

TORAY IRセミナー
東レグループのデジタルイノベーション事業への取り組み

半導体向け検査装置事業の概況

2024年9月13日

東レエンジニアリング株式会社 取締役 メカトロファインテック事業本部 副本部長
東レエンジニアリング先端半導体MIテクノロジー株式会社 代表取締役社長
佐藤 謙二

I. 東レエンジニアリングの半導体向け事業

1. 東レエンジニアリング(TRENG)の概要
2. 東レエンジニアリング(TRENG)グループの半導体関連事業

II. 半導体検査・計測装置事業

1. 東レエンジニアリング先端半導体MIテクノロジー(TRENGMI)の概要
2. 半導体市場の成長とTRENGMIの検査・計測装置

III. まとめ

I

東レエンジニアリングの半導体向け事業

1. 東レエンジニアリング(TRENG)の概要

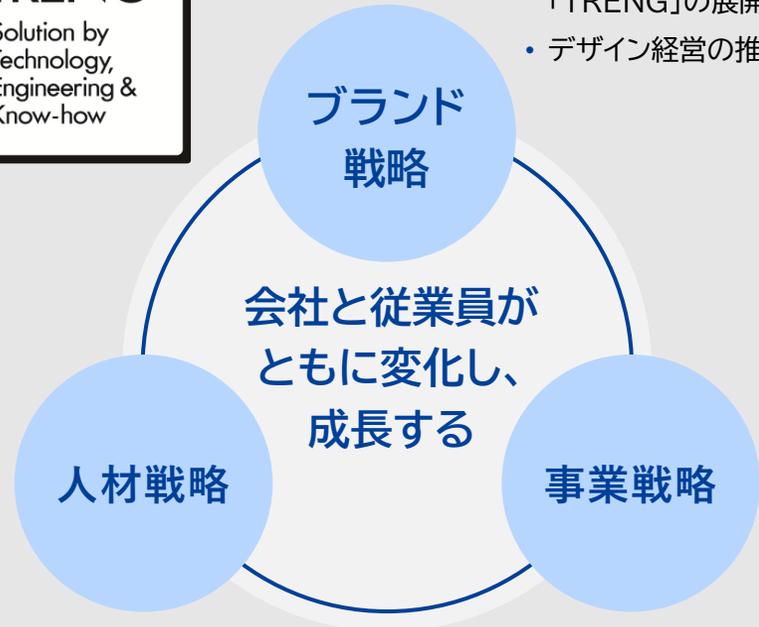
設立	1960年8月10日		
本社所在地	本社 東京都中央区八重洲一丁目3番22号 (八重洲龍名館ビル6階)	代表者	代表取締役社長 岩出 卓 (いわで・たかし)
	関西本社 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 (東レ滋賀事業場内)		
資本金	15億円	従業員数 (連結)	2,088人 (2024年3月末現在)
売上収益 (連結)	1,296億円 (2024年3月期)	主な事業拠点	<ul style="list-style-type: none">■ 瀬田工場(滋賀県)■ FAイノベーションセンター(静岡県)■ 横浜オフィス(神奈川県)
			<ul style="list-style-type: none">■ 上海■ ソウル■ 台北■ ミュンヘン



1. 東レエンジニアリング(TRENG)の概要

成長に向けた基本戦略

TRENG
Solution by
Technology,
Engineering &
Know-how



- 事業ブランド「TRENG」の展開
- デザイン経営の推進

- 1人当たりの売上高向上
- 人的資本への投資の強化

- 強みのある既存事業の選択的拡大
- 新事業の創出

サステナビリティへの取り組み

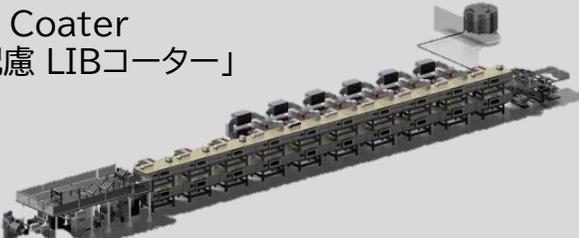
「サステナブル・エンジニアリング」の推進

東レグループ サステナビリティ・ビジョンに沿って、お客様にサステナブルな社会の実現に貢献するプラントや製造装置の提供を推進



1. 東レエンジニアリング(TRENG)の概要

事業拡大重点分野

TRENG重点分野	TRENGグループの主な製品
EV・FCV	<ul style="list-style-type: none">LIB製造設備パワー半導体検査装置半導体モールド装置FC製造装置 <p>Green Coater 「環境配慮 LIBコーター」</p> 
半導体	<ul style="list-style-type: none">フリップチップボンダー半導体検査装置レーザーマイクロトリミング装置半導体材料製造プラント <p>半導体検査装置「INSPECTRA」、「NGR」</p> <p>INSPECTRA  NGR </p>
医薬・医療	<ul style="list-style-type: none">高活性原薬製造プラント手術支援ロボット核酸医薬品製造設備 <p>手術支援ロボット 「Sarooa」 </p> <p>高薬理活性 原薬プラント </p>
次世代FPD	<ul style="list-style-type: none">μLED製造設備

2. 東レエンジニアリング(TRENG)グループの半導体関連事業

装置

マスク工程

設計 → 製造 → 検査

電子線式ウェーハ検査・計測装置
NGR



電子デバイス産業新聞
半導体オブザイヤー
2022 グランプリ

光学式ウェーハ外観検査装置
インスペクトラ

INSPECTRA®



ボンダー
(実装装置)



電子デバイス産業新聞
半導体オブザイヤー
2023 優秀賞
2024 優秀賞

前工程

後工程

ウエーハ → 酸化 → PR塗布 → 露光 → 露光/現像 → エッチング → 平坦化 → 電極形成 → 検査 → 個片化 → 実装 → モールド → 最終検査

ユニット



超音波トランスデューサ
(超音波探傷検査)



酸素濃度計
(製造工程の酸素濃度管理)

プラント

半導体材料製造プラント



【本日も説明】
東レエンジニアリング
先端半導体MIテクノロジー
(TRENGMI)
半導体検査装置

II

半導体検査・計測装置事業

1. 東レエンジニアリング先端半導体MIテクノロジー(TRENGMI)の概要

- 社名 : 東レエンジニアリング先端半導体MIテクノロジー株式会社(TRENGMI)
- 主要株主 : 東レエンジニアリング株式会社(TRENG)
- 事業規模 : 売上収益89億円(2024年3月期)
- 本社所在 : 神奈川県横浜市
- 国内拠点 : 瀬田事業所(滋賀県大津市)
- 海外拠点 : 東レエンジニアリング海外各拠点を活用
- 主要製品 :

1 μm = 0.001 mm
1 nm = 0.001 μm = 0.000001 mm

◆光学式ウェーハ外観検査装置(INSPECTRA)

INSPECTRA®



高速・高精細検査

- 3 μm 感度で100WPH @300mm
- 不良品流出ゼロのための全数・全面検査が可能

ハイブリッド検査

- 蛍光検査・微分干渉検査などの多様な検査が可能

Die to Statistical Image

- 量産品統計画像データとの比較検査
- 過剰検出が少ないアルゴリズム

◆電子線式ウェーハ検査・計測装置(NGR)

NGR®



広視野低歪画像

- 最大視野: 70 μm ×70 μm
- 画像内歪: 0.01%以下
- 1回の計測で数千点のデータ取得

高感度

- 高分解能: 1.8nm
(= 3nm以下の最先端デバイスで必要な欠陥検出感度)

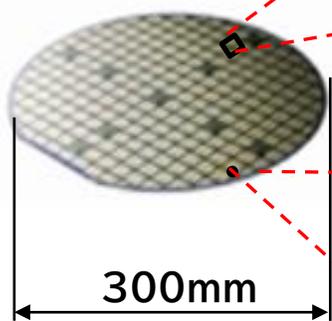
Die to Database algorithm

- 設計データとSEM像を高速・高精度で比較・計測が可能

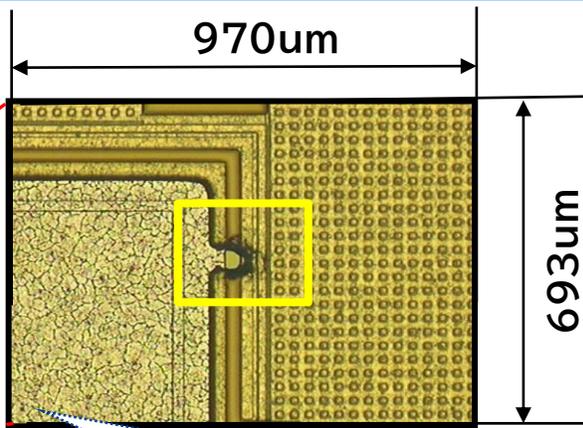
光学式 vs 電子線式

光学式ウェーハ検査装置

INSPECTRA®

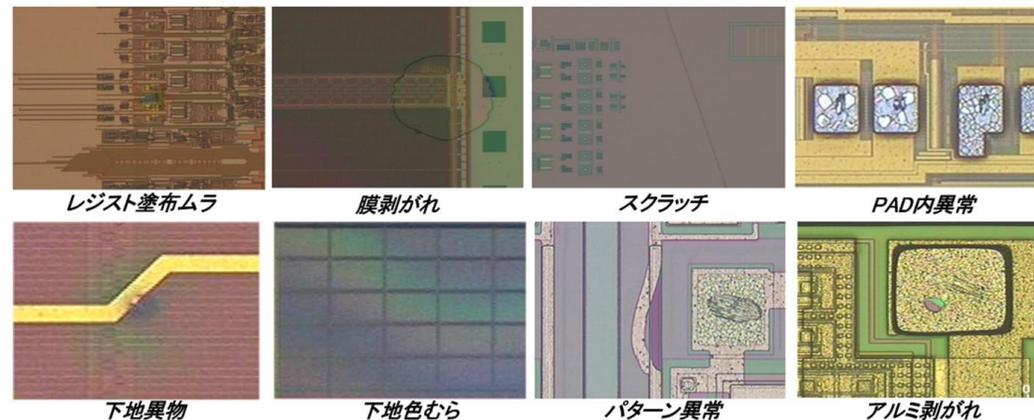


※1: FOV=



分解能: 0.28um

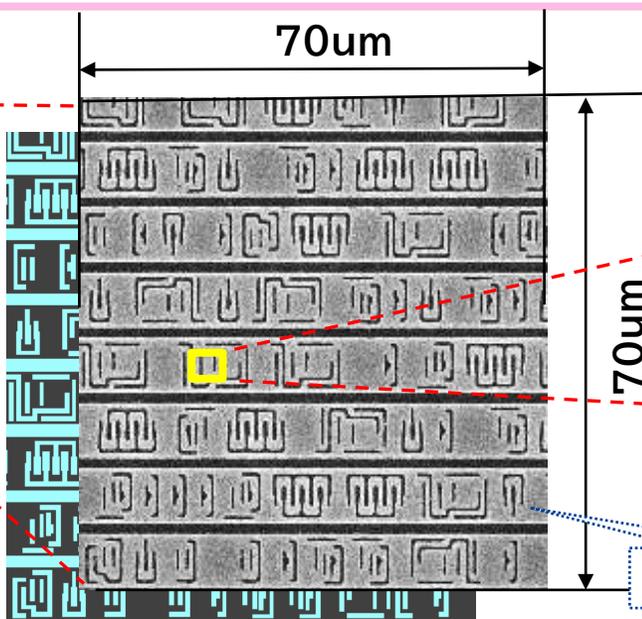
※1 リレーレンズ: 0.81x、対物レンズ倍率 20x



NGR®

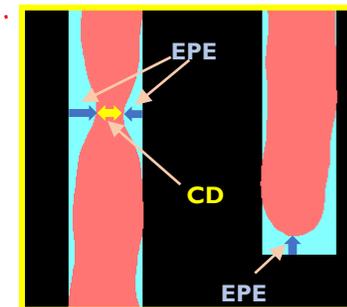


FOV=



分解能: 1.8nm

パターン形状の検査・計測

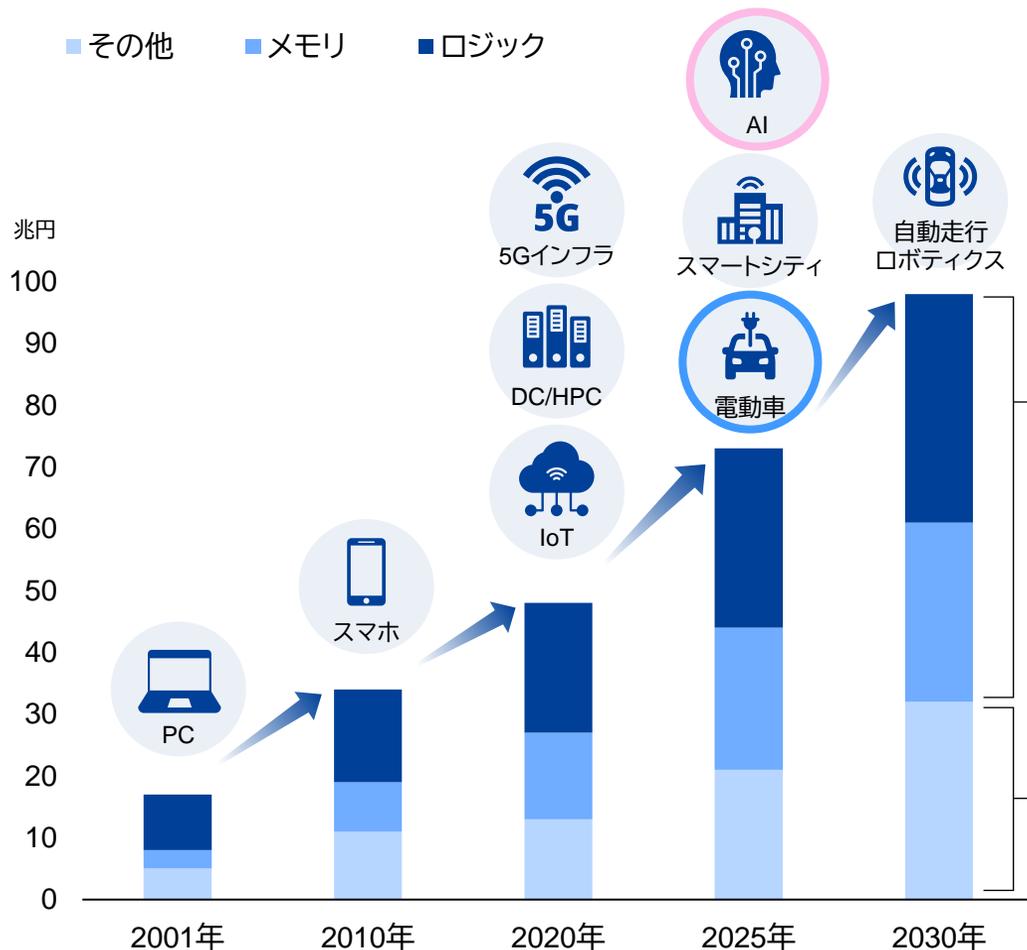


1 μm = 0.001 mm
1 nm = 0.001 μm = 0.000001 mm

電子線式ウェーハ検査・計測装置

2. 半導体市場の成長と当社検査装置事業

半導体出荷額の推移(予想)



検査・計測装置事業概要

ロジック・メモリ	電子線式ウェーハ検査・計測装置 NGR	
	事業規模	2023年度業績 売上高30億円
	特徴	広く歪の少ない視野&Die to Database技術により先端半導体の開発に貢献。
	市場	先端半導体向けに、開発から量産工場での採用拡大を目指して活動中。
	重点分野	先端半導体(ロジック、DRAM)
		
その他	光学式ウェーハ外観検査装置 INSPECTRA	
	事業規模	2023年度業績 売上59億円 国内 トップシェア
	特徴	世界最速のスループットで全数検査を実現。
	市場	国内は高いシェアを持つ。海外各地にデモセンターを運用し、海外での事業拡大に取組中。
	重点分野	車載用パワー半導体、μLED、通信フィルター
		

(出典)Omdia、SEMI、TrendForce、(株)富士経済、グローバルネット(株)、各社決算資料のデータをもとに経済産業省作成(※数字:2019年、為替レート:1USD=110円、1ユーロ=125円)

2. (1)電子線式ウェーハ検査・計測装置(NGR) : コア技術

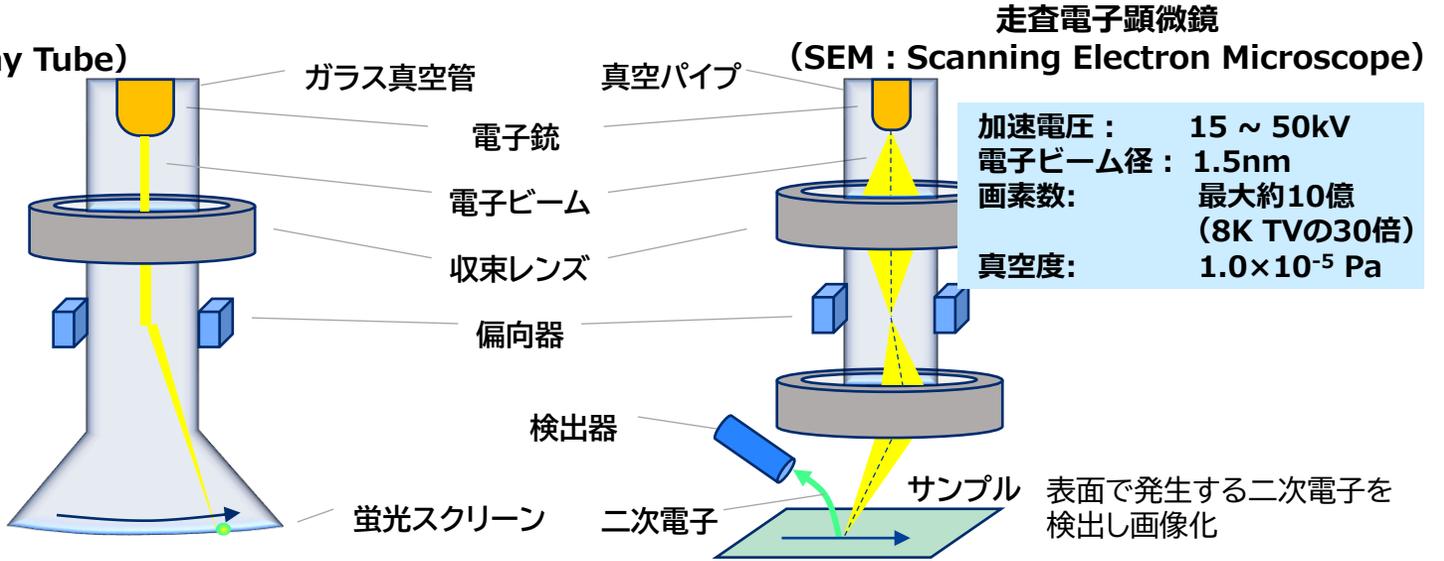
コア技術1:広視野低歪画像
独自の走査電子顕微鏡により、ナノメートルレベルの画像を広視野&低歪で取得可能。

ブラウン管
(CRT : Cathode Ray Tube)

加速電圧: 20kV
電子ビーム径: 0.3mm
画素数: 345,600
真空度: 1.0 Pa



電子ビーム量を変調し画像描画



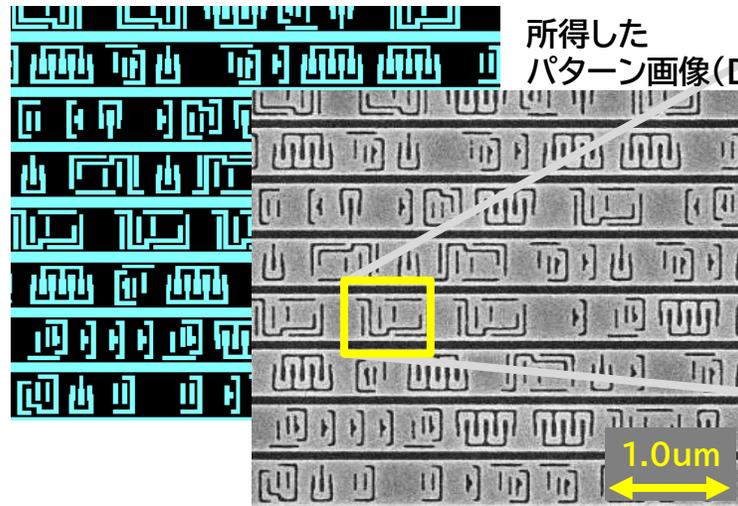
走査電子顕微鏡
(SEM : Scanning Electron Microscope)

加速電圧: 15 ~ 50kV
電子ビーム径: 1.5nm
画素数: 最大約10億 (8K TVの30倍)
真空度: 1.0×10^{-5} Pa

表面で発生する二次電子を検出し画像化

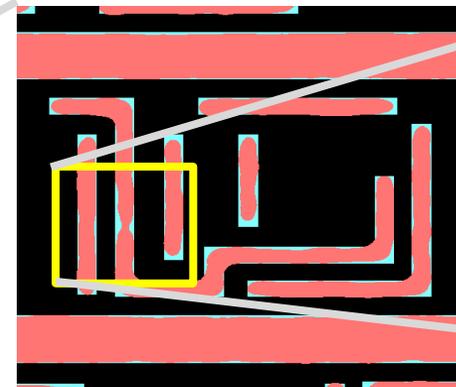
コア技術2:D2DBアルゴリズム
「D2DB=Die to Database」技術を用いて2次元の複雑なパターンを高速高精度に計測する。

設計データ(Database)



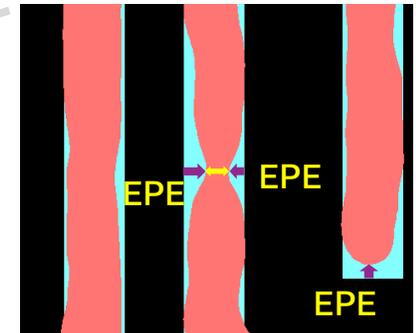
所得した
パターン画像(Die)

位置合わせ



設計データを基準として、全計測対象パターンを識別する。

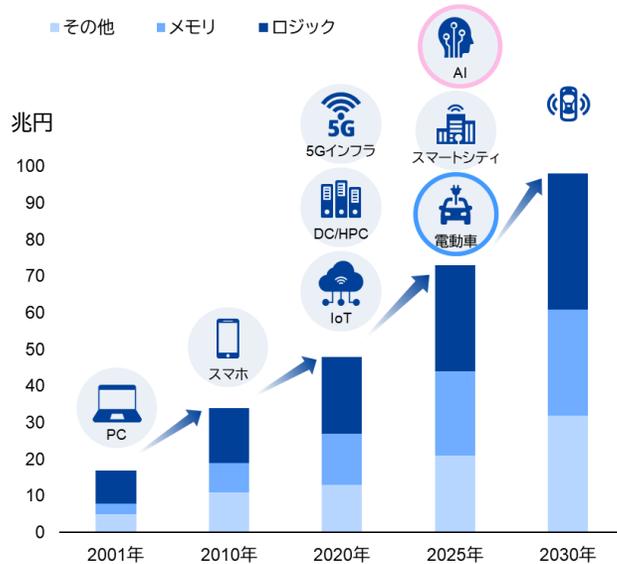
パターン形状の検査・計測



パターン位置ずれ、パターンエッジの変動(EPE)を計測する。
(EPE: Edge Placement Error)

2. (1)電子線式ウェーハ検査・計測装置(NGR) : 重点市場

AI向け半導体が半導体市場の成長を牽引する



データセンター
AIサーバー



技術

- 機械学習
- 自然言語処理
- コンピュータビジョン
- 音声認識
- ロボット工学

市場

- 金融・小売・製造
- ヘルスケア
- 交通・農業
- 教育
- エネルギー etc.

大量データを同時に高速処理するためのハードウェア

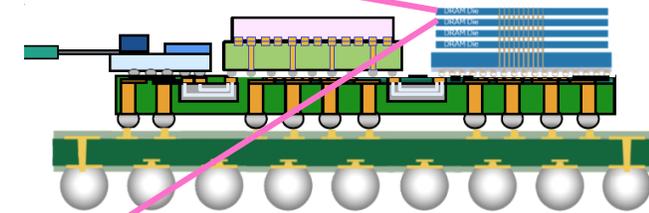
GPU



半導体の顕微鏡写真



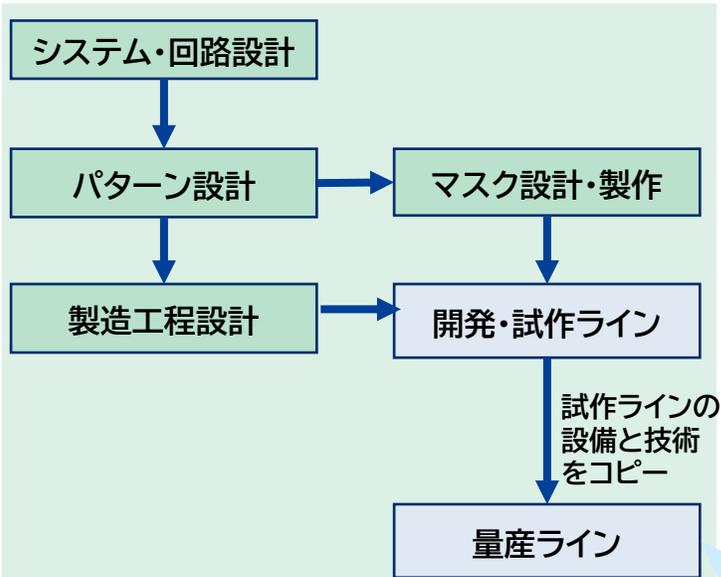
- 1000億個以上のトランジスタ
- トランジスタと配線をつなぐコンタクト
- コンタクトと入出力をつなぐ配線



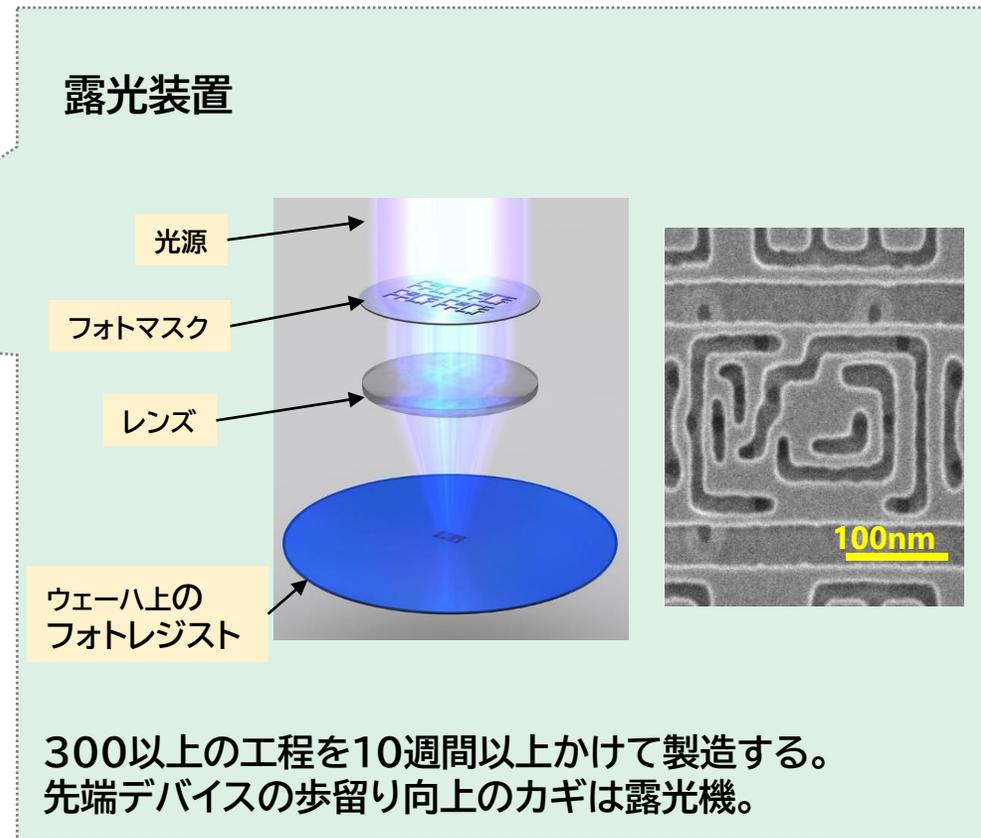
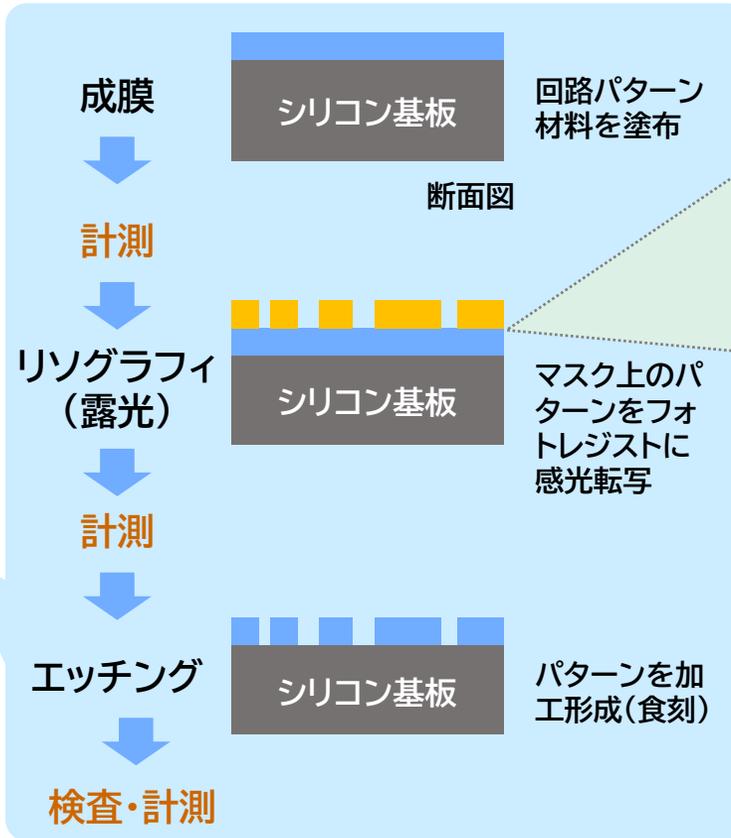
あらゆる分野でのAI活用が拡大し、AI向け半導体は今後の半導体市場の成長を牽引していく。
AI向け半導体には最先端のロジック・メモリーデバイスが用いられる。

2. (1)電子線式ウェーハ検査・計測装置(NGR): 先端半導体製造の課題

半導体設計～開発～試作～量産フロー



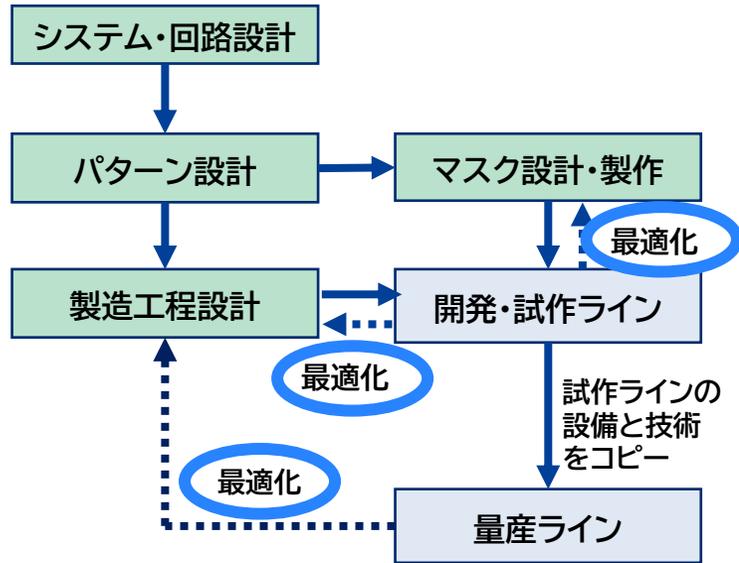
利益率の高い最先端デバイスの歩留まりを上げ、いかに早く安定した量産を開始できるかが重要。



解像限界で微細パターンを露光しているため、微小なプロセス変動により欠陥が発生し、歩留まり低下につながりやすく、先端半導体の製造は歩留りとの闘い。

2. (1)電子線式ウェーハ検査・計測装置(NGR) : 事業拡大の取組み

NGRの従来の使用目的



利益率の高い最先端デバイスの歩留まりを上げ、いかに早く量産を開始するかが勝負。

NGR装置の使用目的

新たな市場開拓: 量産工場における露光装置の状態監視

モニター用ウェーハ製作



ウェーハ

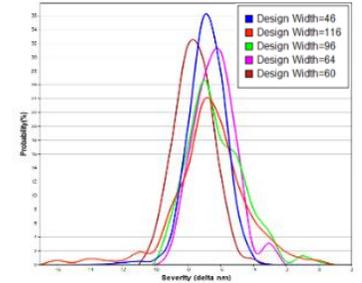


計測点モニター



データ解析

データ



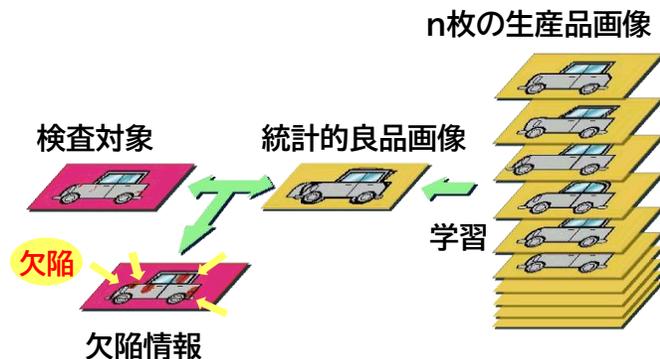
Design Width (nm)	Mean (nm)	2 Sigma (nm)	Max (nm)	Min (nm)	Count	Color
46	0.554	3.271	3.21	3.21	1781	Blue
50	207.642	4.933	209.07	206.21	483	Red
116	108.237	2.840	110.61	105.86	217	Orange
118	108.652	5.137	221.1	116.2	131	Yellow
60	0.179	4.782	304	103.8	235	Green
50	50.000	2.573	50.0	50.0	318	Cyan
100	100.000	3.829	103.8	96.2	181	Light Blue
60	0.162	3.353	50.0	46.3	182	Purple
80	80.000	2.885	82.9	77.1	159	Dark Green
60	60.000	4.821	226	47.8	79	Light Green
80	80.047	4.855	103.0	67.0	74	Dark Blue
100	100.000	4.075	104.1	95.9	71	Light Purple
200	200.22	6.882	210.0	190.5	7	Dark Purple

お客様との共同プロジェクトを行い、各工場のデバイスに最適化された露光装置の状態監視手法を確立し、運用が開始された。今後、標準装置として展開される見通し。

事業拡大に向けたNGR装置の用途拡大策の一つとして、露光装置の状態監視手法を確立し運用開始された。今後、お客様工場の歩留まり向上に貢献していくものと期待。

2. (2)光学式ウェーハ検査装置(INSPECTRA) : コア技術

コア技術1: DSI: Die to Statistical Image (良品学習アルゴリズム)

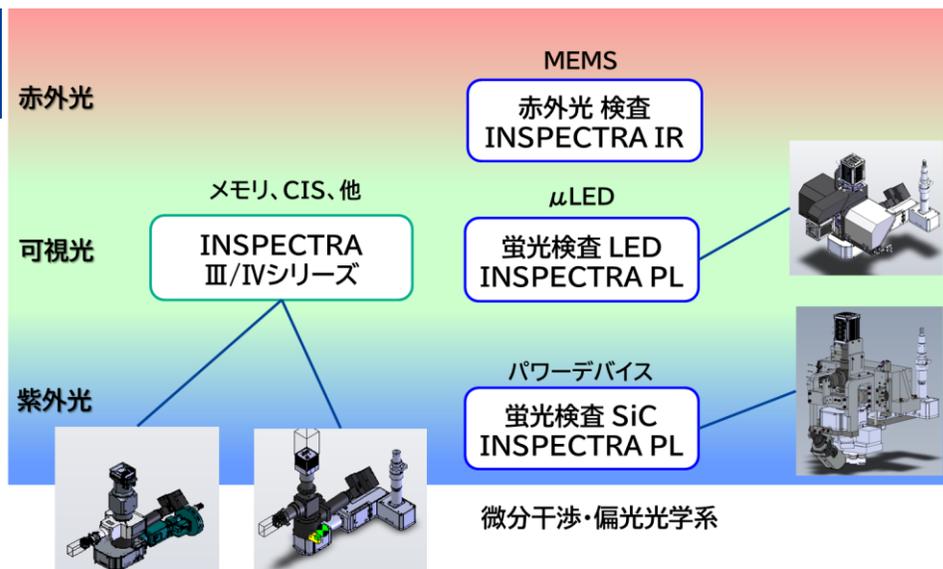


- 生產品のばらつき傾向を自動学習
- OK/NGは生產品の平均レベルから判断
- 部位のばらつきに応じて自動設定

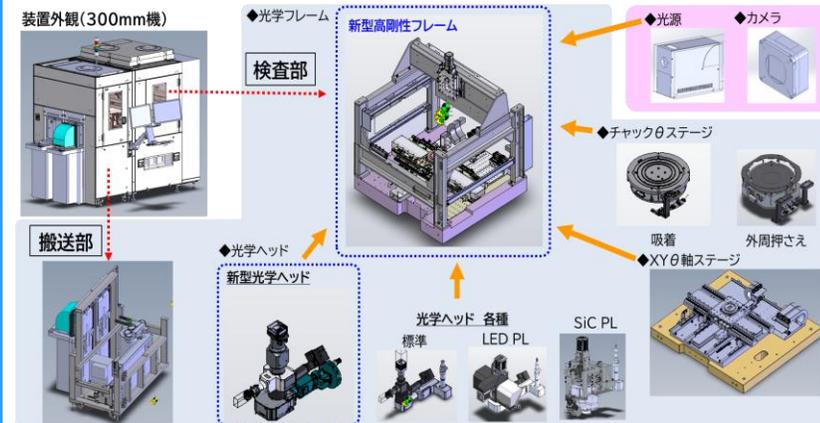
高速高精度検査を実現！
感度設定が簡単！

コア技術2: 高度な欠陥検出技術

- 様々な波長、光学技術を駆使、さらに高度な画像処理技術により欠陥を検出。
- AI-ADC (AI活用自動欠陥分類) により高精度な欠陥分を実現、歩留まり向上にも貢献。



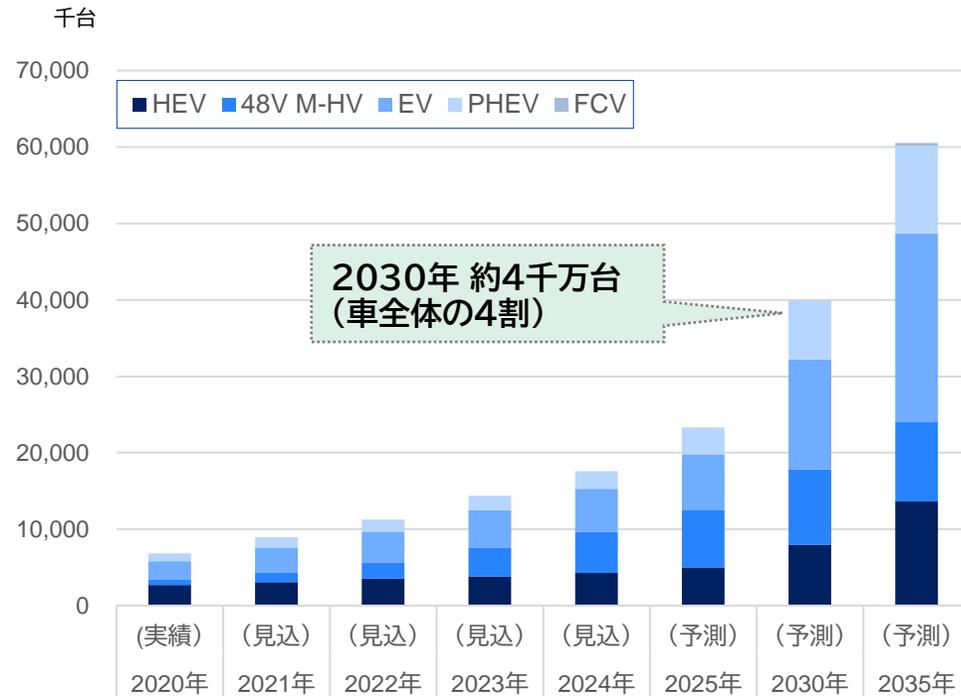
複数機種プラットフォームを共通化。 様々なご要望への対応と生産効率を両立



2. (2)光学式ウェーハ検査装置(INSPECTRA)：重点市場

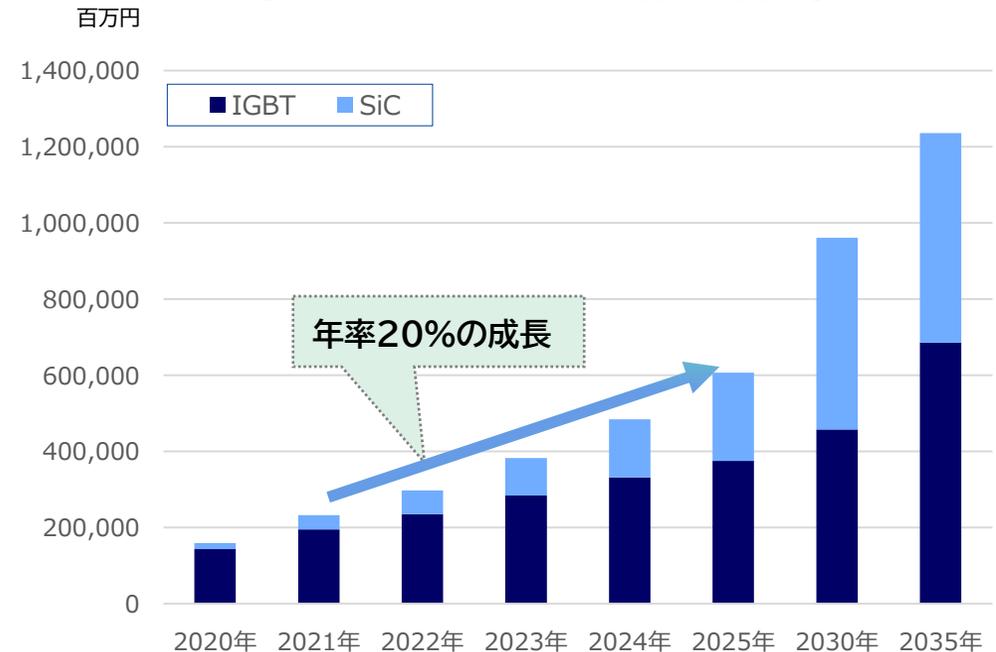
自動車の電動化により、車載用パワー半導体は年率20%成長が予測されている。

EVなど次世代自動車の世界市場予測



出典:「2021年版 HEV、EV関連市場徹底分析調査」
(富士経済) 2021/05/28発行 よりグラフ作成

車載用パワーモジュールの世界市場予測



出典:「車載電装デバイス&コンポーネンツ総調査2022(下巻)」
(株)富士キメラ総研 2022/03/08発行 よりグラフ作成

大きな成長が期待できる車載用パワー半導体市場は、INSPECTRAの最重点市場

2. (2)光学式ウェーハ検査装置(INSPECTRA) : 事業拡大の取組み

パワー半導体の各工程へのINSPECTRA適用を拡大



外観検査から前後工程へ適用工程を拡大し、国内主要メーカーでの実績を積み重ねてきた。

2. (2)光学式ウェーハ検査装置(INSPECTRA) : 事業拡大の取組み

国内拠点

【TRENG瀬田工場内】
TRENGMI
瀬田事業所



開発、デザイン、
製造、メンテナンス、
デモセンター

瀬田

横浜



【TRENG横浜オフィス内】
TRENGMI本社

開発、デザイン、製造、
メンテナンス、デモセンター

海外展開

海外拠点

検査装置の販売には事前のテストと保守体制の構築が必須。
アジア・欧州での事業拡大に向けて、上海・新竹・ミュンヘンにデモセンターを開設。

上海デモセンター
(2021~)



北京
成都
上海
深圳

新竹デモセンター
(2020~)



新竹
台北
台中
台南

TRENG-KR

天安
盆唐/東灘
亀尾

欧州デモセンター
(2023~)



ミュンヘン

パワー半導体や各種デバイス検査の国内での実績を元に、海外市場での事業拡大に挑戦中。

Ⅲ

まとめ

- ◆ 東レエンジニアリング(TRENG)は東レグループの一員として、半導体向けの素材・装置・分析の「三位一体」のイノベーション創出を目指していく。
- ◆ 東レエンジニアリング(TRENG)は半導体向け事業を重点事業の一つとして位置付け、事業拡大に取り組んでいる。
- ◆ 東レエンジニアリング先端半導体MIテクノロジー(TRENGMI)は半導体検査・計測装置の専門メーカーとして、半導体メーカー各社の課題解決に向けたソリューションを提供し続けることで、半導体市場の今後の成長・拡大に貢献していく。
- ◆ 東レエンジニアリング先端半導体MIテクノロジー(TRENGMI)の電子線式ウェーハ検査・計測装置(NGR)はAI半導体用のロジック・DRAM分野を、光学式ウェーハ検査装置(INSPECTRA)は車載パワー半導体分野を重点分野と位置づけ、事業拡大に取り組んでいる。

本資料中の業績見通し及び事業計画についての記述は、現時点における将来の経済環境予想等の仮定に基づいています。

本資料において当社の将来の業績を保証するものではありません。

'TORAY'

Innovation by Chemistry