

半導体製造用ネガ型有機溶剤現像 リソグラフィープロセスの開発

*Negative-tone imaging (NTI) process
for the manufacture of semiconductor devices*

後藤孝浩、西山文之、漢那慎一、椿英明、白川三千紘

FUJIFILM Corporation
Electronic Materials Research Laboratories

1. 要旨

2. 背景

3. NTIプロセスの技術“逆転の発想”

4. NTIプロセスの社会貢献度

1. 要旨

- 2つの逆転の発想による微細リソグラフィ技術である、“NTIプロセス”を開発。専用のフォトレジスト、現像液の開発により半導体製造工程を刷新し、次世代EUV技術開発の遅延をカバーした。
- 開発したNTIプロセスは、大手半導体製造メーカーの多くに採用され、来る“スマート社会実現”に貢献する技術である。
- 半導体の微細化により、製造経費を約1兆円/年、消費エネルギーを1兆円/年以上削減される。また、NTIプロセスでは現像液を医薬用外毒物から安全なものに変更。NTIプロセスは、環境負荷低減にも配慮した“グリーン・サステナブル技術”である。

1. 要旨

2. 背景

3. NTIプロセスの技術“逆転の発想”

4. NTIプロセスの社会貢献度

身の回りで使われている半導体



コンピュータ

自動車

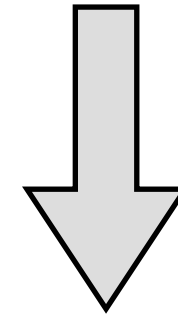
スマートフォン・タブレット

ありとあらゆる家電製品

インフラ

安く、速く、多く

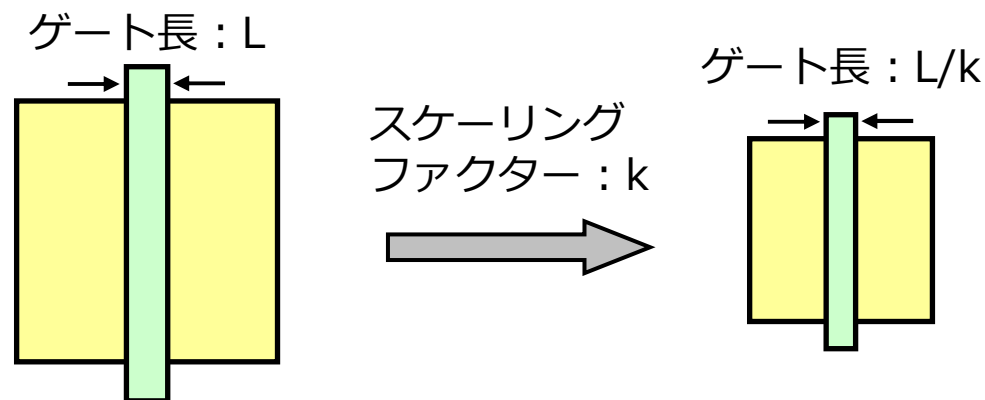
[半導体市場 2013]
世界：約30兆円規模
日本：約4兆円(GDPの1%)



[半導体関連市場 2013]
日本：約210兆円
(GDPの40%)

出典：WSTS2014秋に基づき算出

半導体微細化の効果（スケールリング則）



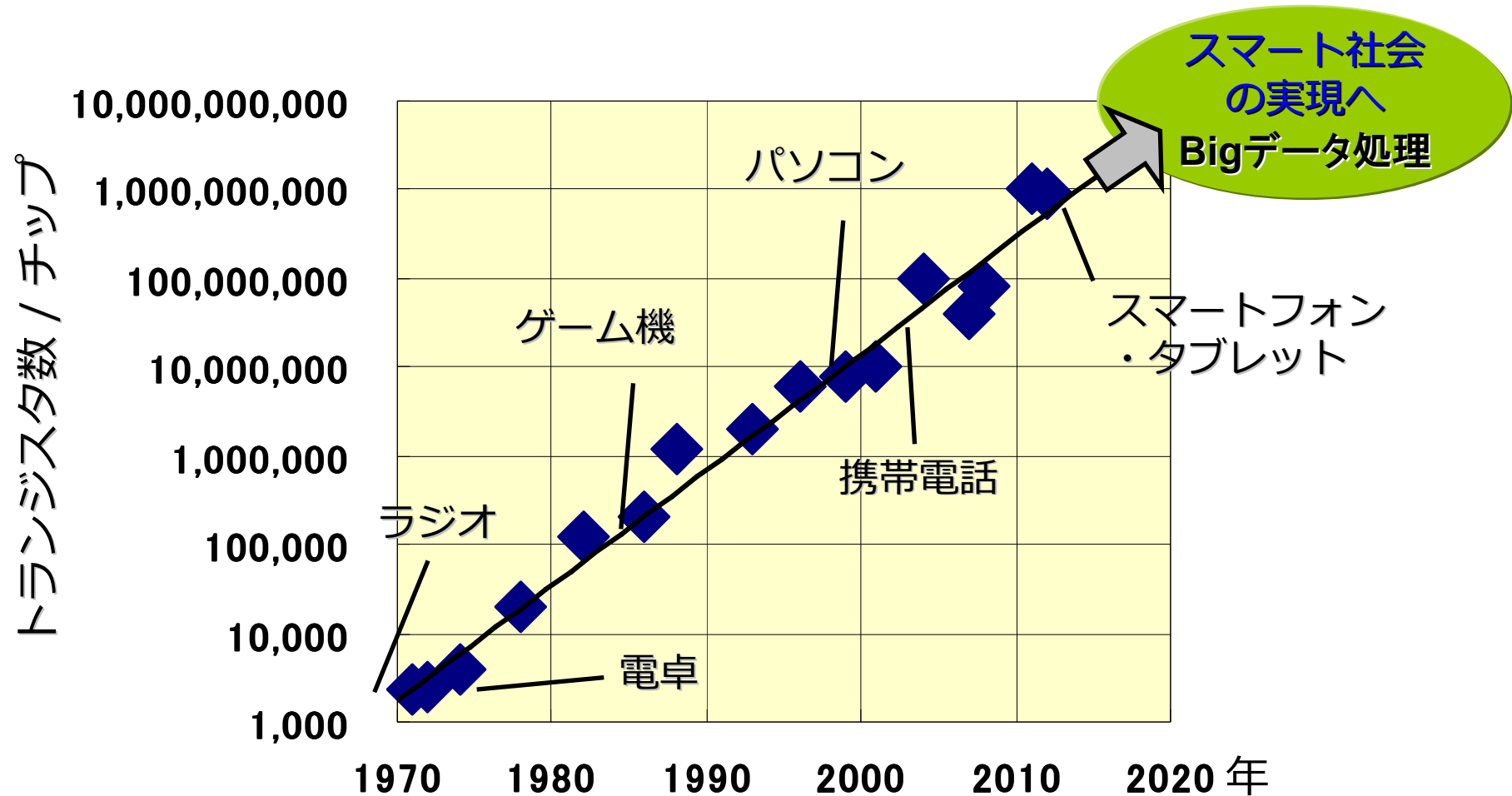
各種パラメータ	スケールリング
デバイス寸法(平面)	$1/k$
デバイス寸法(面積)	$1/k^2$
回路あたりの遅延時間	$1/k$
回路あたりの消費電力	$1/k^2$

スケールリングによって集積度が向上するだけでなく、遅延時間の改善(高速化)および消費電力の低減がもたらされる

半導体は微細化により性能が向上する

半導体微細化による電子製品の進化

ムーアの法則（1965年）：半導体の集積密度は24ヶ月毎に倍になる



露光光源の短波長化が微細化を牽引してきた

半導体業界が直面した課題

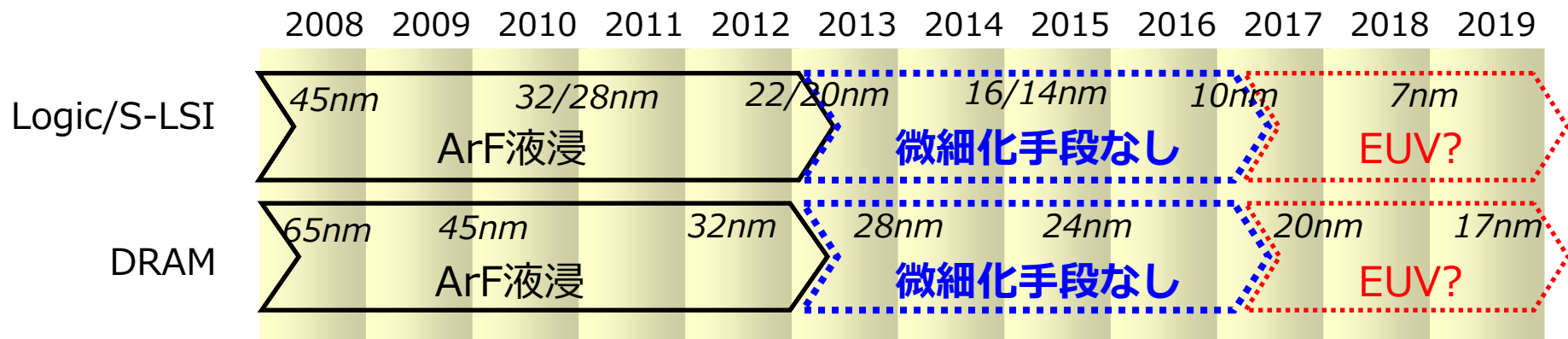
ArF/ArF液浸 ($\lambda = 193\text{nm}$)

EUV ($\lambda = 13.5\text{nm}$)

1999年 →

200X年

→ 2017年?



微細化手段の無い“空白の数年間”が生じる危機
⇒業界の危機を打破するため研究開発

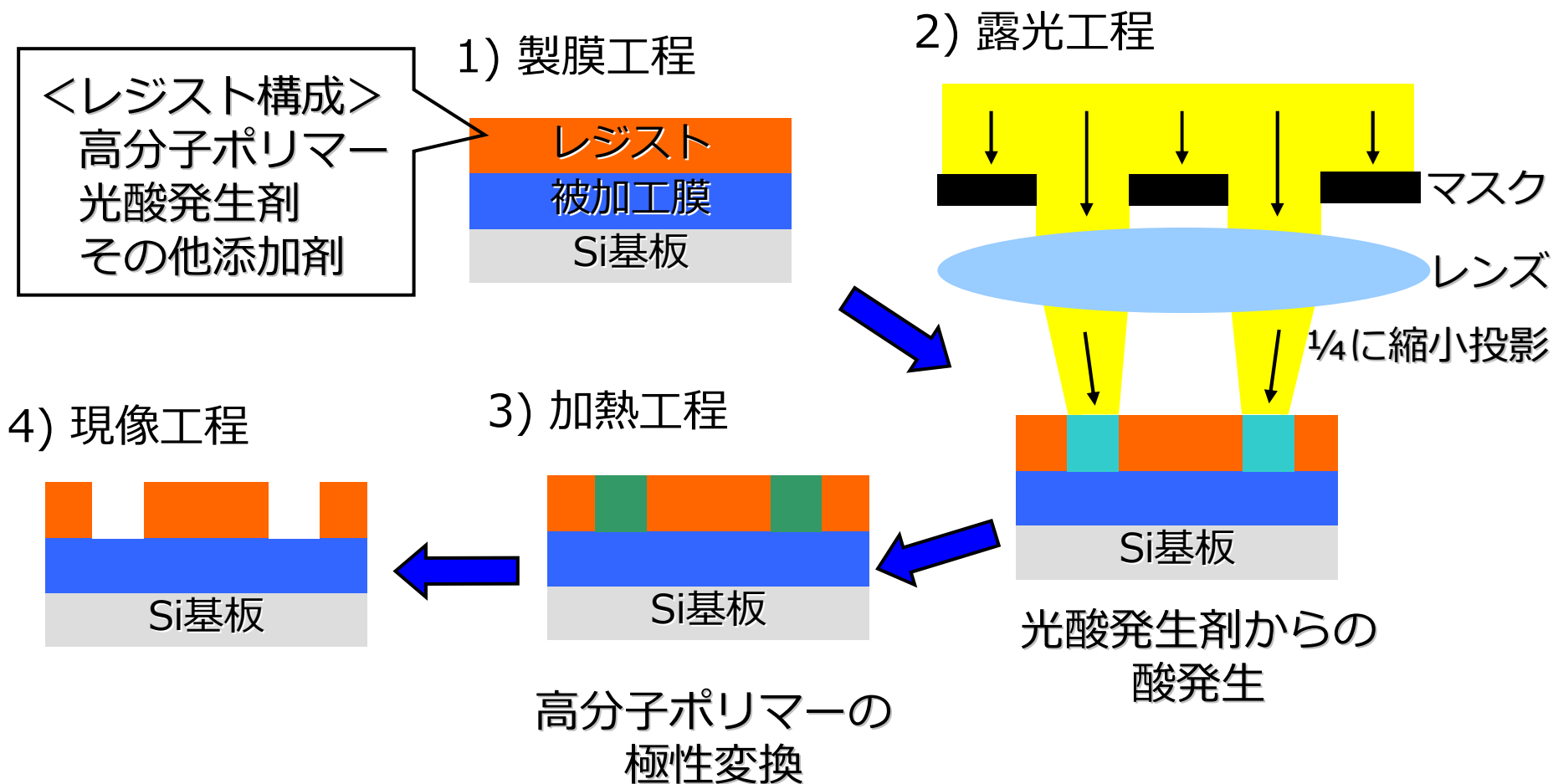
1. 要旨

2. 背景

3. NTIプロセスの技術“逆転の発想”

4. NTIプロセスの社会貢献度

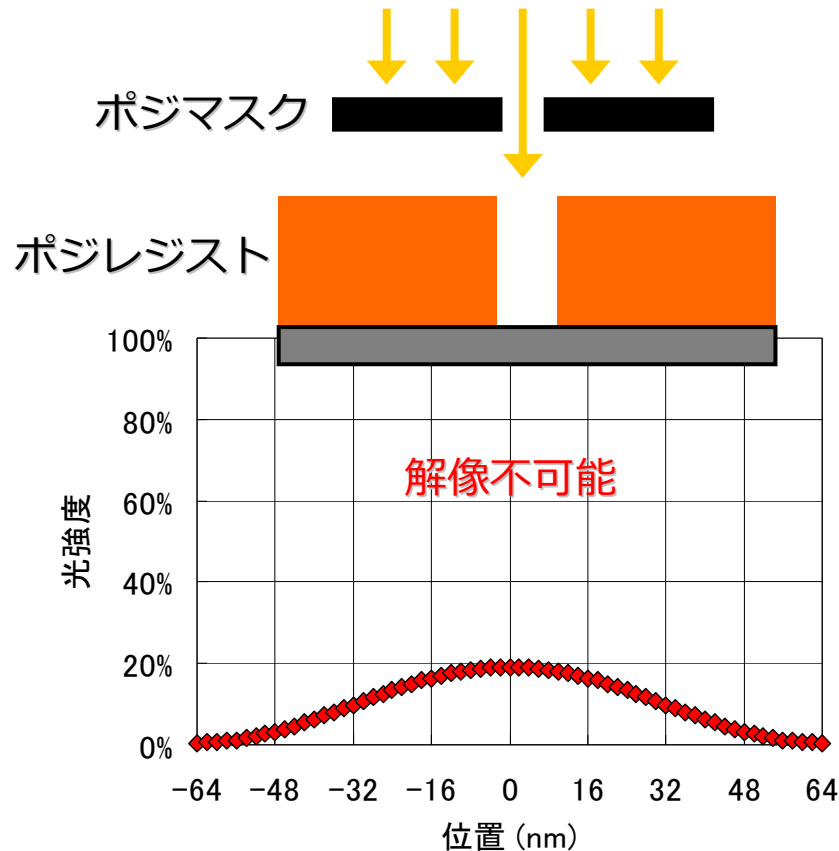
フォトリソグラフィープロセスの流れ



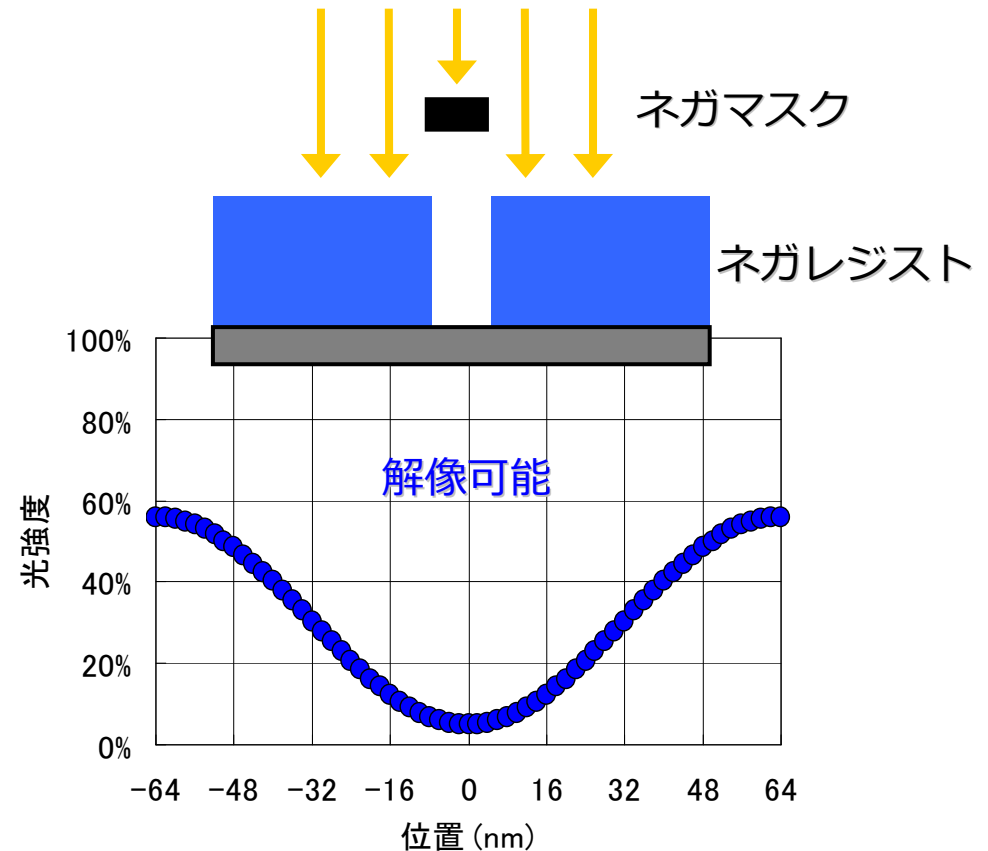
逆転の発想① 解像限界の突破

*32nm溝(1:3)を形成する場合

従来：ポジ型プロセス



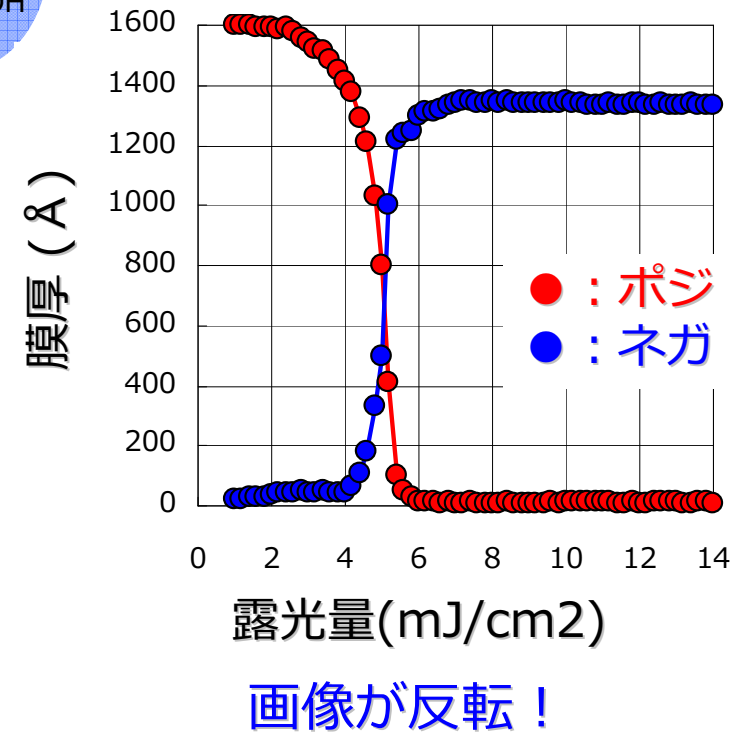
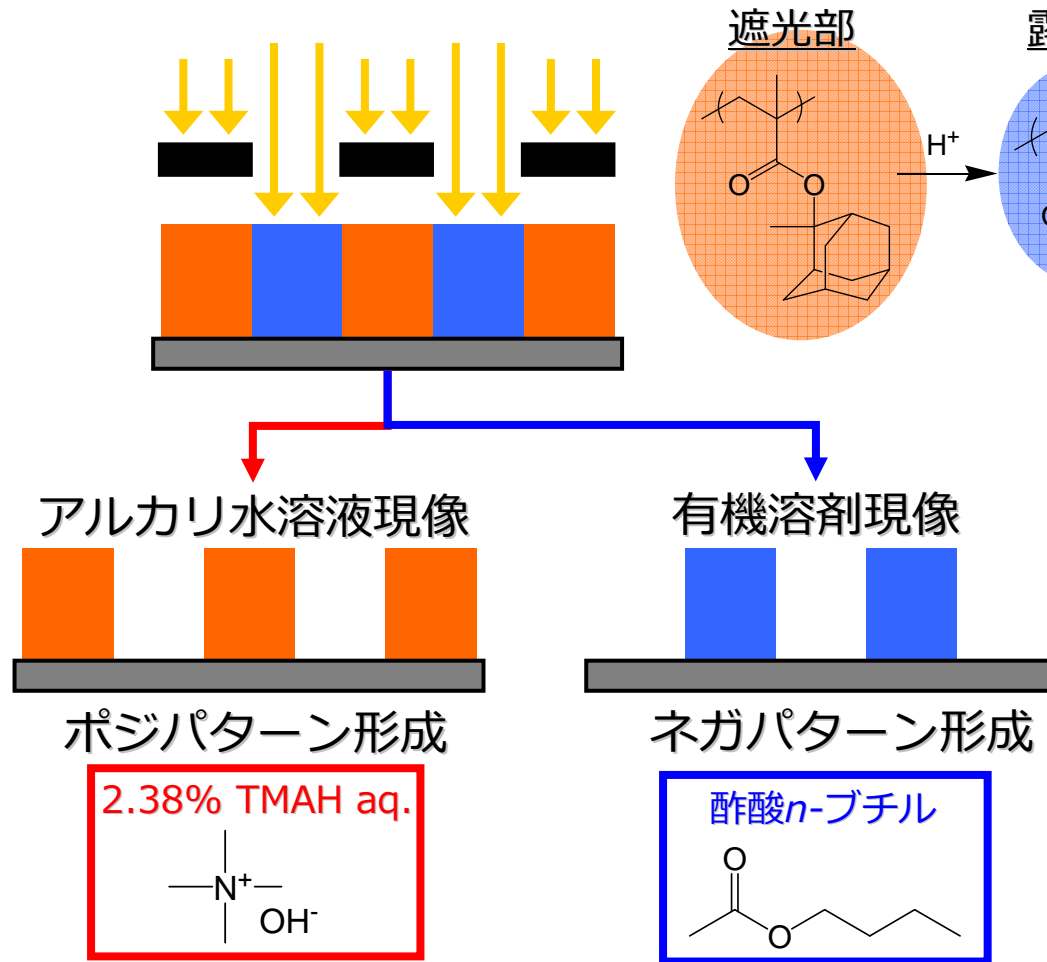
新：ネガ型プロセス



<逆転の発想①>

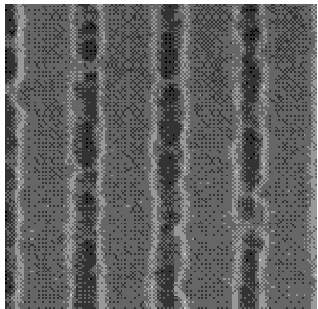
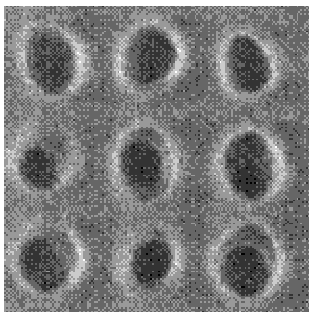
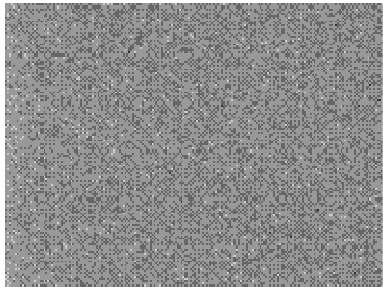
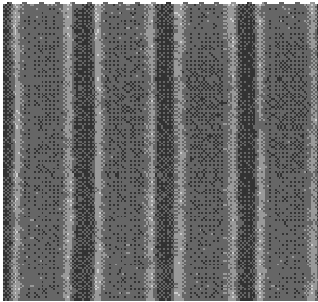
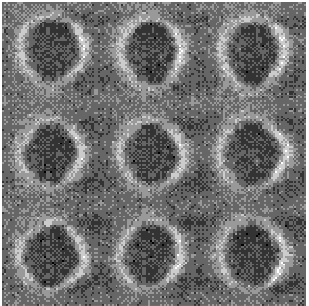
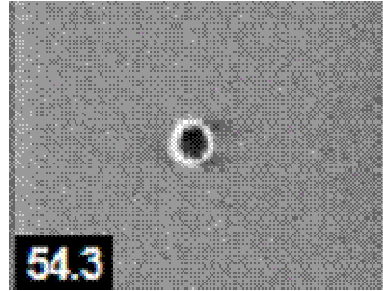
露光領域を逆にすれば、解像できる。ネガ型レジストでシステム設計できる!

逆転の発想② 新画像形成方法の閃き



<逆転の発想②>
 現像液の性質を逆にすれば、ポジ型レジストがネガ型レジストに変化する!

NTIプロセスによる高性能化

	38nm溝パターン	45nm密集ホール	55nm孤立ホール
従来ポジ プロセス	 解像不良	 解像不良	 解像不可能
NTI プロセス	 解像性良好	 解像性良好	 解像性良好

NTIプロセスの性能優位性が認められ、
世界中の有力半導体メーカーに採用された

-
1. 要旨
 2. 背景
 3. NTIプロセスの技術“逆転の発想”
 - 4. NTIプロセスの社会貢献度**

人口増加、高齢化、資源不足、環境破壊などを
“IoTによる監視、的確・迅速対応”で解決



出典:半導体産業研究所
スマート社会と半導体の役割:http://www.sirij.jp/smart_society1_j.html

SIRIJ

IoTによる監視、的確・迅速対応⇒半導体処理能力↑のための微細化が不可欠

■ 半導体の製造経費	約1兆円/年規模の削減（業界全体）
■ 半導体の消費電力	75%削減/個（1兆円/年以上の省エネ化）
■ 現像液の健康リスク低減	“脱” 医薬用外毒物

GHS分類	TMAH	酢酸n-ブチル
急性毒性(経口/経皮)	区分2	区分3
皮膚腐食性/刺激性	区分1	区分外
目に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分1	区分2B
備考	医薬用外毒物	食品添加剤製造に使用

製造者や消費者への経費削減と環境配慮⇒グリーン・サステイナブル技術

- 2つの逆転の発想による微細リソグラフィ技術である、“NTIプロセス”を開発。専用のフォトレジスト、現像液の開発により半導体製造工程を刷新し、次世代EUV技術開発の遅延をカバーした。
- 開発したNTIプロセスは、大手半導体製造メーカーの多くに採用され、来る“スマート社会実現”に貢献する技術である。
- 半導体の微細化により、製造経費を約1兆円/年、消費エネルギーを1兆円/年以上削減される。また、NTIプロセスでは現像液を医薬用外毒物から安全なものに変更。NTIプロセスは、環境負荷低減にも配慮した“グリーン・サステナブル技術”である。