

## マスク製作するときのデータ作成上の注意点

※当MEMSセンター所有のパターンジェネレータ(以下PG)を使用してマスク製作をおこなう場合は、データ作成に関し下記制約があります

- ① 使用できるデータファイルはGDS形式です  
(※dxf形式はMEMSセンター所有のCAD(α-SX)でインポート処理できますが、形くずれすることが多く、その場合はα-SX上で修正が必要となります)
- ② ラインで囲まれた内側すなわち塗りつぶせる部分が明(マスクで光の通過する部分)になるよう作成してください
- ③ マスクの外形サイズは5x5インチのみで、パターン作成可能エリアは、マスク中心から上40mm、下左右45mmの範囲内です
- ④ パターンは形状2um以上で0.1um単位、位置決め0.1um単位、回転1/180°単位で位置決めして露光されます
- ⑤ 露光開口形状で鋭角は形成できません (※鋭角先端部分に直線を入れ、鋭角でなくする、といった対応が必要です)
- ⑥ 円や円弧は多角形として露光されます (※CAD(α-SX)でデータ出力するときに多角形数は指定できます)

※MEMSセンター所有の両面アライナおよびマスクアライナ使用の場合、目合わせマークの作成に下記制約があります

- ⑦ 左右マークを同時に見て目合わせする、いわゆる標準的な目合わせをおこなう場合のマークの配置エリアは下記です
  - ・マスクアライナ(片面露光のみ): 左右は中央から15~50mm、中央からの距離は等しくなくてOK、上下は±10mm以下
  - ・両面マスクアライナ(片面露光の場合): 左右は中央から15~45mm、中央からの距離は等しくなくてOK、上下は±3mm以下
  - ・両面マスクアライナ(裏面露光の場合): 左右は中央から15~45mm、左右均等振り分けずれ±2mm以下、上下は±3mm以下  
(※顕微鏡を奥に動かして、左右のうちの片側レンズだけを使用して目合わせすることも可能です(後述の詳細説明参照))
- ⑧ 目合わせマークの大きさは100um(~400um)角程度の形状を推奨します  
(※目合わせ用顕微鏡では数um程度の隙間は問題なく確認できます)

※その他

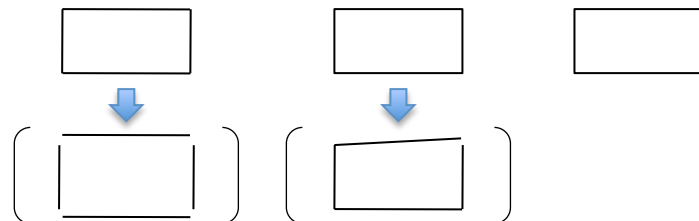
- ⑨ PGの露光作業時間目安は、10分/1000shotで、円など傾斜図形が多いと最大5倍程度の時間を要する場合があります  
(※shotとは矩形の露光1回のことです。複雑な形状ほどshot数は増えます。データの総shot数はGDSデータをPG用データ変換するときにわかります)
- ⑩ マスク出来映え精度は、開口幅精度で0~+1um程度です。また条件やパターン依存でこの範囲を超えることもあります  
(※開口+1umとなった場合、設計2umのラインは消滅します)  
(※基本的に3um以上のライン&スペースは残りますが、複雑パターンになると目的形状が得られなくなることがあります(後述の詳細説明参照))

## 補足データ

### ① 使用できるデータ形式はGDS形式です

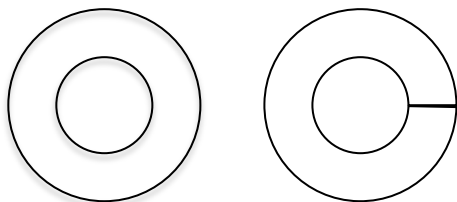
(※dxf形式はMEMSセンター所有のCAD(α-SX)でインポート処理できますが、形くずれすることが多く、その場合はα-SX上で修正が必要となります)

・データは**必ず閉じた線(バウンダリ)**で描いて下さい。見た目が閉じていても、バウンダリでないとエリアとして認識できません



- ・左の図形は実は線分4本で形成しています。これはNGです
- ・中の図形は折れ曲がり線分1本で形成しています。これもNGです
- ・右の図形は閉じた線で形成しています。これはOKです

・ドーナツ状の形状なども、エリアとして閉じたバウンダリで作図して下さい



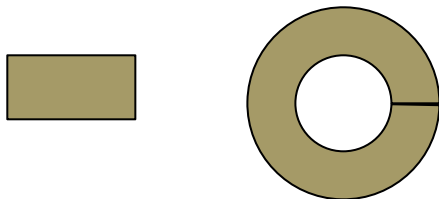
- ・左の図形は2つの円で形成しています。これはNGです
- ・右の図形は閉じた線で形成しています。これはOKです  
(3時の部分は接触部分が重なっていますので、区切れのないドーナツ形状になります)

### ② ラインで囲まれた内側すなわち塗りつぶせる部分が明(マスクで光の通過する部分)になるよう作成して下さい

(※マスクの光が通過する部分を明、メタルが残って光は通過しない部分を暗と呼ぶことにした場合、データの塗りつぶした部分が明となります)

(※PG装置上でのデータ明暗反転指定はできませんので、GDSデータ出力の段階で明暗を決めて作成して下さい)

(※使用するレジスト(ネガ or ポジ)や用いるプロセス(エッチング or リフトオフ)に基づきマスク明暗を決定して下さい)



- ・上記①の図形(バウンダリ)は左のように塗りつぶすことができます
- ・塗りつぶした部分が明(マスク開口部分(光が通る部分))になります

③マスクの外形サイズは5x5インチのみで、パターン作成可能エリアは、マスク中心から上40mm、下左右45mmの範囲内です

・使用**ブランクマスクは5x5インチ**

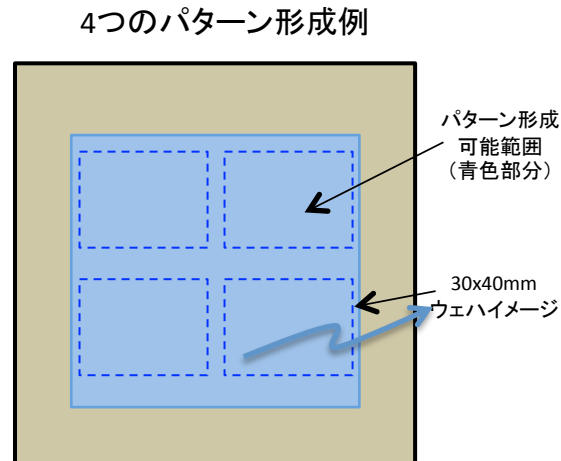
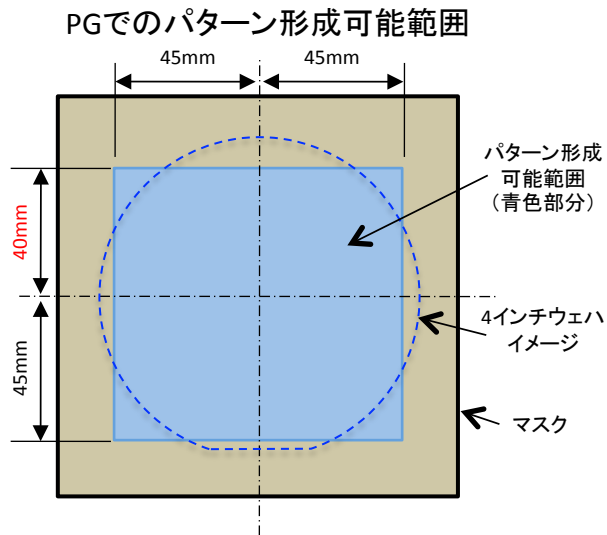
クリーンサーフェステクノロジー製 CH HARDMASK BLANKS TYPE: CBL5006Du-AZP  
価格: 6,000円/枚 ('17.7月現在)

・PGへの**パターン形成範囲はマスク中心から上40mm、下左右45mmの範囲内**

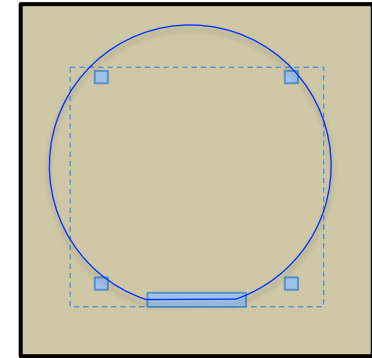
- ・下図左のように4インチウェハ全体にはパターンニングできません
- ・オリフラ部分もはみ出るため、オリフラによる回転位置合わせを実施したい場合は、一例として右図の手順で大体の位置合わせができるようなパターンを作成しておきます

・1枚のマスク上に**複数のマスクパターンを形成することも可能です**

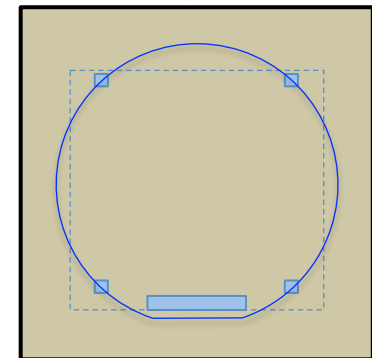
- ・下図右のように例えば30x40mmのかけらウェハの場合は、マスクを4分割して4回分のフォトリソパターンを1枚のマスクに形成することも可能です。ただし**カケラウェハの使用は両面マスクアライナに限り**ます



4インチウェハにおいてオリフラで回転位置合わせをしたいときのマスク開口と手順の例



まずウェハを上にはずらし、オリフラ部分の窓で、目視でウェハのオリフラを回転位置調整し、窓と平行に合わせる



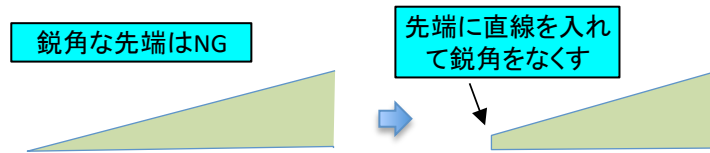
ウェハを移動させ、4つの窓から均等にウェハのエッジが見えるよう、目視でウェハの位置決めをする

④ パターンは形状2um以上で0.1um単位、位置決め0.1um単位、回転1/1800°単位で位置決めして露光されます

- ・露光のしくみ上、2umx2um未満のパターンは形成できません  
(※あくまでPGの動作上の理屈上の最小寸法で、2umのパターン開口精度を保証するものではありません。実際のマスク出来映え精度に関しては後述の⑩を参照ください)

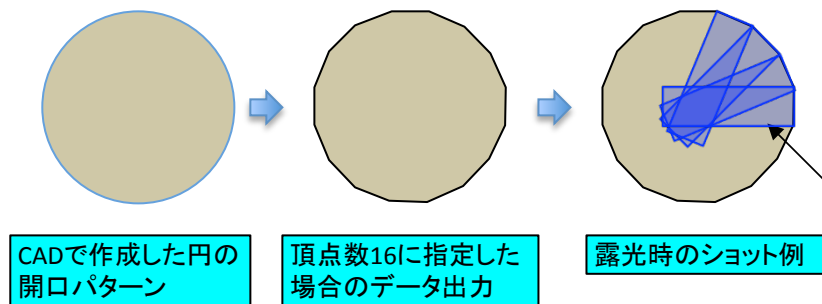
⑤ 鋭角な露光開口形状は形成できません

- ・鋭角先端部分に最小露光寸法(2um)以上の直線を入れ、鋭角でなくする、といった対応をしてください



⑥ 円や円弧は多角形として露光されます

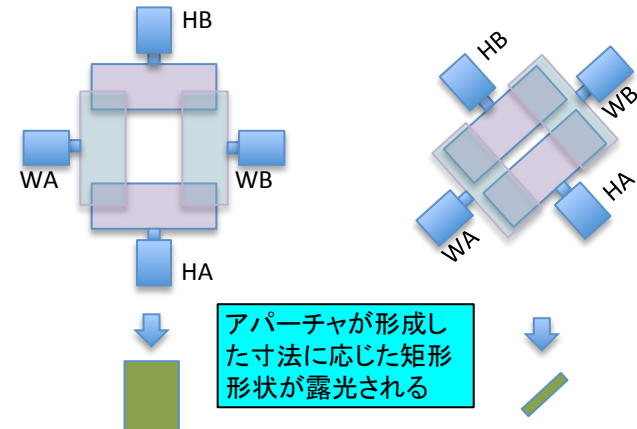
- ・CAD(α-SX)でデータ出力するときに多角形数は指定できます



例えばこのような矩形を1周ぶん回して露光していき、全体として円(多角形の円)を露光します

### 露光のしくみとパターンの制約

※PGでは2対のバリアブルアパーチャを用いて矩形形状をつくり、その光でマスク露光をおこないます。一辺2um~2000umの矩形(長方形)で露光され、露光された部分がマスク開口部となります



露光のしくみ上、  
2um未満の開口は形成できません  
90°未満の鋭角形状開口は形成できません  
なめらかな曲線や円弧は形成できません

⑦ 左右マークを同時に見て目合わせする、いわゆる標準的な目合わせをおこなう場合のマークの配置エリアは下記です

注意)

- ・MEMSセンター所有の両面アライナおよびマスクアライナ使用の場合の制約です。
- ・両方のマスクアライナ装置で使用できるマスクを製作したいときは、両面マスクアライナの推奨位置で作成ください
- ・**裏面目合わせができるのは両面アライナ**だけです。マスクアライナは裏面目合わせはできません
- ・マークは左右1個ずつでなく、キズなどで見えなくなったときのために**予備のマーク**も何個か配置することをお勧めします
- ・マスクは**90°回転させて配置**できますので、予備のマークを上下にもつけておくという手もあります

・マスクアライナ(ERアライナ(キャノン PLA-501))の目合わせマーク推奨位置

- ・左右は**中央から15~50mmの範囲**、中央からの距離は左右同じでなくてもよい
- ・上下は**±10mm以下の範囲**

- ・基本的には上記(右図の赤い範囲)を推奨
- ・ただし青い範囲は顕微鏡ヘッドを手で上にずらして観察可能な位置
- ・さらにはマスク回転させれば見える範囲は4回対称の範囲に広がる
- ・中央30mm□以内はどうやっても見えない

以下詳細説明

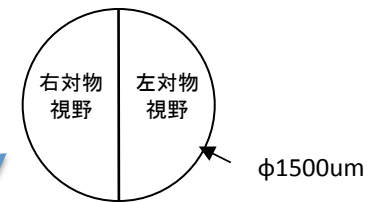
接眼レンズで観察可能な視野

- ・φ1500umエリア  
左半分に右対物レンズ、右半分に左対物レンズの像が見える

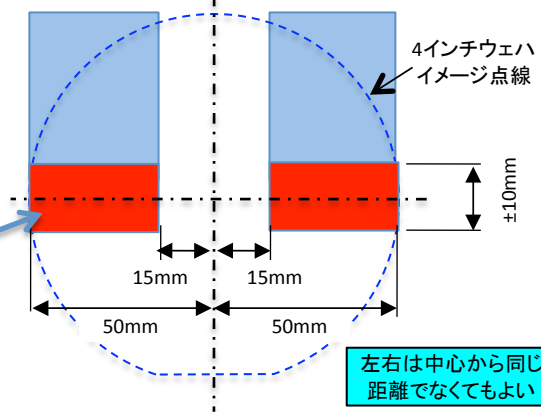
表対物レンズの視野中心可動範囲

- ・左右は**片側15~50mm独立可動**(左右対物レンズ間隔で30~100mm)
- ・上下は基本的に中心線高さ固定。ただし
  - ・自在ハンドルで上下左右に±10mm動かせる
  - ・さらにヘッドを途中で止めれば中心線上のほうは観察可能

接眼での観察範囲



表対物レンズのマーク観察可能範囲



・両面マスクアライナ(D4アライナ(ユニオン光学 PEM-800))の目合わせマーク推奨位置

片面プロセスの場合

- ・左右は中央から15~45mmの範囲、中央からの距離は左右同じでなくてよい
- ・上下は±2mm以下の範囲

裏面プロセスの場合

- ・左右は中央から15~45mmの範囲で左右振り分けずれ±2mm以下
- ・上下は±2mm以下の範囲

- ・基本的には上記(右図の赤い範囲)を推奨
- ・上記は推奨位置。厳密にはさらに+1mm程度見える範囲は広い
- ・青い範囲は顕微鏡ヘッドを手で上にずらして観察可能な位置
- ・さらにはマスク回転させれば見える範囲は4回対称の範囲に広がる
- ・中央30mm□以内はどうやっても見えない

以下詳細説明

接眼レンズで観察可能な視野

- ・φ1500umエリア
- 左半分は右対物レンズ、右半分は左対物レンズの像がみえる

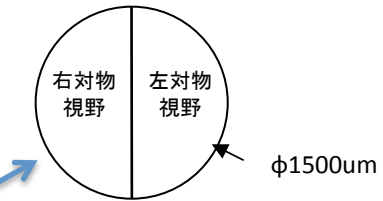
表対物レンズの視野中心可動範囲

- ・左右は片側15~45mm独立可動(左右対物レンズ間隔で30~90mm)
- ・上下は基本的に中心線高さ固定。ただし
  - ・マスク上下位置調整つまみで±2mm上下可能
  - ・さらに顕微鏡ヘッドを途中で止めれば中心線上のほう(青色エリア)は観察可能

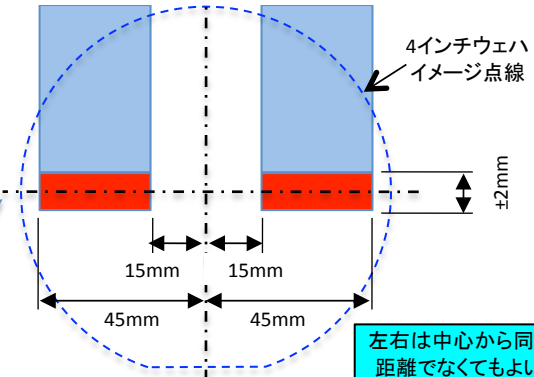
裏対物レンズの視野中心可動範囲

- ・左右は片側15~45mm左右連動でしか動かない。ただし
  - ・マスク左右位置調整つまみで±3mm左右に動かすことは可能
- ・上下は基本的に表対物レンズと同じ高さになる
- ・顕微鏡ヘッドを途中で止めれば中心線より上のほう(青色エリア)は観察可能、ただし表と違い透明ステージの見える範囲φ90より外は観察できないので注意

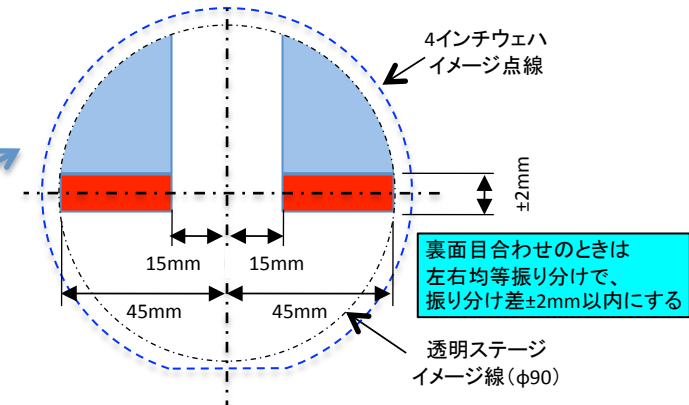
接眼での観察範囲



表対物レンズのマーク観察可能範囲



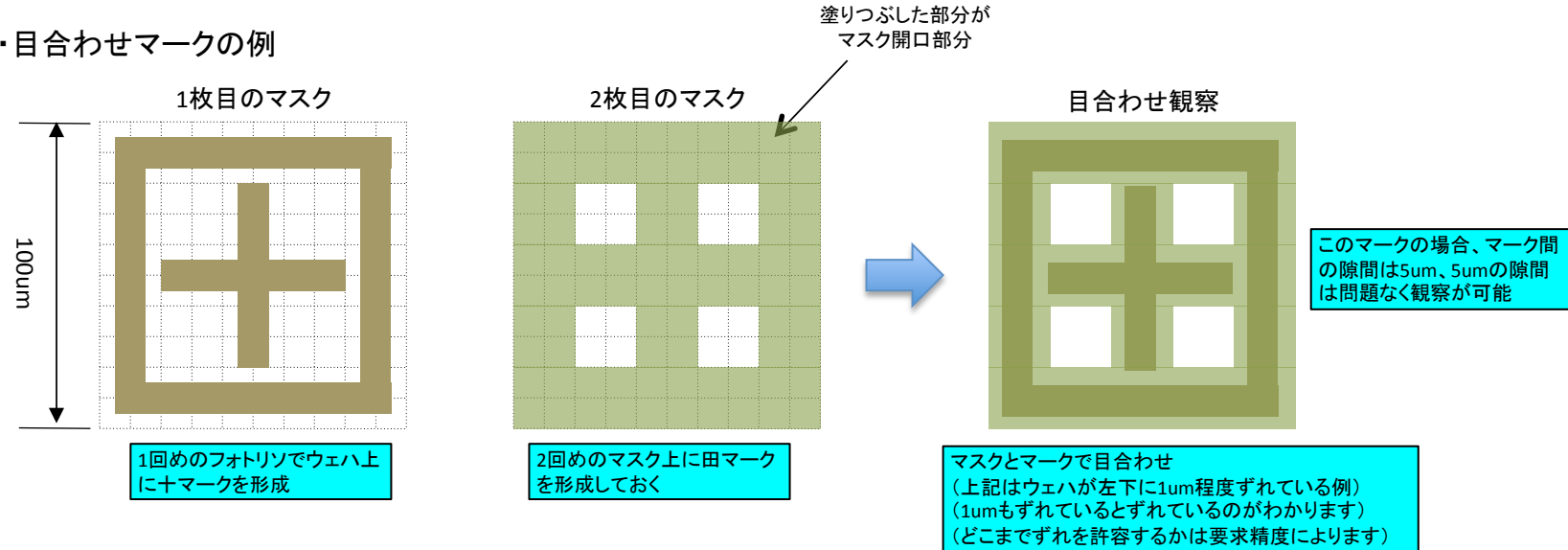
裏対物レンズのマーク観察可能



⑧ 目合わせマークの大きさは100um~400um角程度の大きさを推奨します

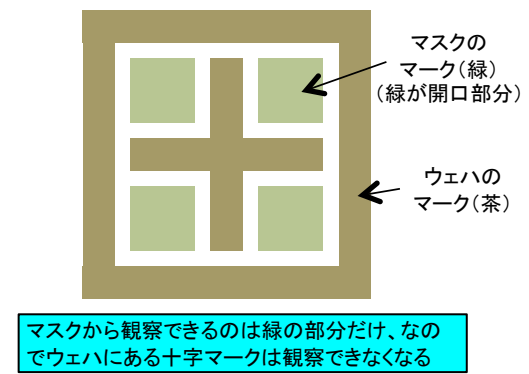
(※目合わせ用顕微鏡での視野はφ1500um程度、この視野で左右のマークが同時に観察できるようになっているため、片側400um角程度が限界)  
 (※目合わせ用顕微鏡では5um程度の隙間は問題なく確認できます)

・目合わせマークの例



- ・上記100umの十字マーク(茶色)と田マーク(緑色)は一例です。要求する精度で目合わせできればどのような形状でもかまいません。ただし以下の点も注意して作成ください
- ・ウェハ上に形成するマークが、形成時**サイドエッチが入って細るような場合、これを考慮した寸法、太さ、大きさ**にしておく必要があります
- ・ウェハ上のマークを探すのに、マスクのマーク付近に、プロセス上支障がない程度の覗き窓用開口をつくっておくと、効率よくマーク位置を探すことができます
- ・右図のようにウェハ上のマークが隠れるようなマーク関係では目合わせできません(またはできて精度が得られない)ので注意してください

目合わせマークの悪い例

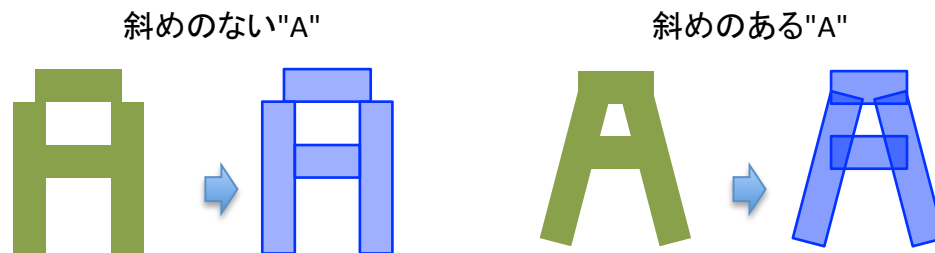




⑨ PGの露光作業時間目安は、10分/1000shotです。ただし円や傾斜図形が多いと最大5倍程度の時間を要する場合があります

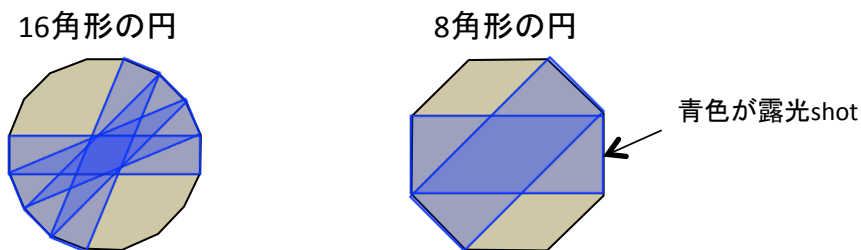
(※shotとは矩形の露光1回のことです。複雑な形状ほどshot数は増えます。データの総shot数はGDSデータをPG用データ変換するときわかります)

・斜め図形を少なくすると、露光作業時間が短縮できます



・例えば文字の"A"を露光する場合、左の"A"は4shot、右のAも4shotの矩形で打つ(露光する)ことができます  
・ただし右のAは斜め矩形があり、バリアブルアパーチャ全体を回転させて打つ必要があります。  
・バリアブルアパーチャを回転させる動作は時間がかかるので、露光時間が長くなります

・円の多角形数を少なくすると、露光作業時間が短縮されます



・例えば円を16角形にした場合は8shotで打つことができ、8角形にした場合は4shotで打つことができます。49角形などは49shot必要になります  
・多角形数を多くするほど露光時間は長くなるので、許す限り角形数は少ないほうが、作業時間の短縮ができます

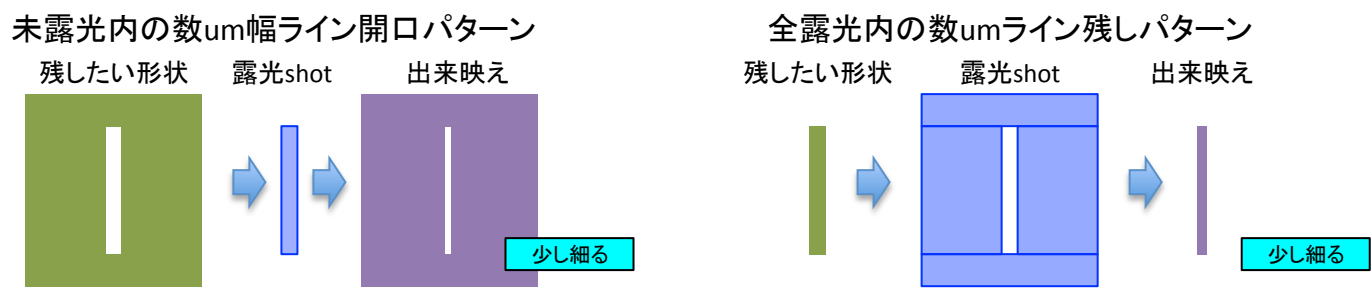
(※円の数や文字の数が少ないときはあまり気にしなくてもいいですが、数百～数千個の円や文字になると作業時間に大きく影響します)



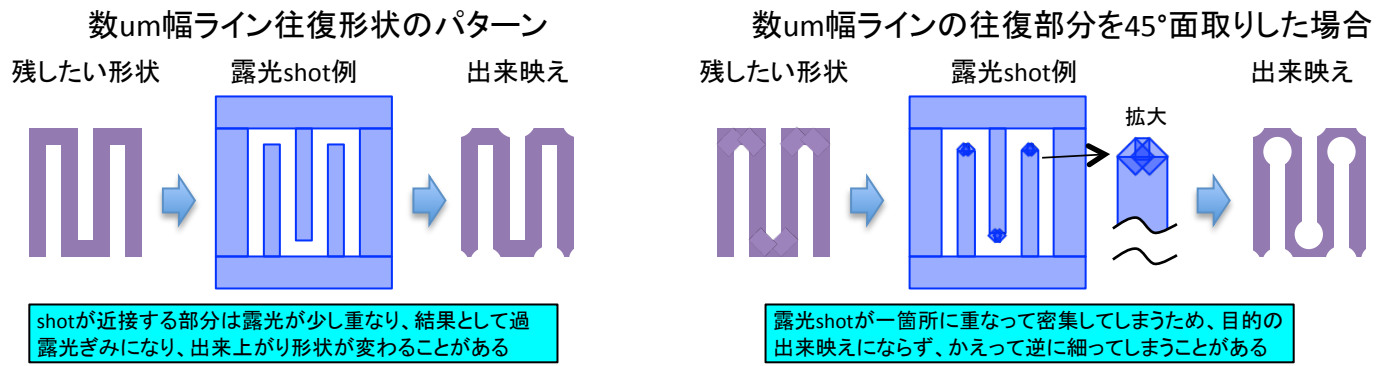
⑩ マスク出来映え精度は、開口幅精度で0~+1um程度です。またプロセス条件やパターン依存でこの範囲を超えることもあります

・装置上は最小2um角の大きさがPGで打てることを④で説明しましたが、PG装置のバリエーションやパーチャ寸法誤差、マスク現像出来映え、また出来映え面内分布などがあり、実際には開口幅精度で0~+1um程度の誤差が生じます  
(※開口+1umとなった場合、設計2umのラインは消滅することになります)

・未露光内の数um幅ライン開口や、全露光内の数um幅ライン残しは、**細る傾向**にあります。このように数um幅レベルのパターン出来映えは、周辺の露光面積などの影響を受けたりします。極端な場合は形成できないこともあります。  
**5um幅以上のパターン**ならこの露光面積の影響はほとんど気にしなくてもよくなります



・数um幅の露光shotが近接して密集するような複雑なパターンでは、希望する形状と違った形状になる場合があります  
**10um幅以上のパターン**ならこの複雑パターンの影響はほとんど気にしなくてもよくなります



※基本的に3um以上のライン&スペースは残りますが、上記のように**複雑パターン**になると**目的の形状**が得られなくなることがあります

作成履歴

170721 新規作成 横松