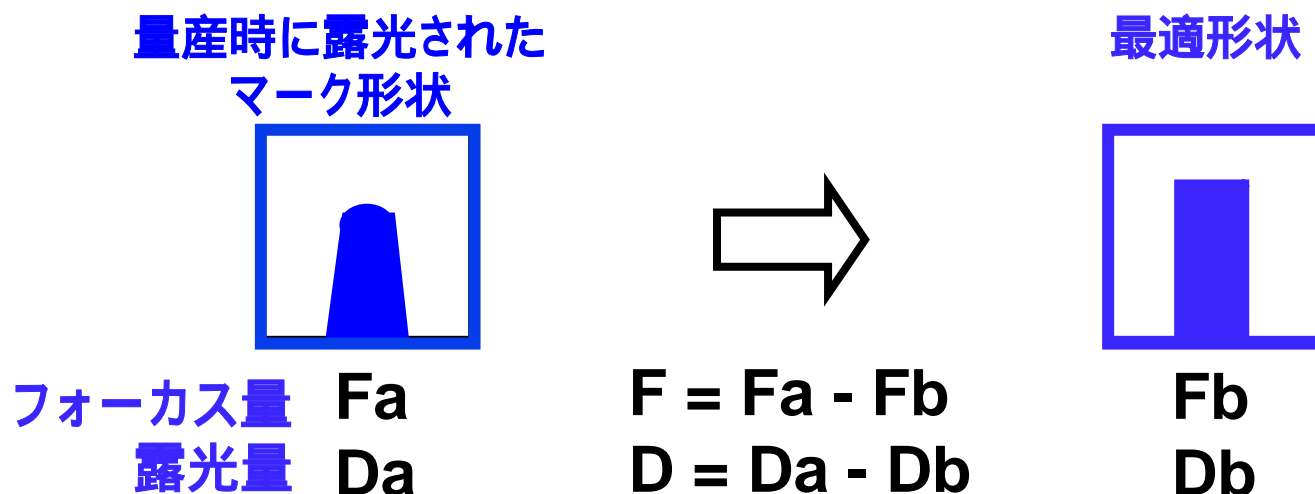


新規計測方法FDLNの提案

Focus & Dose Line Navigator: FDLN

量産ウエハ上(=特別なものでなく)のマークの断面形状から、露光時の最適フォーカス、最適露光量からのずれ量 F 、 D を求める。

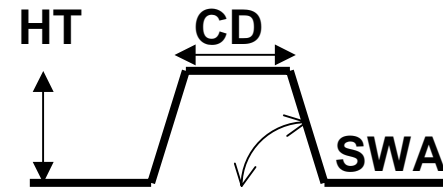
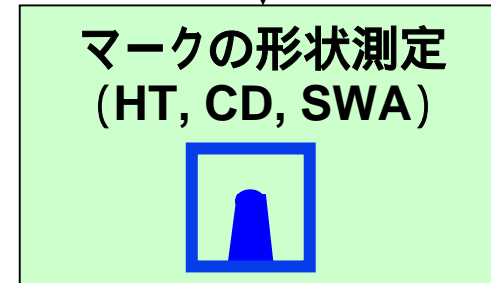
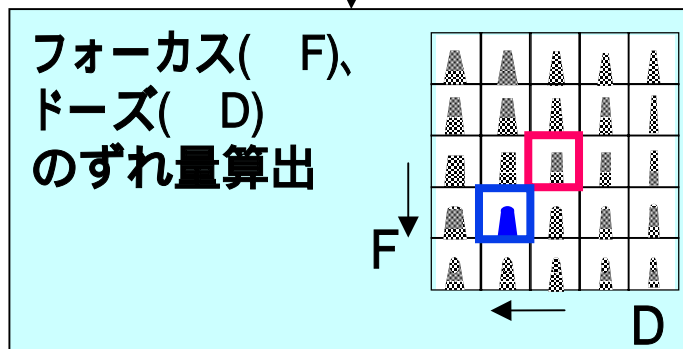
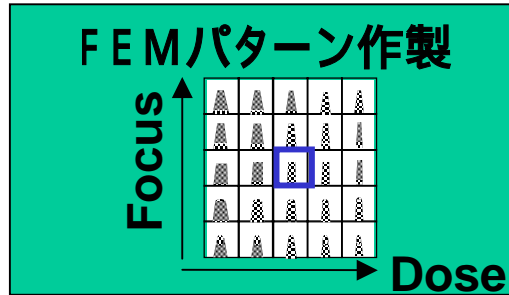


現状ではこの機能は確立されていない。

FDLNの測定シーケンス

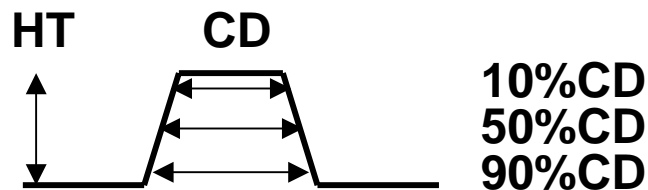
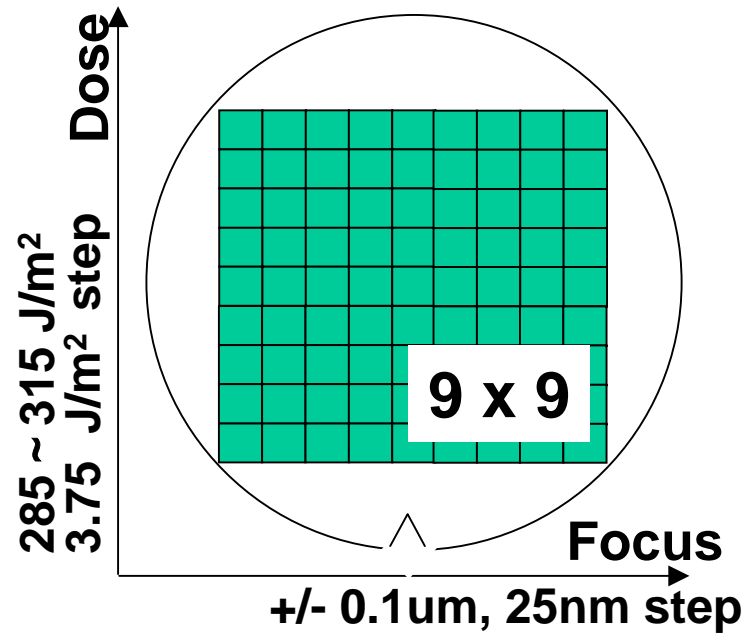
条件出し用ウエハ

量産ウエハ



シミュレーション検討条件 PROLITHを使ったFDLNの検討

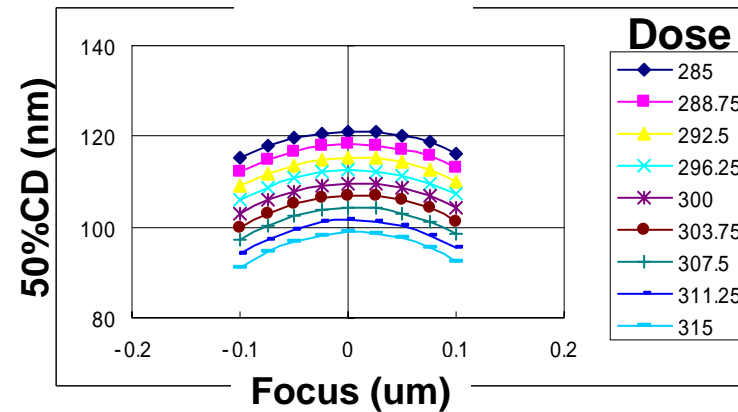
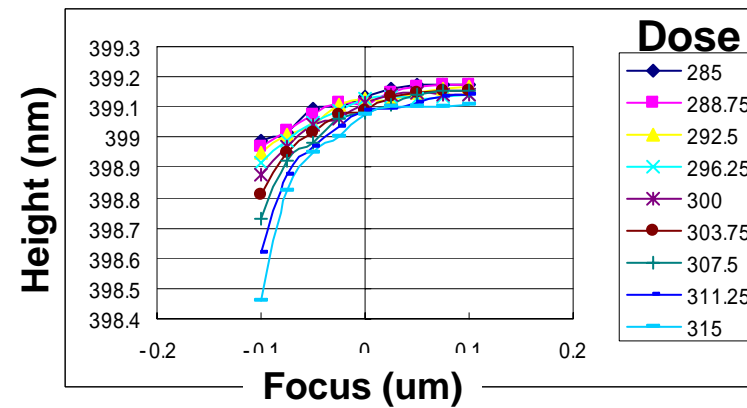
FEM pattern: KrF Resist Pattern, Iso., 110 nm



Related Equation

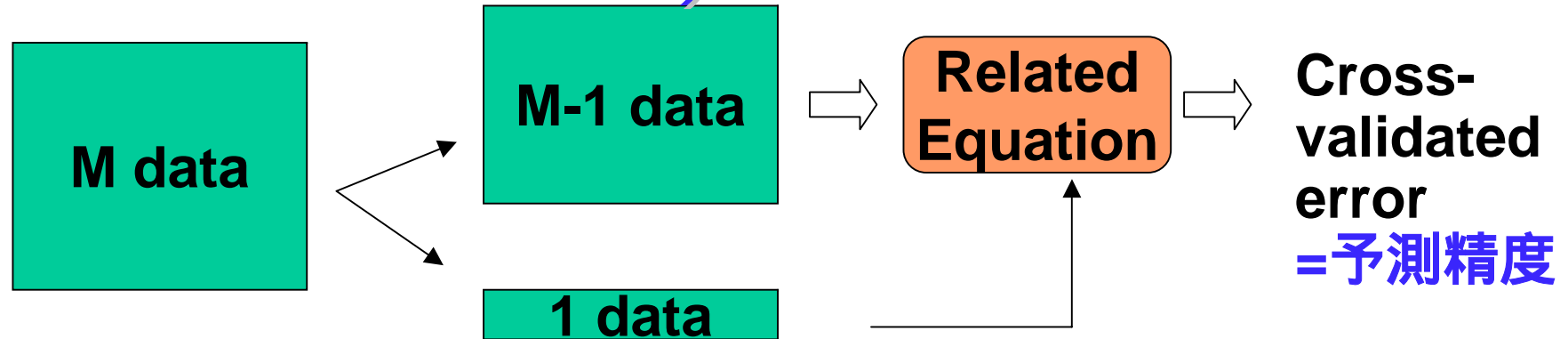
$$\text{Focus} = \text{FF}(\text{HT}, 10\%, 50\%, 90\% \text{CD})$$

$$\text{Dose} = \text{FD}(\text{HT}, 10\%, 50\%, 90\% \text{CD})$$



交差確認法 (Cross-Validation)

PROLITHを使ったFDLNの検討



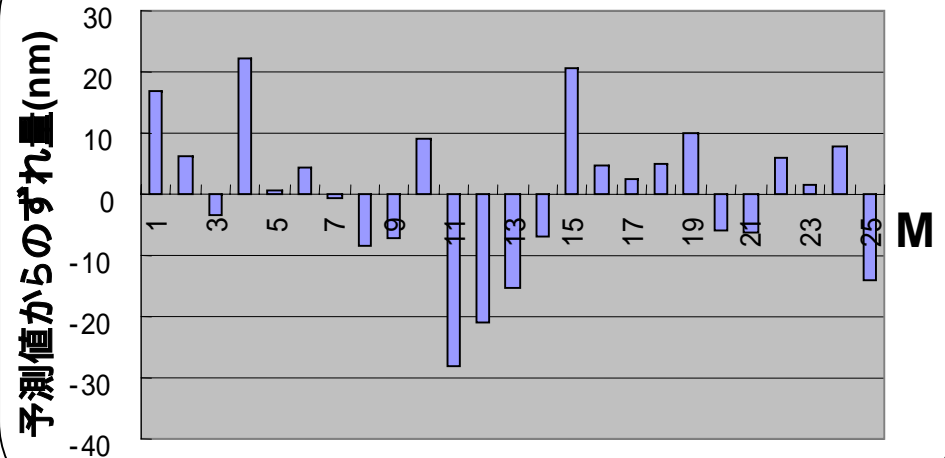
Related Equation

Focus = FF(HT, 10%,50%,90%CD)
Dose = FD(HT, 10%,50%,90%CD)

$$y = a_0 + a_{11}x_1 + a_{12}x_1^2 + \dots \rightarrow \text{Height}$$
$$+ a_{21}x_2 + a_{22}x_2^2 + \dots \rightarrow \text{10\%CD}$$
$$+ a_{31}x_3 + a_{32}x_3^2 + \dots \rightarrow \text{50\%CD}$$
$$+ a_{41}x_4 + a_{42}x_4^2 + \dots \rightarrow \text{90\%CD}$$

1次 2次

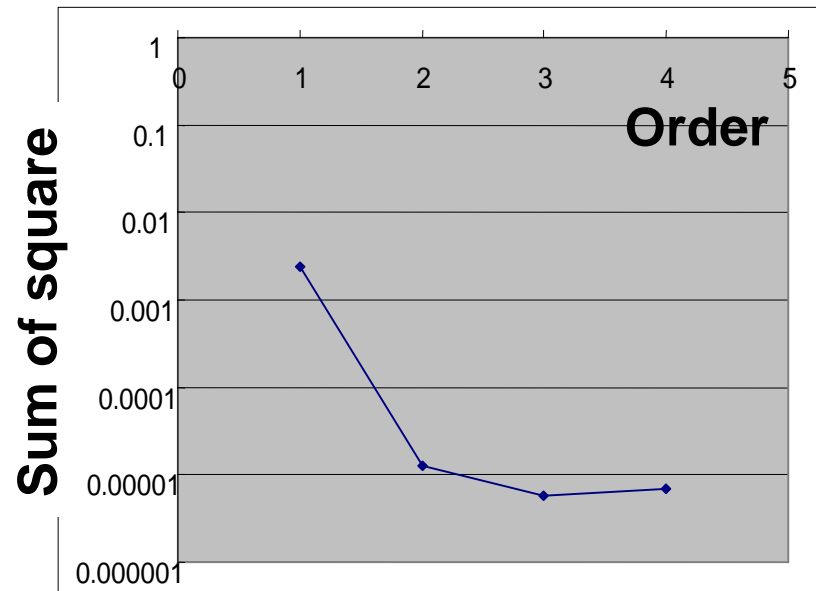
Cross-validated error



Order vs $\Sigma Error^2$

Focus

Dose

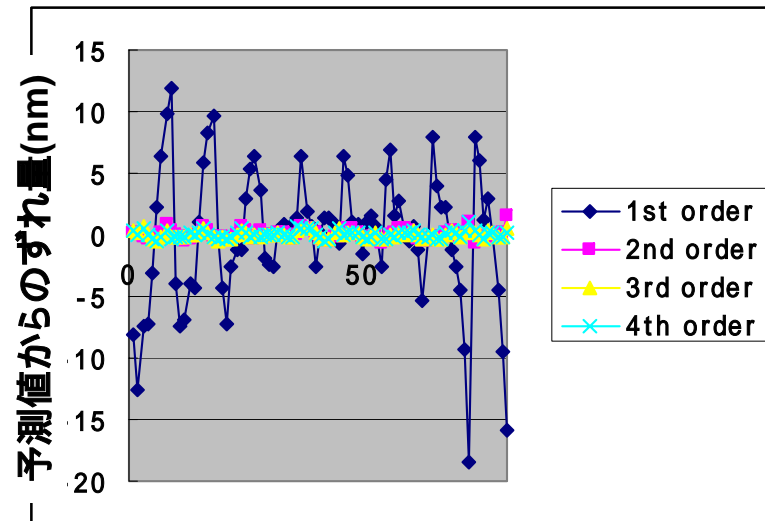


多項近似式の次数は、フォーカス、露光量共に
3次の多項近似式の誤差が最小。

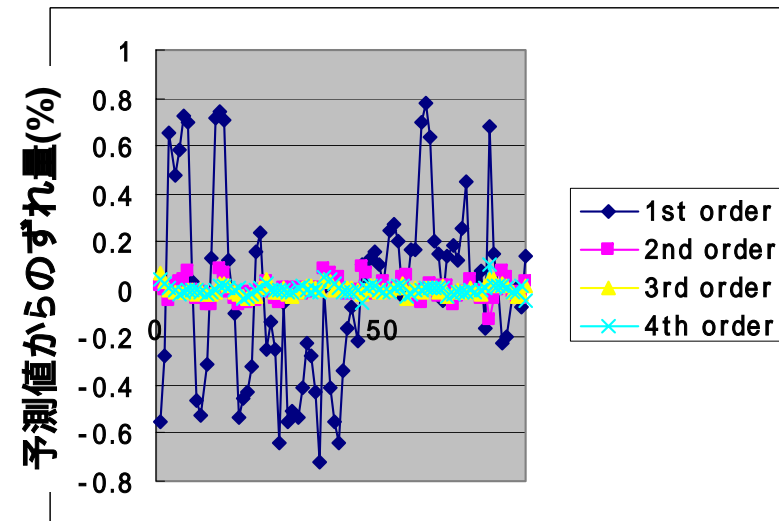
シミュレーションによるFDLNの精度検討

結果

Focus



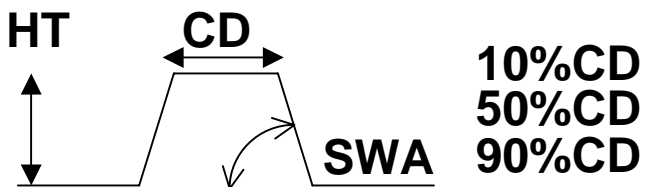
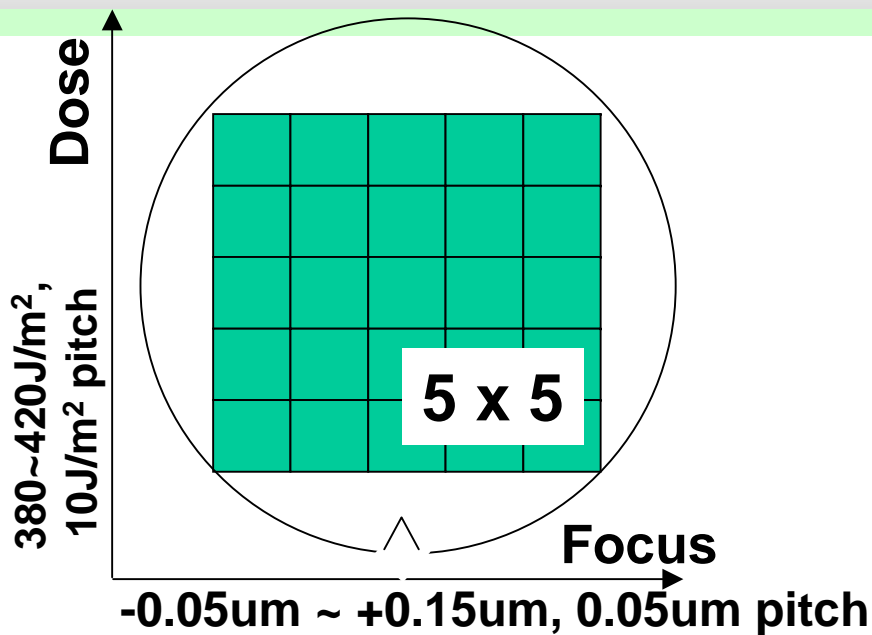
Dose



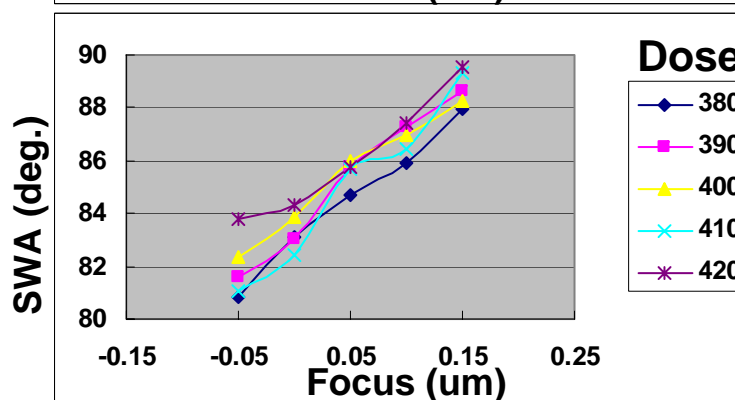
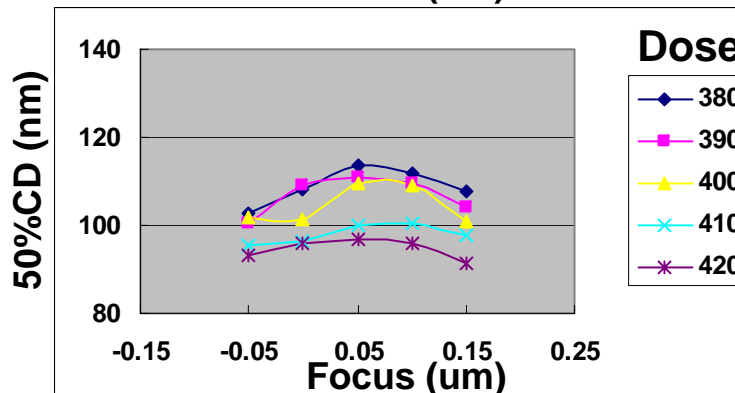
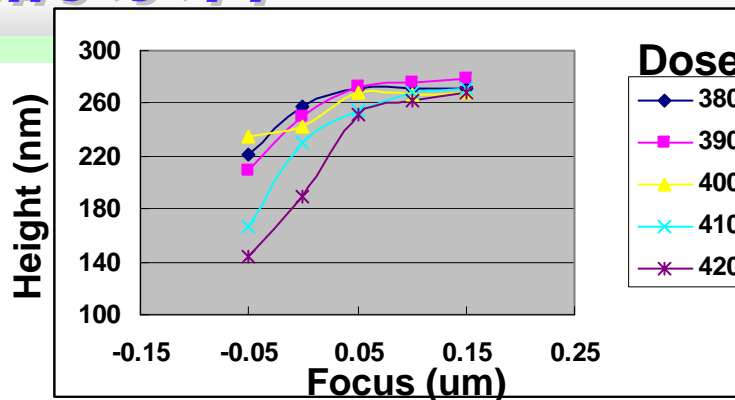
予測値からの最大ずれ量

Focus	0.65 nm
Dose	0.07%

実験検討条件 CD-AFMを使ったFDLNの検討



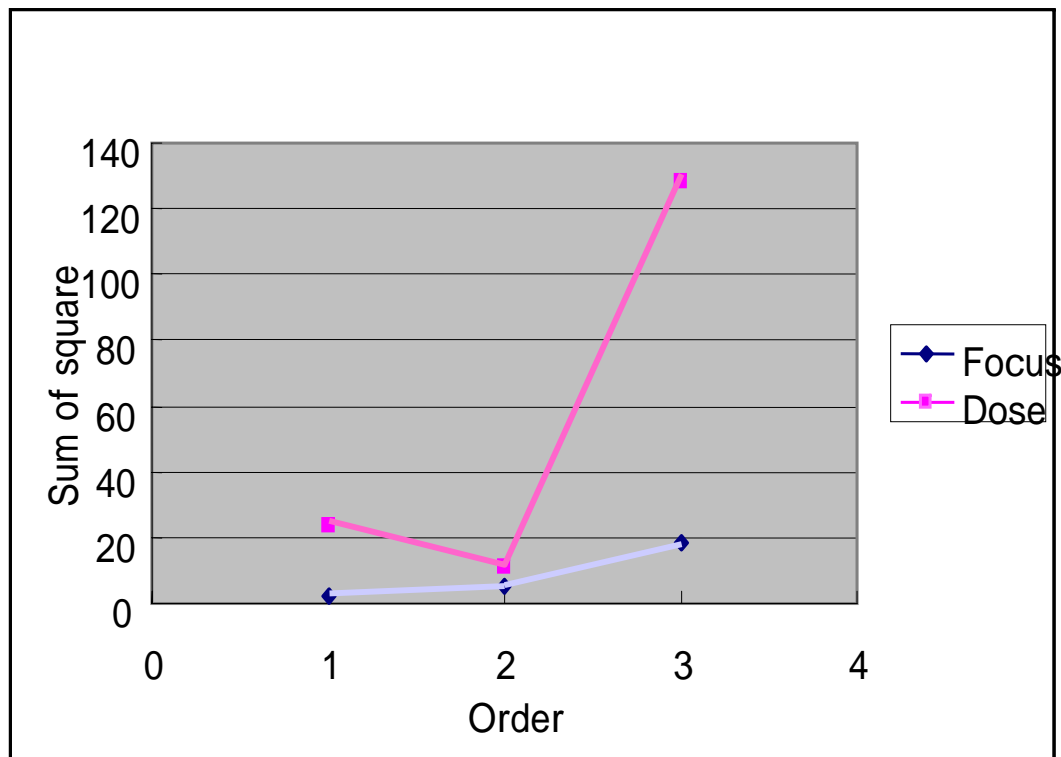
Related Equation
 $\text{Focus} = \text{FF}(\text{HT}, \text{CDs}, \text{SWA})$
 $\text{Dose} = \text{FD}(\text{HT}, \text{CDs}, \text{SWA})$



次数の決定と精度検討結果

CD-AFMを使ったFDLNの検討

Order vs $\Sigma Error^2$



予測値からの最大ずれ量

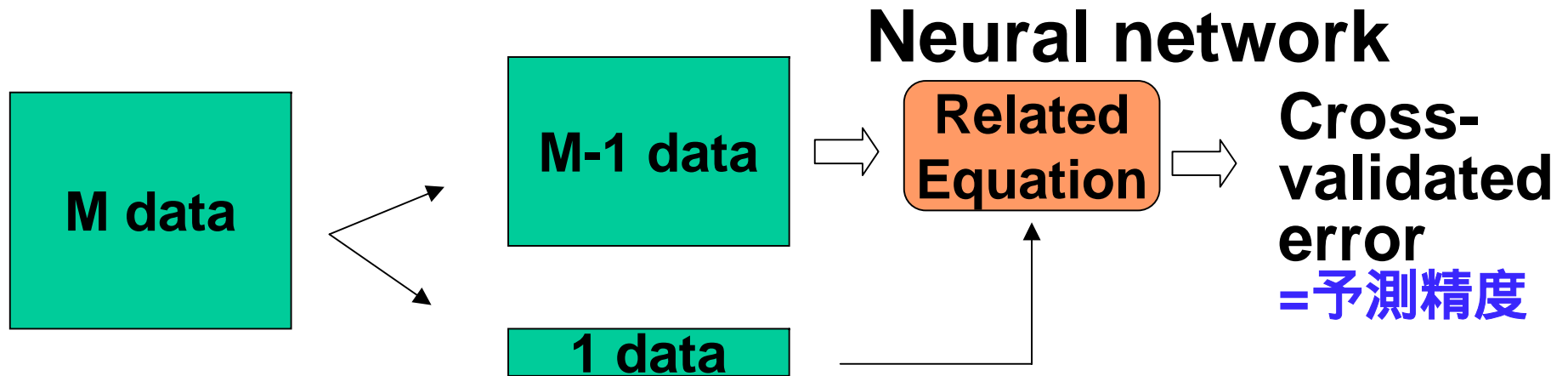
Focus	25nm
Dose	14 J/m ² (=3.5%)

実験での精度検討結果
(多項式近似使用)

フォーカスは、1次、露光量は、
2次多項近似式の誤差が最小。

Neural Network を使用した精度検討

CD-AFMを使ったFDLNの検討



予測値からの最大ずれ量

Focus	18 nm
Dose	10 J/m ² (=2.5%)

まとめ(量産時におけるフォーカス、露光量の計測方法)

- 1 . FDLN (Focus & Dose Line Navigator) を提案
- 2 . FDLNの精度検討結果
 - ・PROLITHで計算したFEMパターン形状データに交差確認法で精度予測
 - Polynomial Eq. Focus: 0.65nm, Dose: 0.07%
 - ・露光により作製したFEMパターン形状をCD-AFMで測定し、その測定データに交差確認法で精度予測
 - Polynomial Eq. :Focus: 25nm, Dose: 3.5%
 - Neural Network :Focus: 18nm, Dose: 2.5%
- 3 . FDLNのフィジビリティ-検討を行い、露光シーケンスにおけるフォーカスと露光量の計測方法として有効であることを確認