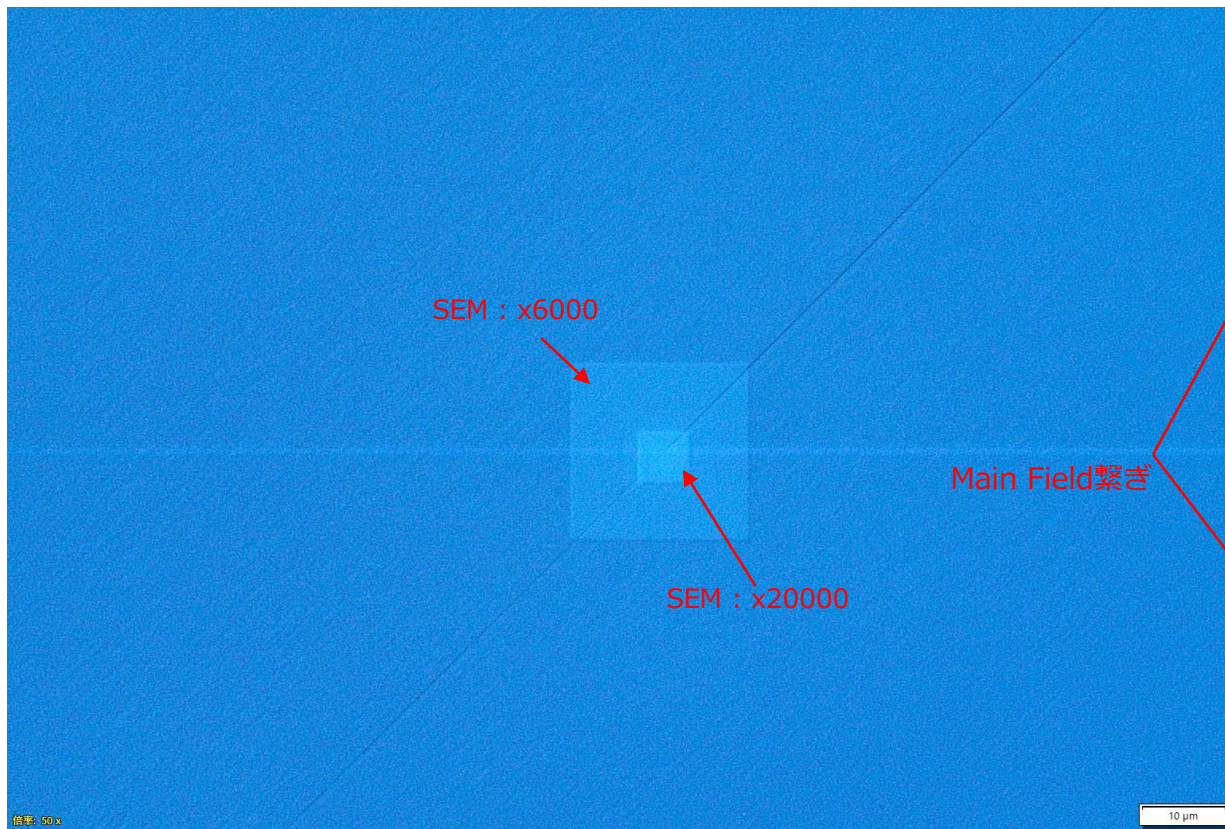
顕微鏡DF像



描画パターンが均一

⇒Main Fieldの繋ぎ・Pitch移動の部分にズレや歪みが見える

上手くカバーしているつもりでも全面均一化はなかなか難しい



Main Fieldの繋ぎ方向：薄く見える

Main FieldのPitch方向：判別不能

より良い結果を得るためにはデータの生成方法も重要です

設計に応じた機種を選定が重要

● JBX-8100FS

- ◆ 理解して使えばピーク性能がとても高い
- ◆ 繋ぎ合わせ性能が非常に良い
- ◆ 絶対的な精度が必要ならこちら

● ELS-BODEN100

- ◆ 描画性能・速度のバランスが安定している
- ◆ ソフトウェアのデザインが初心者でも理解しやすい
- ◆ 気軽にEB描画装置を使うならこちら

不本意な結果について
設置環境が5階
装置設置環境の温度コントロールに
改善の余地あり

NIMSでは用途に応じて **最適な機種**
最適な方法 をご提案いたします

メーカー様
ご協力お願いします！



以上のように、NIMSでは最新鋭の描画装置をより良い環境で
利用できるように運営しております

スタッフ一同、皆様のご利用をお待ちしております