

(様式第5号)

## X線イメージングによる電子部材の非破壊検査の検討 Study of X-ray phase imaging for non-destructive inspection

上原雅人・秋山守人  
Masato Uehara, Morito Akiyama

産業技術総合研究所 生産計測技術研究センター  
Measurement Solution Research Center,  
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

### 1. 概要

電子部品の非破壊検査に対する、X線位相像の可能性を探るために、種々の電子部品について屈折コントラスト法による撮影を行った。その結果、試料内の高分子相等、軽元素で構成される部位について、従来の吸収法ではほとんどわからなかったが、位相像によってその内部構造が明瞭に観察することができ、位相像の有効性が示された。

#### (English)

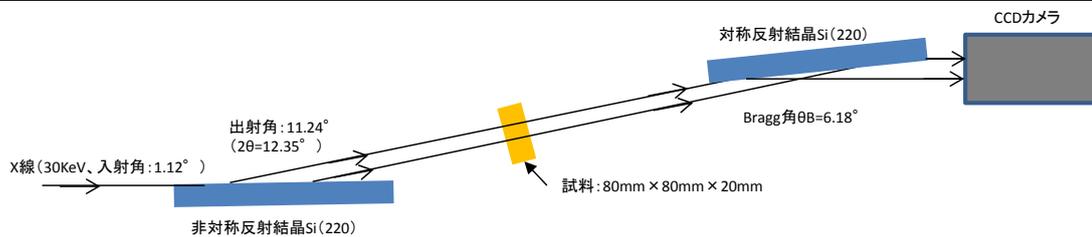
We investigated the potential of X-ray phase contrast imaging for the nondestructive inspection of electronic parts using diffraction enhanced imaging. We were able to observe microstructure of the inner components that were made of low-Z elements in the phase image, although we could not recognize it in the conventional transmission image.

### 2. 背景と目的

我が国の基幹産業を支える製造業において、その競争力強化には高品質のものづくりと生産の高効率化が必須である。これらに直結する製品検査やプロセス管理において、非破壊検査は重要な技術である。X線は金属を透過できるため、内部構造の観察が可能であり、多くの非破壊検査に用いられている。従来のX線非破壊検査では、物質のX線に対する吸収度によるコントラストでイメージングしている。一方、多くの電子部品は金属やセラミックスの他、高分子など、X線吸収係数が大きく異なる物質で構成されている。硬X線では金属等の評価はできるが、高分子等、X線吸収係数の小さい物質相は、吸収法ではコントラストが弱く、内部構造を評価できない。物質を透過する際に生じる位相シフトを利用する位相法は、軽元素に対して敏感であり、上記のような、金属等との複合体である、工業製品内の高分子相の評価に有効と考えられる。本研究では、試料透過の際に生じる屈折角を画像化する屈折コントラスト法による観察を行い、電子部品の非破壊検査への利用の可能性を探る。

### 3. 実験内容 (試料、実験方法、解析方法の説明)

ICパッケージ等、いくつかの電子部品を試料として供した。実験は、図に示すような光学レイアウトで屈折コントラスト法による撮影を行った。なお、入射X線は30keVで行った。



実験レイアウト概略図

#### 4. 実験結果と考察

種々の試料について、位相コントラスト像を取得した結果、吸収像とは異なる情報を得ることができた。図1に示したようなパワーモジュールのモデル試料の結果を図2に示す。図1の赤い破線で囲った領域が視野である。図1の黒い部分は高分子相であるが、図2のX線像において、左の吸収像に比べて、右の位相微分像では内部構造が明瞭に確認できた。また、中央部はモジュール内のアルミ板であるが、一部をボールミルで削り取っていた。その切削痕について、吸収像では全くわからなかったが、位相微分像では明瞭に確認できた。その他の電子部品においても、軽元素で構成される封止材の内部構造は吸収像では全くわからなかったが、位相微分像では明瞭に確認できた。



図1 観察した試料(パワーモジュールのモデル試料)

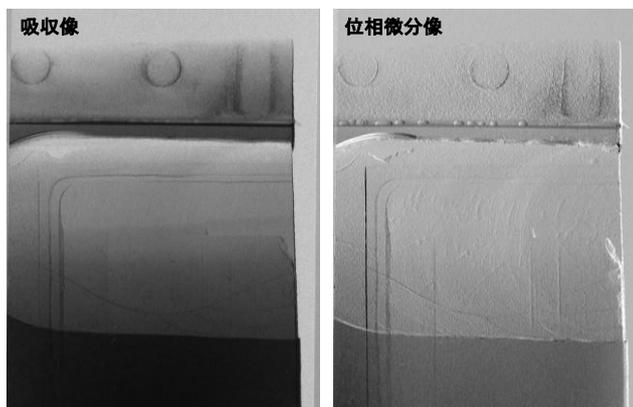


図2 観察した試料の吸収像と位相微分像

#### 5. 今後の課題

電子部品の検査において、位相像が有効な情報を与えることが分った。今後は、他の分析法による内部構造の評価結果と比較を行い、定量的な像解析を行いたい。また、CTによる立体的な検査の可能性も探りたい。

#### 6. 参考文献

D. Chapman et al., *Phys Med Biol*, **42** (1997), 2015–2025

#### 8. キーワード (注：試料及び実験方法を特定する用語を2～3)

X線イメージング、屈折コントラスト法(DEI: Diffraction enhanced imaging)、非破壊検査、電子部品

9. 研究成果公開について (注：※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消して下さい。また、論文(査読付)発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入して下さい(2012年度実施課題は2014年度末が期限となります。))

① 論文(査読付)発表の報告

(報告時期：2013年 10月)