



Waygate  
Technologies

a Baker Hughes business

# 詳細にこだわる： 半導体と NDT X線検査

適切に品質を保証するために  
超高解像度が必要な半導体  
検査に関するディテール

# 摘要

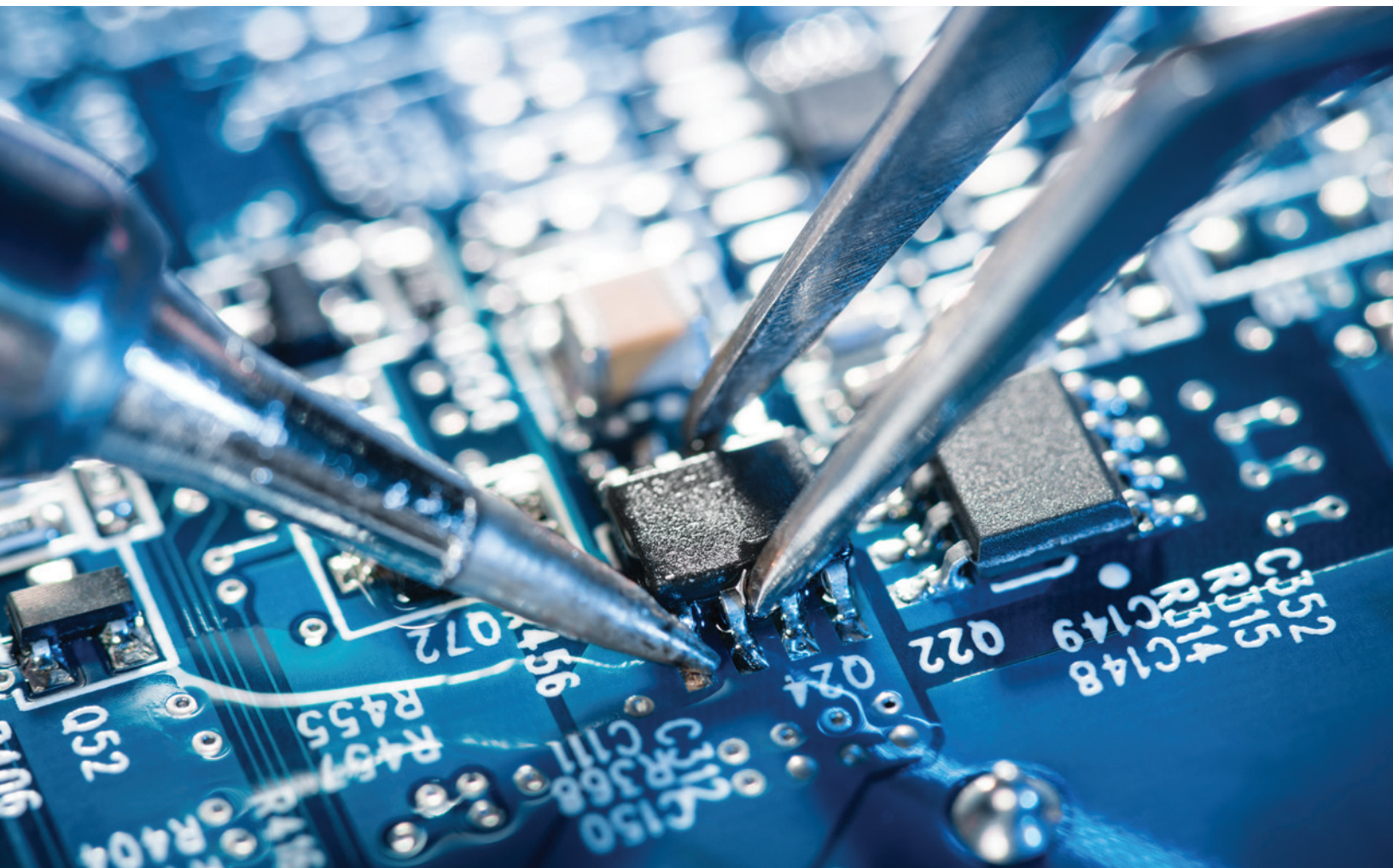
近年、半導体デバイスと小型電子装置は、私たちの生活の中で大きな役割を果たしています。スマートフォン、コンピューター、自動車、航空機にいたるまで、半導体と小型電子部品を触媒とする接続は世界中で爆発的に増加しています。この用途の増加により、マイクロサイズの半導体と小型電子部品の高品質を保証するという半導体製造業者が持つ課題も増加しています。この課題が解決されて初めて、私たちは毎日安全に電話を使用し、自動車を運転し、航空機を利用することができるのです。

半導体と小型電子部品の使用は拡大しており、それに伴う小型化と多機能化が進んでいます。この傾向により、ディテールの品質保証に対する規制要件と技術要件も高くなっています。

半導体の製造業者は、品質保証基準に適合する目的で、すべての可視およびサブサーフェース部分の解像度を引き上げるため非破壊(NDT) X線検査を導入しています。ただし、品質に対する要件の高まりに対応するには、検査技術を常に進化させることが必須です。半導体の品質を包括的に保証するためには、超高解像度の半導体検査のために開発された次世代 X線が必要です。

半導体のための新しい検査技術と小型電子ソリューションは、最高品質のハードウェア、ソフトウェア、サービスと、高い解像度、高画質、検査精度、信頼性、保守性が含まれています。また、インダストリー 4.0 機能への適合にもつながります。次世代の高品質半導体 NDT検査を実現するには、半導体製造業者には半導体検査のディテールを理解し、高解像度 X線の専門知識を豊富に持つパートナーが必要です。

マクロレベルのディテールが私たちの日常生活に影響を与えかねません。半導体製造業者にとって、超高解像度による品質保証を安定供給するという責任は難題です。ディテールは重要です。ディテールを高い鮮明度で観察することができるかどうかによって、スマートフォン、自動車、航空機などの私たちが毎日のように利用する製品の操作が安全になるか危険になるかが決めるのです。



## 1. 半導体の品質検査に対する新しい要件

世界を動かしているのは半導体です。LED チップやダイオードなど、私たちの日常生活は半導体とその他の小型電子部品に驚くほど依存しています。

半導体はコピキタスで、私たちが毎日使用する無数の機器やアプリケーション内の見えない所で使用されているため、それが持つ役割の重要性が十分理解されていないかも知れません。携帯電話からコンピューター、インターネット、自動車、航空機、デジタルカメラ、洗濯機、テレビ、銀行の ATM、列車など、半導体とその他の小型電子装置は世界を便利に簡単にするために役立っています。私たちの多くはその信頼性と安全性を当然のものとして考え、安心して

暮らしています。品質、信頼性、安全性を一貫して保証する責任は半導体の製造業者が主に担っており、非常に微細な部品のディテールの品質を保証しなければなりません。

**半導体は、インターネットでの新しい応用のイノベーションを推進しています。**

今日の応用は半導体ができることの氷山の一角でしかありません。新しいパーソナルデバイス、自律走行車、人工知能、機械学習などの新しい機能によって半導体が私たちの日常生活に果たす役割は増えています。次の例を考えてみてください：

+

ウェアラブル、スマートウォッチ、フィットネスデバイスを EKG や血圧 測定器に変えたり、DNA プロファイルを基に最適な食料品を選択して購入するための DNA Nudge のような新しいデバイスアプリケーション。

+

電気式エアタクシー (Lilium, Volocopter など)。

+

スマート製造は、運用、エンタープライズ、サプライチェーン全体で半導体を使って行われています。

半導体は新しいイノベーションのまさに中心であり、インダストリー 4.0 (およびそれ以上) を含めたデジタル転換は半導体なしには不可能です。

**デジタル転換は半導体なしには不可能です。**

## 半導体の利用は既存の応用でも増加しています。

用途の拡がりに加え、半導体と小型電子装置の利用は、機能的にも多様化が進んでいます。自動車が良い例です。現在、自動車には**最高 5,000 個の半導体**が使用され、自律走行車などの新しい機能や発展の基盤となっています。

半導体の利用の幅と深さの両方が増加するにしたがって、品質水準に対する要件も上がっています。半導体や小型電子装置の中にわずかな欠陥があった場合も、その影響は大きく重大です。携帯電話、コンピューター、自動車、航空機、その他のデバイスのホストを安定して操作できることや、半導体の安全性が市民の安全に与える影響力は増大しています。

半導体の品質が製造の生産性と利益性に与える影響も大きくなっています。業界はゼロ欠陥を目指しており、これは価値のある、そして達成困難な目標です。例えば、自動車業界では、1台に 5,000 個の半導体が搭載された自動車が毎日 25,000 台製造されます。半導体の部品品質が 100 万分の 1 の欠陥率だとした場合、半導体の品質が原因で運転に問題がある自動車が毎日 125 台製造されることになります。

## 半導体の品質が市民の安全に与える影響は大きくなっています。

上記の自動車の例に加え、半導体を多数使用する応用は、私たちの毎日、毎時間の活動に深く関係しています。例えば、**携帯電話に関する調査では** 私たちは携帯電話を 1 日平均 96 回確認していることがわかりました。コンピューター、家電、航空機、ATM は頻繁に使用されます。半導体は、世界中の日常生活に欠かせないため、その品質と信頼性が市民の安全に与える影響が増大しています。このため、それを保証するという責任が半導体の製造業者の肩に重くのしかかっています。

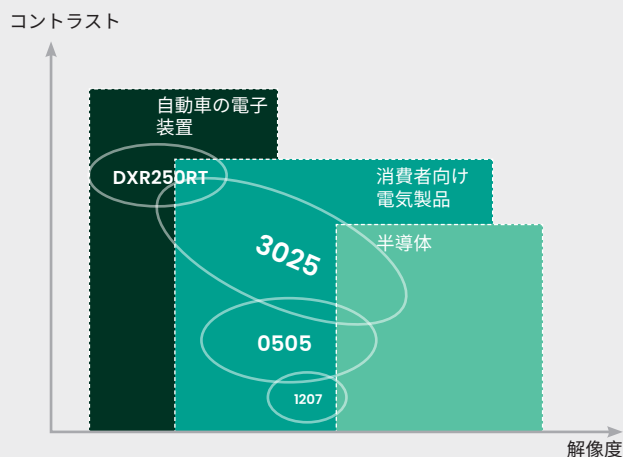
## 2. 半導体の品質保証という課題

半導体と小型電子部品の包括的な品質検査は非常に重要ですが、容易ではありません。半導体と部品の設計では本質的に微小なサイズと高度な機能性が使用されています。設計の小型化と多機能化傾向が続いており、品質検査の問題をさらに困難にしています。また、半導体や小型電子部品の接続点や接合部、結合はサブサーフェスにあり、表面からは見にくいため視覚検査技術の発展を難しくしています。半導体や小型電子部品の検査技術には 2 つの基本的な能力が求められることが経験的にわかっています。

1. 高コントラスト、超高解像度によるディテールの検出
2. 可視エリアとサブサーフェス部分の検査を可能にする

これらの特長を持たずして、半導体や小型電子部品の包括的検査を行うことは不可能です。これらの要件を満たす検査技術は、X 線による非破壊技術 (NDT) です。

### 半導体の検査でディテールが重要な理由



このため、半導体の品質保証ではディテールが重要になります。半導体のディテールは、実際に、携帯電話、コンピューター、自動車、航空機などのより大型の最終用途装置の機能の成否を決定します。このため、半導体の製造業者は、適切な品質検査方法を採用する必要があります。

### 3. 必要な NDT 検査の発展

半導体や小型電子部品の設計は劇的に進化し、用途は急増しており、X線およびNDT検査は品質標準を満たすよう同業種内で調整する必要があります。NDT線の次世代特性により基準が引き上げら

れ、新しい能力や利点を提供する新しい種類の検査機能が標準となっています。

能力	利点
 画質の改善とマクロレベルの解像度でのコントラスト	 高解像度製品、半導体検査のための超微細な画像
 可視およびサブサーフェス部分の正確な検査	 すべてのサーフェスを含めた包括的な検査
 半導体製造工程で使いやすい	 半導体や小型電子部品に適した処理のために設計されている
 安定した一貫性のある高い信頼性	 サンプルごとの検査を一貫性を持って提供
 すべてのタイプの部品を守るよう照射量が制御できる	 X線によって破損しないようデリケートな装置を保護

## ハードウェア、ソフトウェア、サービスとインダストリー 4.0 (4IR)

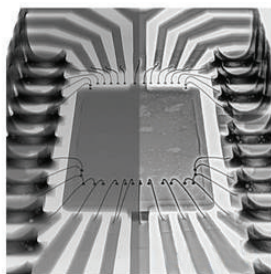
これらの新機能を提供するよう NDT X 線が発達するには、ハードウェア、ソフトウェア、サービスの3つのソリューション要素全体で進化し続ける必要があります。イノベーションにとって重要になるのは、X 線の詳細に対する深い理解と実績ある専門知識です。

**ハードウェア。**産業用 X 線ハードウェアは、そのパフォーマンスパラメータを定義するためのいくつかの要素で構成されています。主な部品とその主な役割は次の通りです。

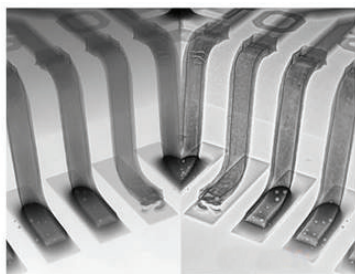
- X 線管: X 線を生成する X 線管
- ジェネレーター: X 線光源に電源を供給する高電圧発電器
- 検出器: 検出器はサンプルを透過し撮像する X 線を記録します。
- マニピュレーター: マニピュレーターは、サンプルを検査に適した位置に移動または回転します。
- コントロール: コントロールパネルは、検査中、工程全体を設定したり制御するための中央管理パネルです。

**ソフトウェア。**X 線ソフトウェアは注目されることが少ないですが、産業用 X 線ソリューションを最適化する上で重要な役割を果たし、半導体や小型電子部品の検査では特に重要です。質の良いソフトウェアは検査を補佐し、画質の改善や最適、自動化、測定機能やプログラミング機能を提供します。

### ソフトウェアによって X 線ディテールの質が変わる



従来のソフトウェア



機能強化されたソフトウェア

**サービス。**産業用 X 線技術の専門知識を持っていることはソリューションの最適化に役立ち、共同作業による問題解決やテストスキャンの提供も可能になり、問題があった場合や固有サンプルに対してもサポートを継続できます。

各ソリューションコンポーネントには、半導体や小型電子部品を適切に検査するために最高の技術が採用されている必要があり、インダストリー 4.0 (4IR) に適合するには新しい要件が加わります。特に、4IR 機能では MES (Management Executive Systems) への接続も要件となっています。

半導体製造に置ける産業用 X 線検査では、リスクが高く、ディテールの重要性は高くなります。このため、製造業者には、製品にも増して、運用を最適化し、さまざまなエンドユーザー応用にわたって安全性を保证する品質検査のパートナーが必要です。

### 規制への適合

サプライヤーからの要件に加え、IPC (The Association Connecting Electronics Industries) などの統制機関は、半導体や小型電子部品の品質標準を引き上げるための規格を規定しています。IPC 等級は、1、2、3、3A で、主に最終用途応用の種類によって選定されます。これらの国際的に認知されている規格は、品質、信頼性、要件の一貫性を保証する上で有効です。

## 5. 結論

私たちの日常生活の隅々にまで用途が普及している半導体応用の幅と深さにわたって品質と安全性を保证するには、世界的な取り組みが必要です。私たちは毎日 96 回もスマートフォンを確認し、自動車を運転し、航空機を利用します。私たちが使用するデバイス、家電製品、車両を動かし、膨大な数の市民の安全を最終的に決定するのは、半導体や小型電子部品の中のマクロレベルのディテールです。半導体製造業では、半導体の品質検査に固有の要件を満たすために設計された次世代 NDT X 線ソリューションを採用することが品質の鍵です。そして、この品質とは超微細なディテールにあります。ディテールを鮮明に可視化することが、スマートフォン、コンピューター、自動車、航空機などを簡単に便利に利用できる私たちの毎日の暮らしを守るのです。



