

氏名(本籍)	陳	いちもん	萌(中国)
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第5651号		
学位授与年月日	平成23年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	<b>3DAP analysis of high resistive materials using short wave length pulsed laser</b> (短波長レーザーによる高抵抗材料の3次元アトムプローブ解析)		
主査	筑波大学教授	Ph. D.	宝野和博
副査	筑波大学教授	Ph. D.	Golberg, Dmitri
副査	筑波大学教授	工学博士	重川秀実
副査	東北大学	理学博士	塚田捷
	原子分子材料科学高等研究機構教授		

### 論文の内容の要旨

The three dimensional atom probe (3DAP) is the only technique that is capable of obtaining true 3D *atomic* tomography from materials. However, the applications of the atom probe technique were limited to only conductive materials until recently, since the conduction of voltage pulse is not possible in insulating materials. Recent implementation of pulsed laser to the 3D atom probe instruments relaxed the required electrical conductivity and the application areas of the technique has been expanded to a wide variety of materials including semiconductors and thin film insulators. The main objective of this work was to make the atom probe technique usable for analyzing all types of materials, especially bulk insulating materials. In this work, the field evaporation behaviors of materials with various conductivities have been studied using ultrafast pulsed lasers with three different wave lengths, i.e. infrared (1030 nm), green (515 nm) and ultraviolet (343 and 258 nm). This thesis comprises of 5 chapters. Chapter 1 is an outline of the background of the atom probe technique. In chapter 2, the details of the principle of atom probe measurement and specimen preparation methods are described. Several artifacts in atom probe analyses and data processing are pointed out, and the solutions of them are discussed. In chapter 3, the interaction of lasers of three wavelengths with materials of various electric properties is systematically studied. Experimental results on laser assisted field evaporation provide useful information on the probe analyses of low conductivity materials. Using the results in chapter 3 the condition of laser and atom probe measurement are optimized for more accurate and reliable atom probe tomography of insulator materials. The applications of laser assisted atom probe for various kinds of materials in different morphologies are shown in chapter 4. In chapter 5, the work carried out in the thesis is summarized and general conclusions are drawn. Also in this chapter, suggestions are made for future work in this field.

## 審査の結果の要旨

本論文はレーザーパルスで原子のイオン化をアシストすることによって、アトムプローブ法の高抵抗材料とそのデバイス解析への応用を目指した研究結果の学術論文である。アトムプローブ分析用針状試料に異なる波長と強度の超短パルスレーザーを照射し、金属・半導体・絶縁体などのレーザーアトムプローブ分析を行うことにより、レーザー照射の最適条件の探索を行った。その結果、紫外光レーザーを用いることで絶縁体のバルク試料の解析に世界で初めて成功した。また、絶縁体 MgO ではレーザー照射により電界イオン顕微鏡像の倍率が大きく変化するという実験結果を世界で初めて見出し、その考察から半導体と絶縁体では電子励起でイオン化が起こることを提案した。本研究によりアトムプローブは金属から絶縁体まですべての無機材料の原子レベルでの解析に有効であることを証明し、アトムプローブ解析技術の革新に大きな貢献したことから、極めて学術的価値の高い論文と判断される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。