

# Application News

## No. N133

産業用 X 線装置

### X 線 CT システム

## inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR を使用した自動車用コンピュータの観察

### はじめに

自動車には色々な電子機器が搭載され、性能や安全性に関わる制御に使用されています。また、快適に過ごすための環境や運転のサポートも、電子機器で制御されています。近年は、自動運転や誤発進抑制機能などの安全性に関わる機能も複雑になり、それを制御する電子機器の高機能化も課題になっています。さらに、環境面への配慮から、燃料の燃焼効率を上げたり、走行状態によるエンジンの最適な制御を行うことも求められています。このような制御はカーコンピュータとも呼ばれる ECU (Electric Control Unit) が行っています。

これらの電子機器が搭載されている自動車は、動作中常に振動しています。また、気温やエンジン、道路からの熱といった温度変化の影響も受けるため、過酷な環境下でも正常に動作する必要があります。また、信頼性の要求も高く、ECU をはじめとする電子機器はケースに封入されている場合が殆どです。その場合、電子機器そのものを外観から検査ができないため、X 線を用いた非破壊検査が求められています。今回は、この ECU を X 線 CT 装置を用い観察した例を紹介します。

S. Iguchi

### カーコンピュータ (ECU) の観察

自動車には、厳しい環境でも正常に動くよう様々なセンサーが取り付けられています。ECU にも多くの部品が搭載され、センサーからの情報を読み取り、エンジンの燃焼効率の最適化や自動車の姿勢、温度、タイヤの空気圧などを把握し、安全に走行できるよう制御しています。また、より高い安全性、走行性を実現するために制御にも高機能かつ、性能の高い部品が採用されています。自動車という限られた空間に搭載できるよう省スペースによる部品の高密度化や基板の多層化も進んでいます。以前は信頼性の観点から性能が低くても確実に動作する部品が使用されていましたが、近年では、最新の高性能かつ小型の電子部品を搭載することが多くなっているため、基板とのはんだ接合にも表面実装など高い技術が要求されています。動作に関する通電試験には専用の検査設備がありますが、使用状況の変化による信頼性評価には、X 線透視装置が以前から使用されていました。この評価に X 線 CT 装置を使用することで、更に解析精度を上げることができます。まず、「マイクロフォーカス X 線 CT システム inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR」(以下、inspeXio SMX-225CT FPD HR) (図 1) を使用して ECU (図 2) 全体を撮影した結果を図 3 に示します。



図 1 マイクロフォーカス X 線 CT システム inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR



図 2 ECU の外観写真

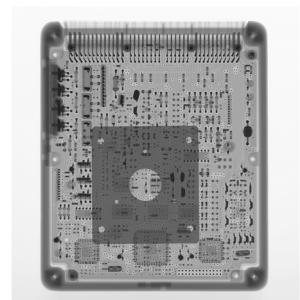


図 3 ECU の透視画像

inspeXio SMX-225CT FPD HR は、受光部に 16 インチフラットパネルディテクタを搭載しており、最大透視視野が約 300×300 mm になるため、ECU 全体を一度に撮影することができます。全体を一度に撮影することで、端子や部品の大きな曲がりや欠落、破損を確認することができます。また、基板の位置も観察することができますので、ケースへの基板や部品の接触なども確認することができます。

また、拡大率を上げることで部品内部の観察や接合部のはんだ状態を更に詳細に観察することもできます。図 4 は IC 付近を拡大撮影した透視像で、IC 内部のワイヤーやはんだ接合部が観察できます。さらにはんだ接合部を拡大することで、基板とのはんだ接合部の気泡 (ボイド) が確認できます (図 5)。

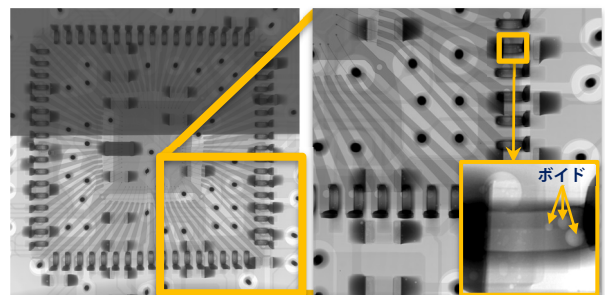


図 4 IC 部分の透視画像

図 5 ECU の透視画像

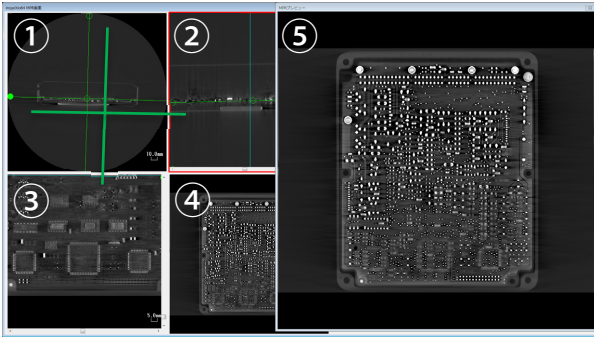


図6 ECUのMPR画像

次に、ECU全体をCT撮影し、MPR表示したものが図6です。MPR（Multi Planer Reconstruction）は撮影されたCT画像を仮想空間に配置し、任意断面画像を表示する機能で、CT画像①に対して互いに直交する断面画像を②、③に表示し、更に任意角度での断面画像を④に表示することができます。また必要な断面画像を大きく表示することもできますので、詳細な確認や観察を行うことができます。このMPR画像では、①がECUの中央付近の断面を示し、②と③は①の断面画像から指示した縦と横の直交する断面を表示しています。④は②の断面から基板表面を表示しています。また、⑤のように任意の断面画像を大きく表示することもできます。CT画像では密度の高いものほど白く映るため、はんだ接合部や電子部品、基板の配線が、より白く見えます。この全体の画像から、部品やはんだの有無の確認ができます。

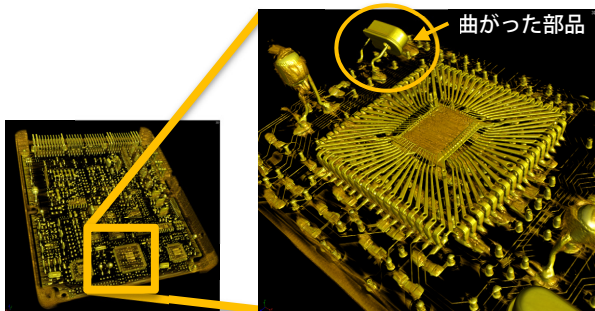


図7 ICの拡大VR画像

さらに、3次元ソフトウェアのVGSTUDIO MAX（Volume Graphics GmbH）を使用することで、CT画像をVR（Volume Rendering）表示し、より実物に近い形での観察を行うことで、部品や端子の曲がりや基板の裏の部品の有無なども立体的に観察することができます。また、一部を拡大してCT撮影することで、IC内部のワイヤーや各端子、小さな部品のはんだ接合部も確認することができます（図7）。

次に、自動車の各配線と接続しているコネクタ部分を拡大撮影し、VR表示した画像が図8です。多くの端子がはんだ接合されていますが、はんだ内部にボイドがある場合は、振動や熱膨張の影響を受け、ボイド同士がつながり、割れ（クラック）に進展することもあります。

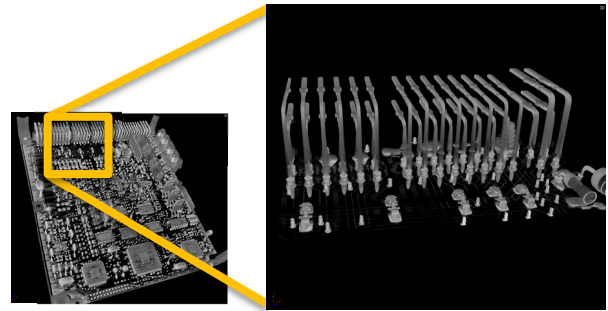


図8 はんだ接合部の拡大VR画像

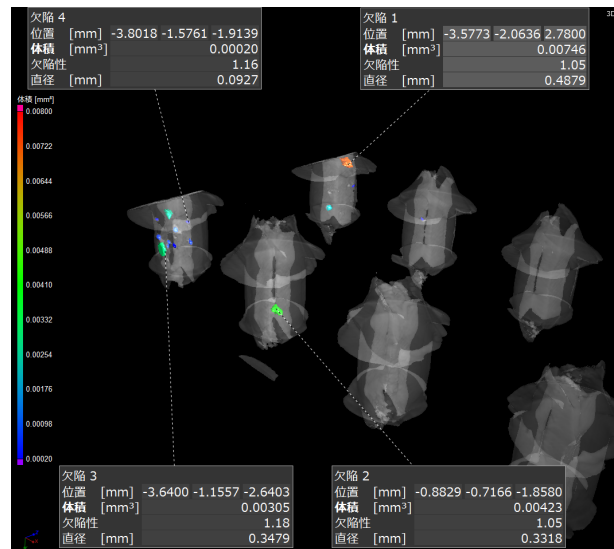


図9 はんだ内部の気泡の解析

VGSTUDIO MAXのオプション機能を使用することで、個々のボイドを可視化し、位置、体積、表面積を数値化することもできます（図9）。ボイド発生状況を確認するだけでなく、数値化された様々な情報から不良の状態を見極めリフロー条件の変更を行うことで、歩留まりの向上など製造効率を上げることにも役立ちます。

X線CT装置は製品を破壊しないため、振動試験や熱衝撃試験などのサイクル試験を同一製品でおこない、試験周期ごとの内部状態の経過を観察することができ、試験個数の削減、各種試験装置の台数削減も可能になります。このように、X線CT装置は破壊のプロセス解析に役立つとともに開発時間の短縮、サンプル数を減らすことによるコスト削減およびスピードアップにも有用です。

## まとめ

inspeXio SMX-225CT FPD HRでは、くみ上げられた製品を分解することなく観察や解析をおこなうことができます。また、製造条件の変更や様々な試験前後の比較をおこなうことができますので、製造プロセスだけでなく開発プロセスにも役立てることができます。

さらに、目的に応じたソフトウェアを使用することで、様々な解析を行うことができ、製品の良否だけでなく、製造工程の検討や同一サンプルでの試験前後の比較もおこなうことができます。

inspeXio および SMX は、株式会社 島津製作所の商標です。  
VGSTUDIO MAX は、Volume Graphics GmbH の登録商標です。