

Advanced package processに対応した ステップ&リピート投影露光装置の課題と現状

- ウシオ電機株式会社
- 事業統括本部システムソリューション事業部光プロセスG B U
- 設計技術第一部基板プロセス課
- 高橋 遼太郎

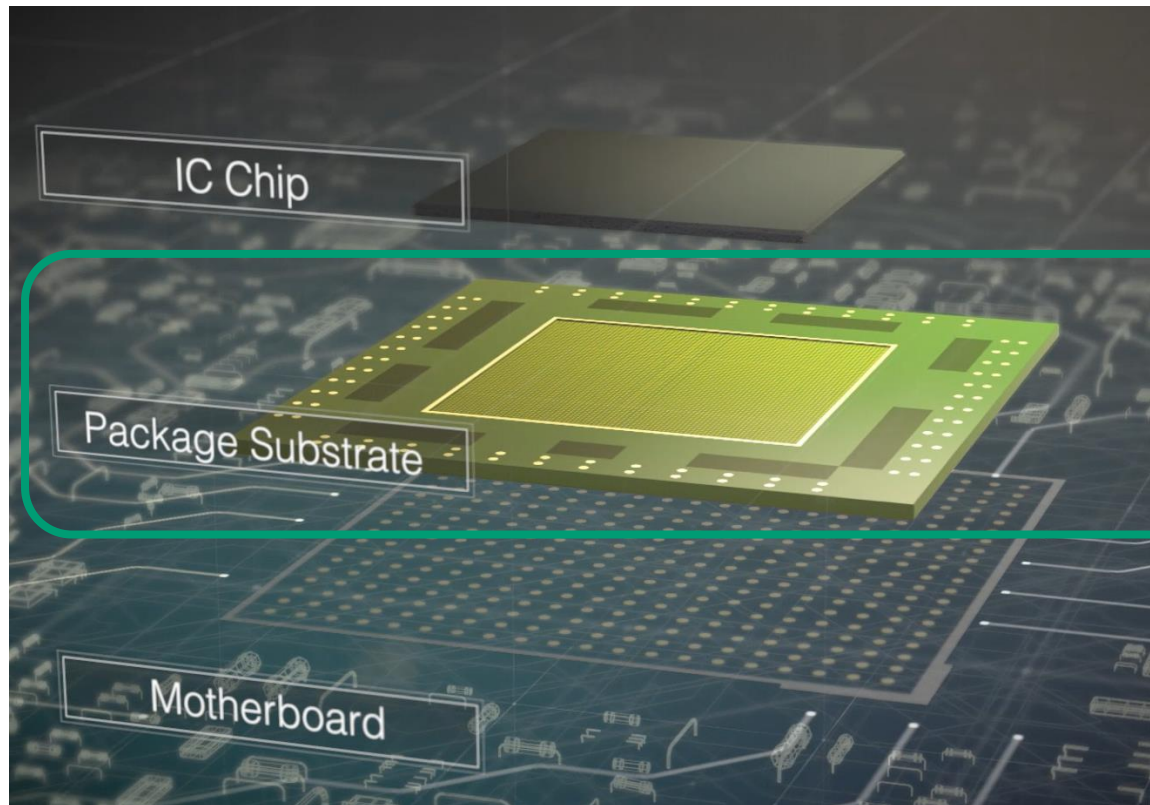
2023/2/2

Copyright(C) 2008 Ushio Inc., All Rights reserved

USHIO
Applying Light to Life







IC Chip

- ✓ ステッパー
- ✓ スキャナー
- ✓ 液浸
- KrF,ArF,EUV

Package Substrate

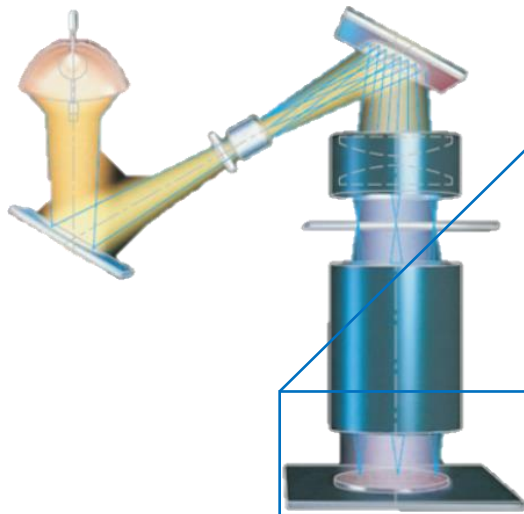
- ✓ ステッパー
(ステップ&リピート投影露光装置)
- i線

Motherboard

- ✓ 直描露光装置 (DI)
- ✓ プロキシミティ
- ✓ コンタクト
- i線 / h線 / ihg線

ステップ&リピート投影露光装置 概要

高圧UVランプ

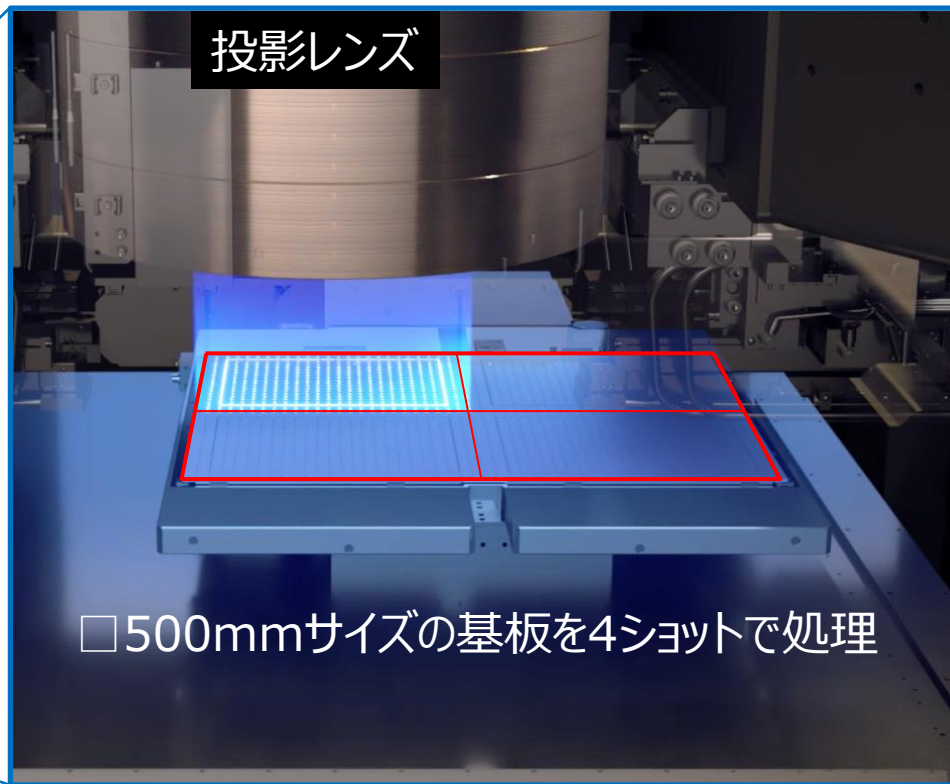


ガラスマスク

投影レンズ

基板

投影レンズ

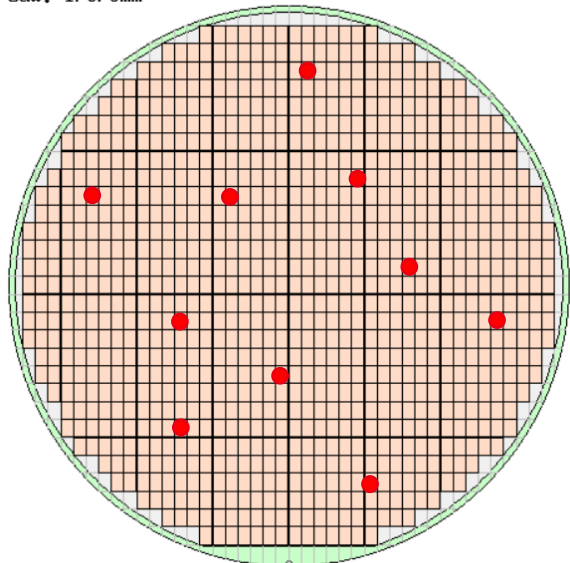


□500mmサイズの基板を4ショットで処理

ムーアの法則に従った微細化➡機能素子を融合して機能を追加(More Than Moore)

- シリコンチップの性能向上やチップ拡大においてコストと歩留まりが課題
 - チップレット/ダイパーテーショニング

DPW: 974
Saw: 17679mm

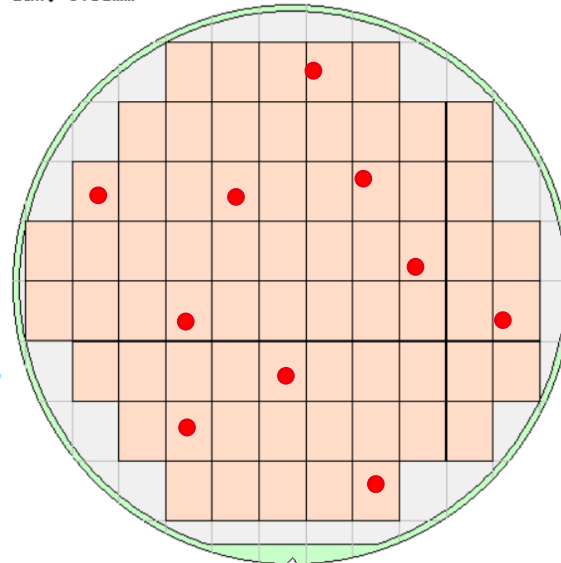


© Silicon EDGE Limited

【歩留まり】
99%

【不良数】
10/974

DPW: 67
Saw: 5031mm



© Silicon EDGE Limited

【歩留まり】
85%

【不良数】
10/67

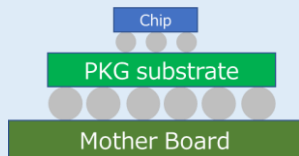
年代		2000~2015	~2025	2025~ (Future)	
パッケージ形態		<p>Standard FC-BGA</p>		<p>Advanced package2.XD/ Fo-PLP</p>	
プロセス		SAP	SAP	SAP	TBD
露光装置	▶必要解像力 (μm)	20~10	5	<5	≦2
	▶アライメント精度 (μm)	5.5	1.5	<1.5	TBD
	▶ショットサイズ (mm)	100~250	250	250	TBD
	▶生産性 (ショット数)	4~9	4	4	TBD

項目	課題	方策
微細化	SAP特有の微細化、高アスペクト比の対応	高圧UVランプや露光装置を自社で開発、設計し最適化 材料メーカー様とのコラボレーションによるプロセス検証
歩留まり	パーティクル対策	ロボットや駆動部の発塵低減
	基板反り対応、基板重量の増加	ステージ吸着、搬送機構の開発 吸着機構、ステージ平坦化等機械加工品の精度向上
	基板厚みばらつき	投影レンズの広い焦点深度
	基板収縮、変形に対するアライメント	アライメント精度の向上、 アライメントシーケンスの開発
生産性	パッケージサイズ拡大	フルパネルサイズ4ショットで露光

①微細化対応

現在 ➤ L/S=10 μ m/10 μ m

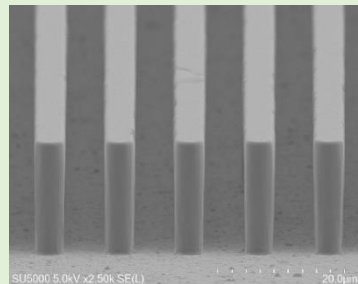
Standard FC-BGA



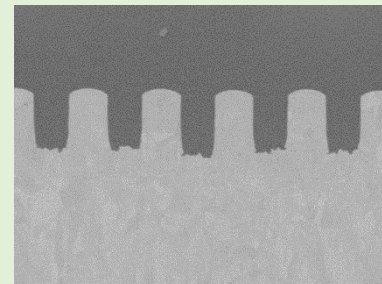
今後

➤ L/S=5 μ m/5 μ m

レジストパタン形成後



メッキパタ形成後

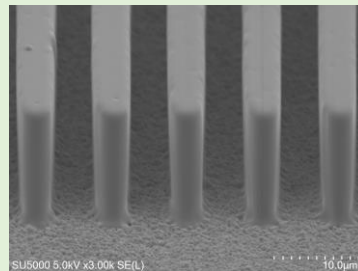


Advanced package2.XD

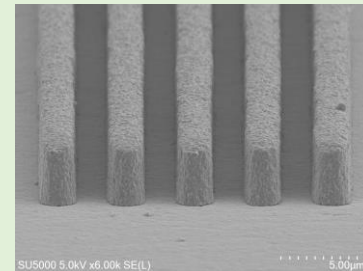


➤ L/S=2 μ m/2 μ m以下

レジストパタン形成後



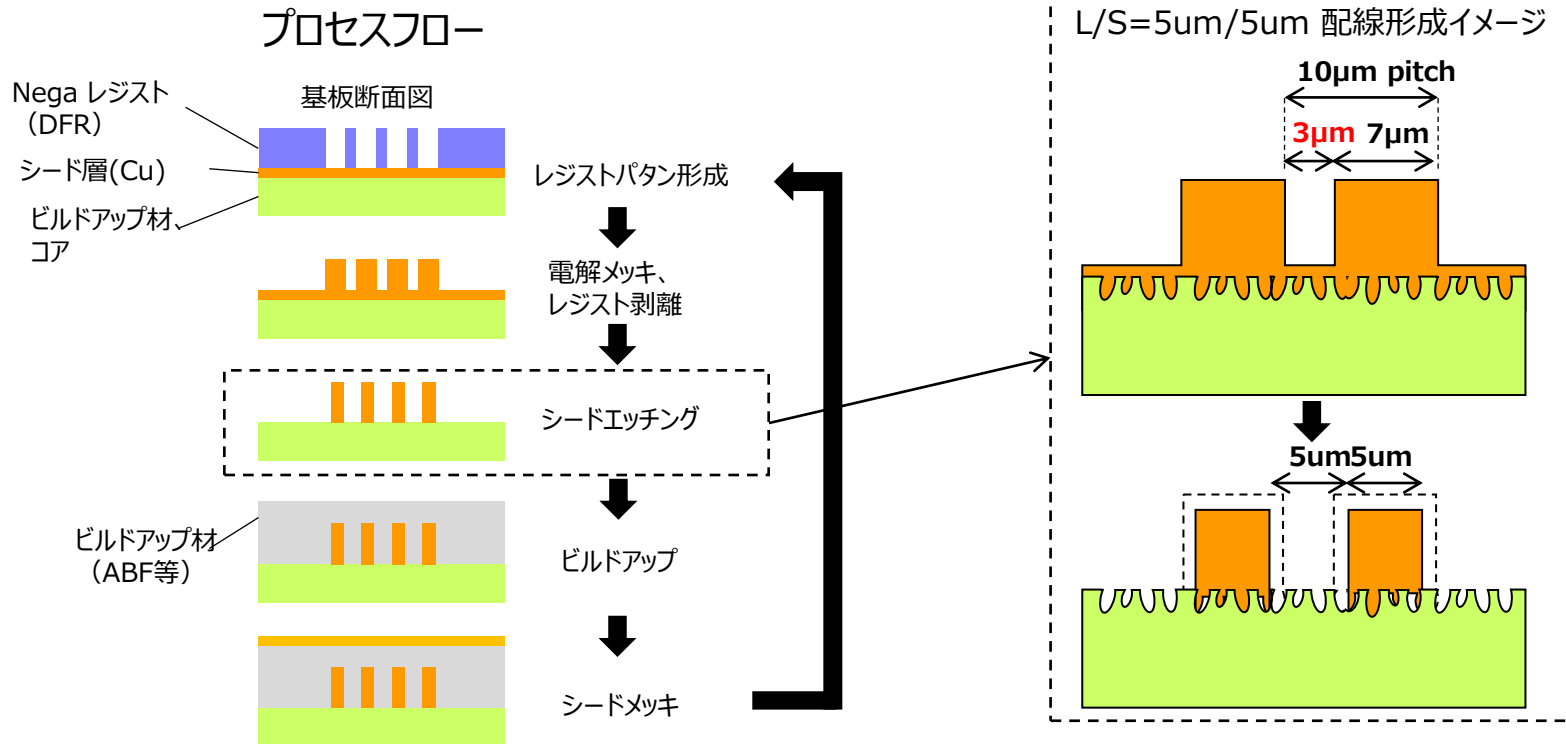
メッキパタン形成後



レジストパタン形成時には高いアスペクト比が求められる

①微細化対応

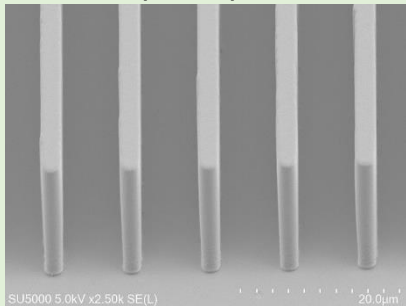
□ SAPプロセスにおける露光装置に求められる解像力



①微細化対応

- シードエッチングを考慮した最大アスペクト比は5程度が想定される
- ✓ 単純に高解像力化するだけでなく歩留まりを上げる為に適切な設計が重要

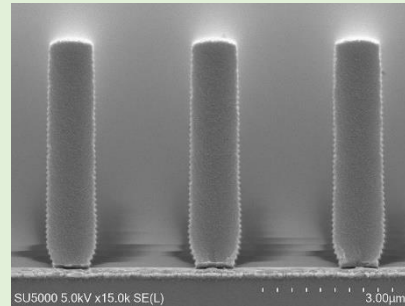
➤ L/S=3 μ m/7 μ m



・ドライフィルムレジスト

レジスト厚み：ライン幅
15 μ m：3 μ m

➤ L/S=1 μ m/2 μ m



・液レジスト

レジスト厚み：ライン幅
5 μ m：1 μ m

材料メーカー様とのコラボレーションによるプロセス検証を通して、材料からの可能性も追求

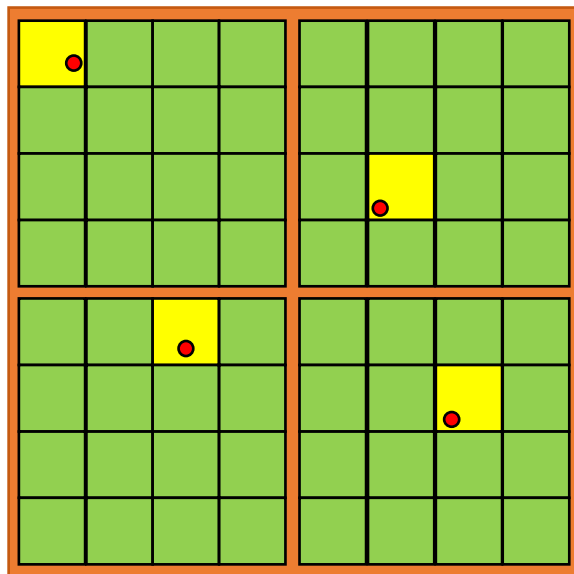
②歩留まり

□パッケージサイズが拡大していくとパネル内の異物や不良の影響が大きい。

- 従来よりも異物への対策が重要

パッケージサイズ50mm~60mm
行8x列8=64個

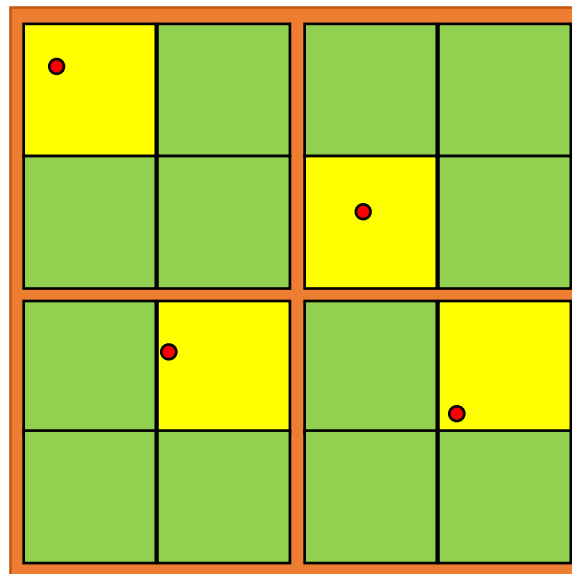
● 不良



【歩留まり】
94%

【不良数】
4/64

パッケージサイズ100mm~125mm
行4x列4=16個

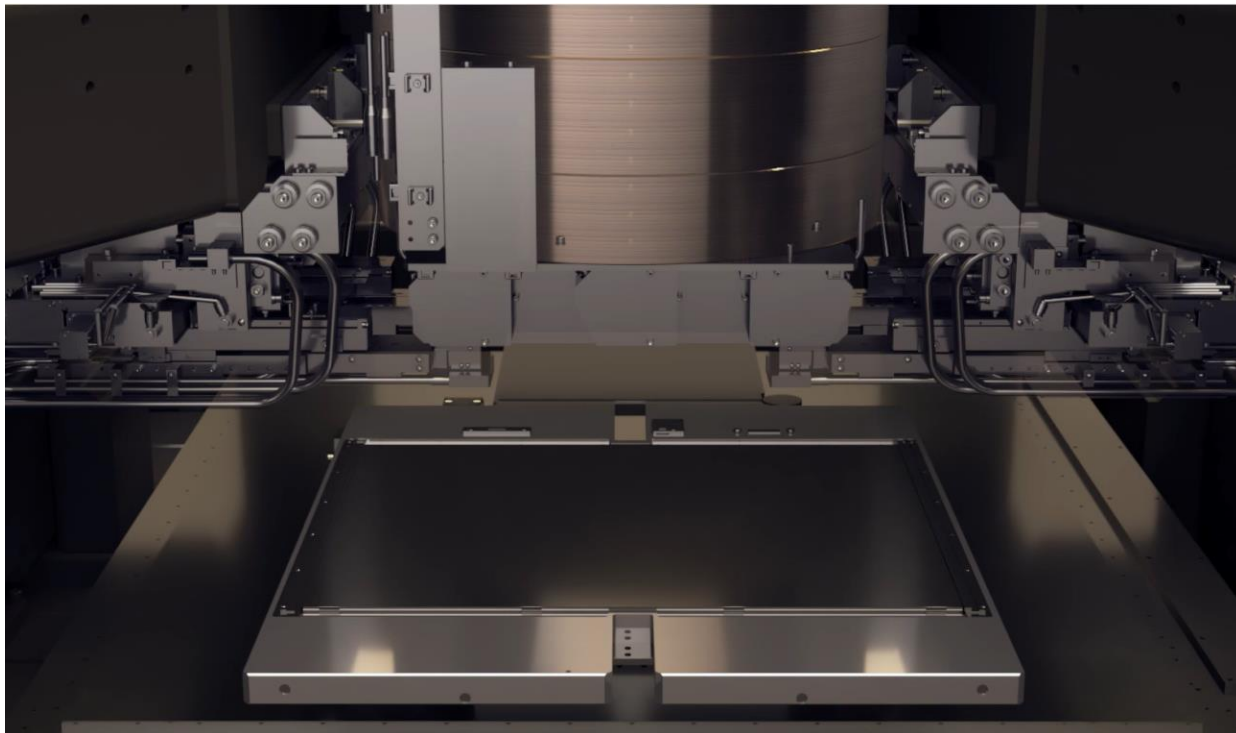


【歩留まり】
75%

【不良数】
4/16

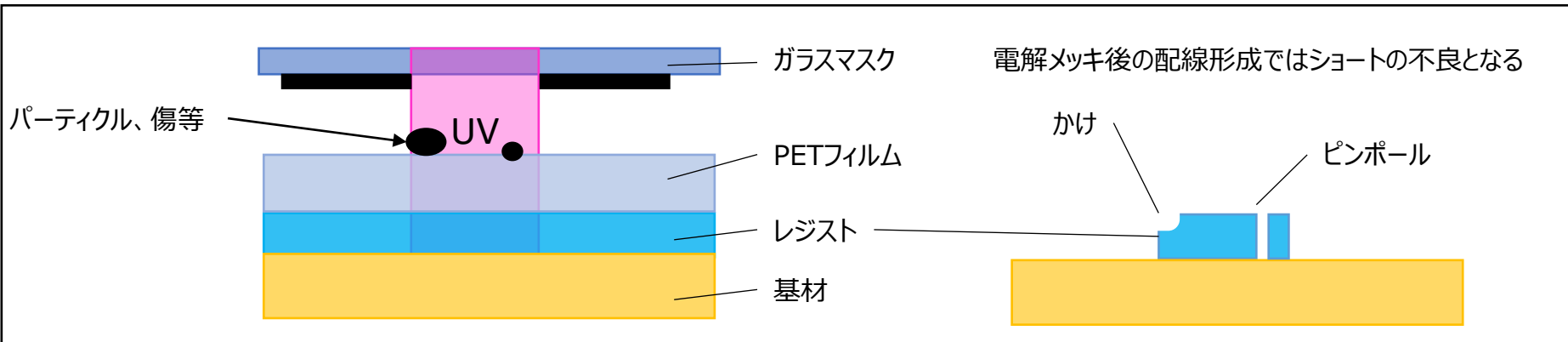
②歩留まり パーティクル低減

- ✓ 陽圧、集塵システム
- ✓ 駆動部からの発塵低減等

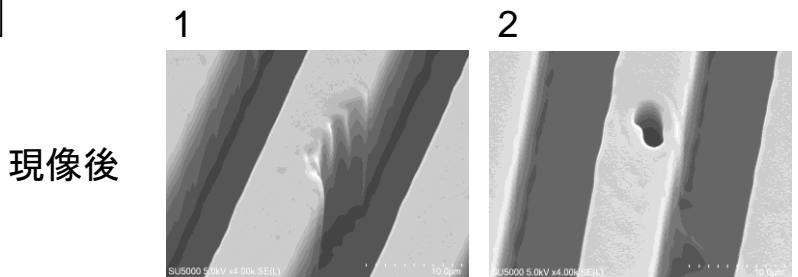


②歩留まり パーティクルによる不良

□ 従来から使用されているDFRにおいてPET上のパーティクルの影響によりパタン欠陥が発生



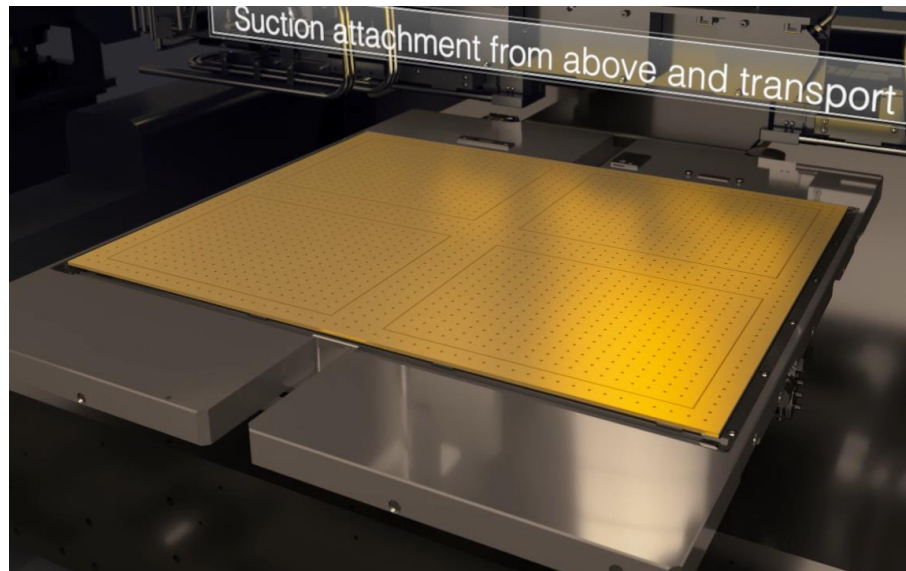
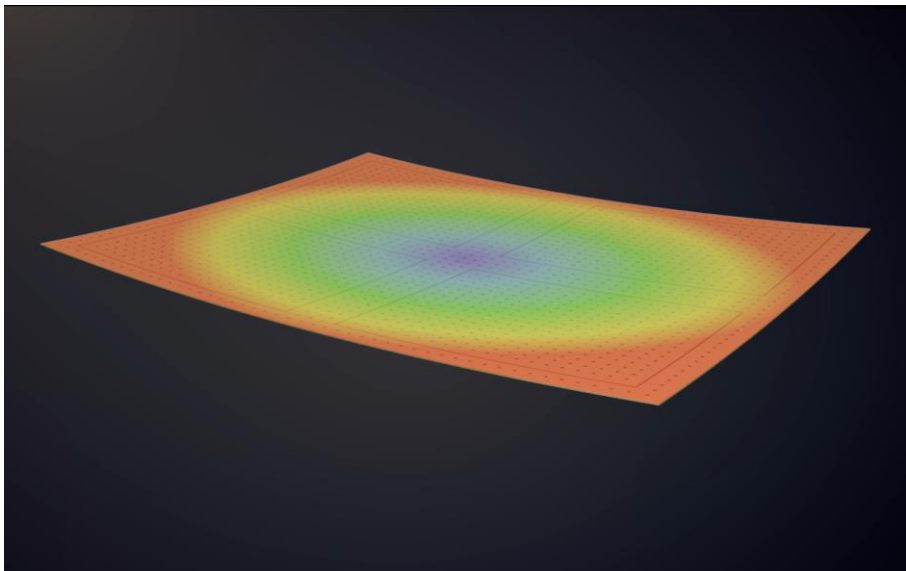
パタンの欠陥



不良モード
1. 欠損 / 2. ピンホール

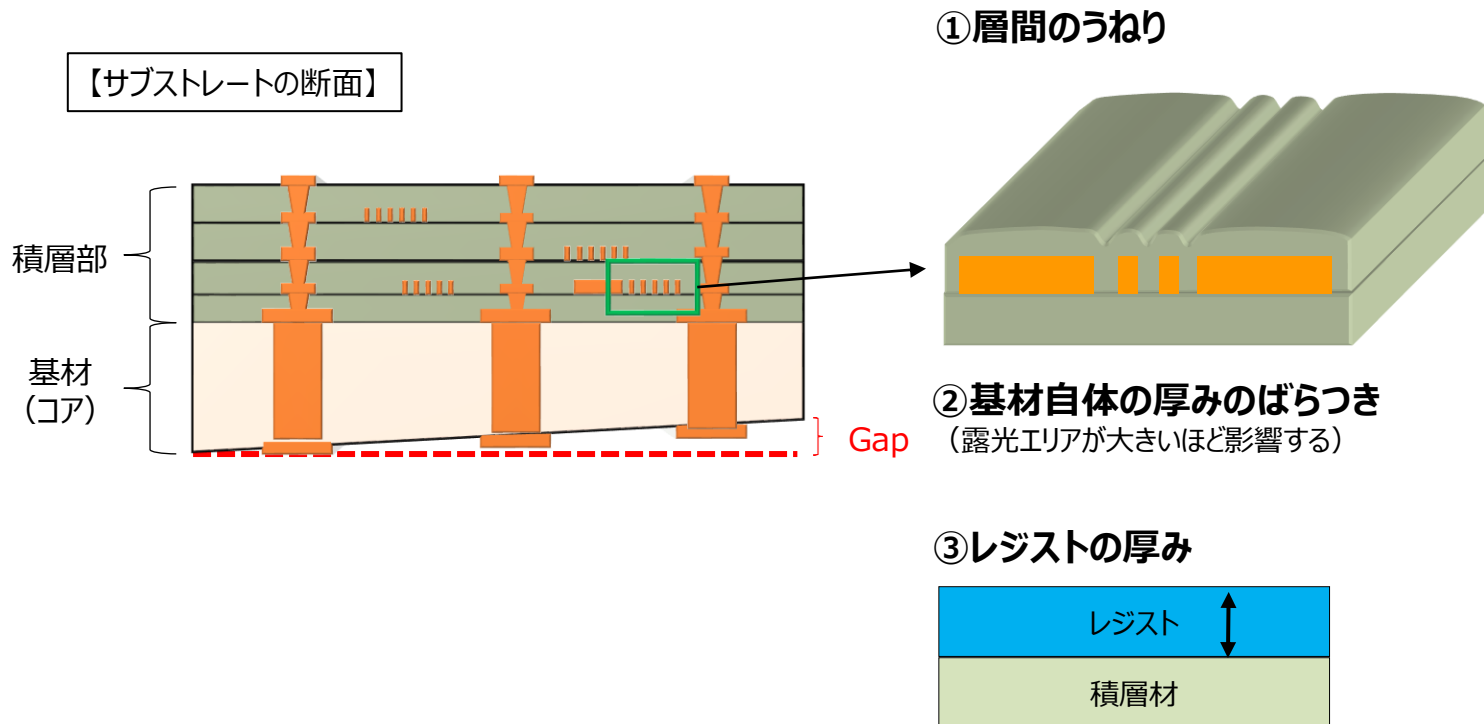
②歩留まり 反り対応

- 平坦性の高い吸着ステージでフラットな状態で保持される



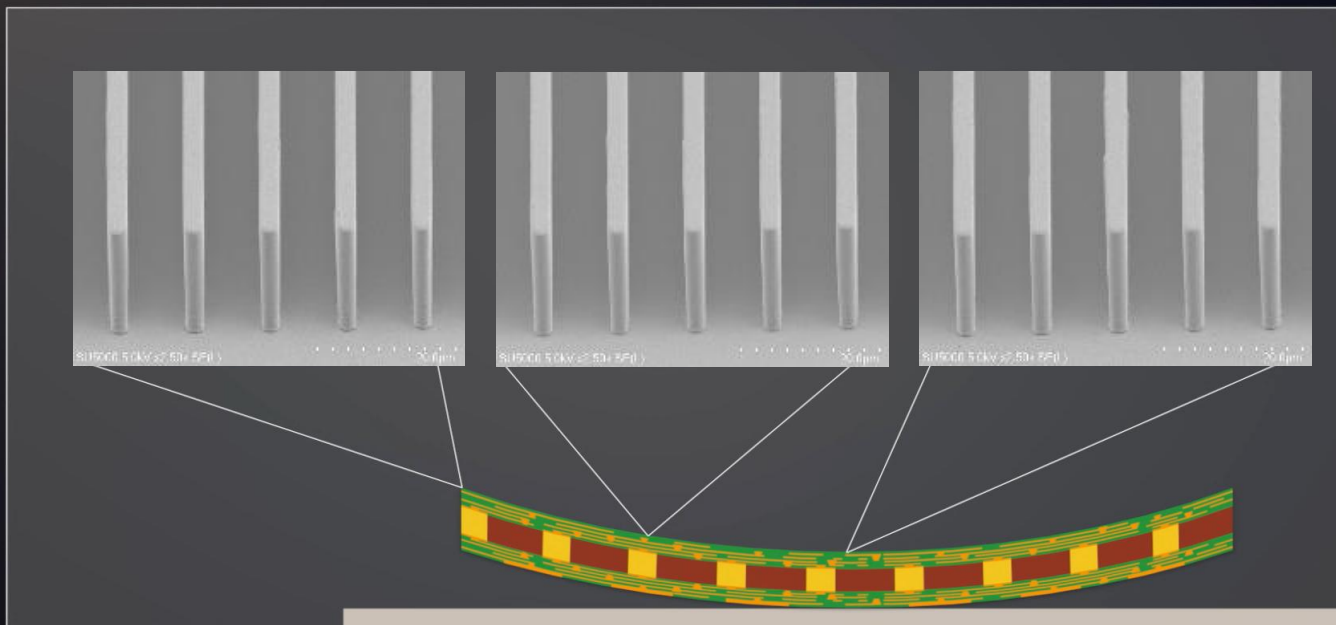
②歩留まり うねり、厚みばらつき対応

- うねりや厚みばらつき、レジストの厚みを考慮し適切な焦点深度の設計が重要
基材の平坦化技術やガラス基材を用いたとしても $\pm 10\mu\text{m}$ ~数十 μm 以上の焦点深度が必要と想定される。



②歩留まり うねり、厚みばらつき対応

Focused exposure for substrates with varying depths



②歩留まり 収縮、膨張による基板変形

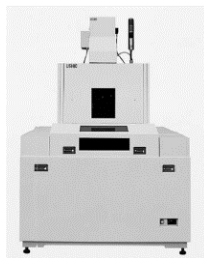
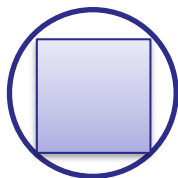
□ 変倍制御



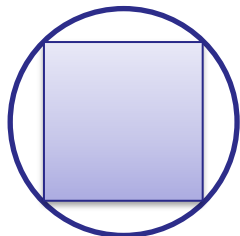
③生産性



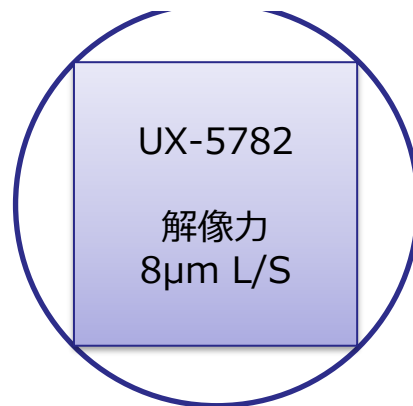
□100mm / Shot



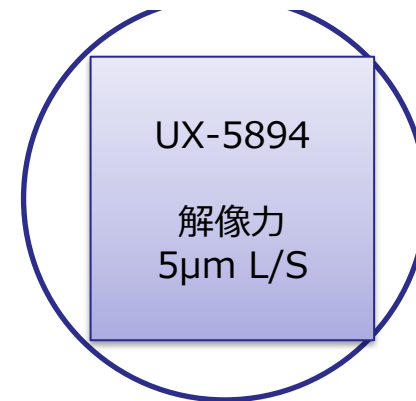
□140mm / Shot



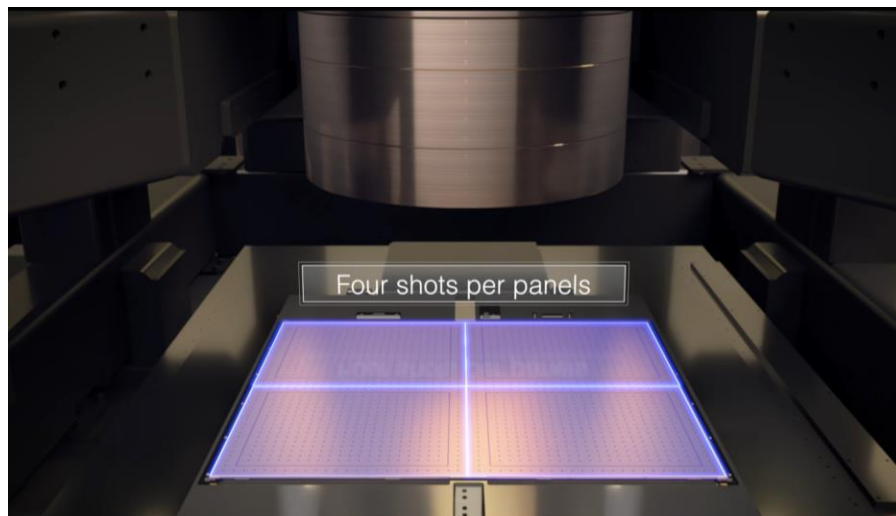
□250mm / Shot



□250mm / Shot

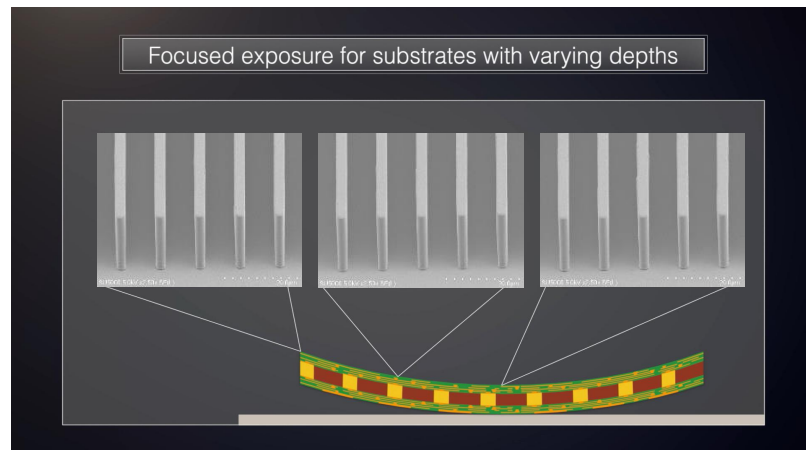
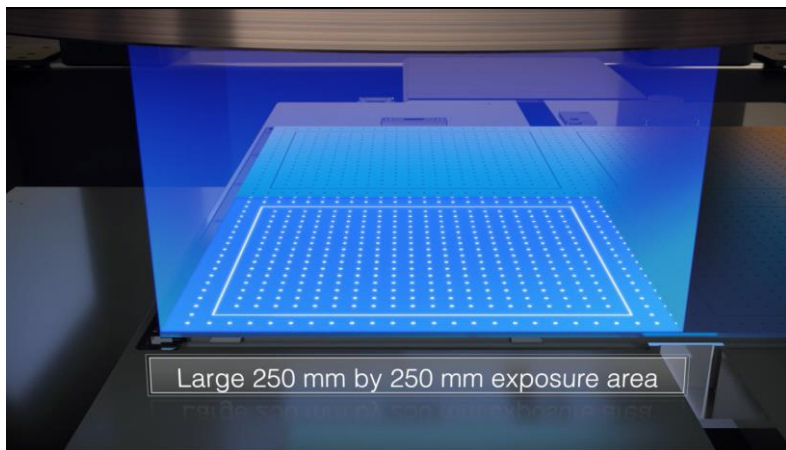


大面積化による生産性の向上及び高解像力を両立



大面積投影レンズによる
4ショット露光

精度と搬送スピードの両立
30sec/panel = 120PPH



- ①微細化:高解像レンズの光学設計とプロセスの最適化
- X
- ②高い生産性:大口径レンズによる広い露光エリア
- X
- ③高い歩留まり:光学設計のバランスと機構、制御の開発