

Title	ガリウム燐のレーザー重畳電界蒸発に関する研究
Author(s)	富田, 昌明
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36443">https://hdl.handle.net/11094/36443</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="#">ご参照</a> ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	とみ 富	た 田	まさ 昌	あき 明
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8672	号	
学位授与の日付	平成元年	3月	24日	
学位授与の要件	工学研究科電子工学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	ガリウム燐のレーザー重畳電界蒸発に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 埴 輝雄			
	教授 浜口 智尋	教授 吉野 勝美		

## 論文内容の要旨

本論文は、レーザーパルス照射を重畳した電界蒸発法をGaPチップに適用した場合の蒸発現象に関する研究をまとめたもので、6章より構成されている。

第1章は緒論であって、本研究に関連する歴史的背景を概観し、本研究の目的、意義を明らかにすると共に、本論文構成について述べている。

第2章では、電界蒸発法により表面分析を行なう原子プローブ電界イオン顕微鏡およびこれにレーザーパルス照射機能を付加して半導体表面分析を可能にした装置の説明を行い、本研究で用いたGaPホイスクーの作り方を述べている。

第3章では、半導体に電界が印加された場合、および電界とレーザーパルス照射が重畳して加えられた場合の半導体内部への電界の侵入の状況を考察し、レーザーパルス照射型原子プローブ電界イオン顕微鏡を用いてGaPからの蒸発イオンを測定した結果を示している。

第4章では、レーザーパルスを重畳した半導体の電界蒸発において、レーザー照射による熱的效果のため電界蒸発前にクラスター形成が行なわれていると推定し、燐のクラスター形成反応について論じている。

第5章では、レーザーパルスを照射することによって生じる半導体チップ表面の温度上昇を理論的に取扱ひ、数値計算によって最高表面温度とレーザーのエネルギー密度、チップ半径、半導体のレーザー光吸収係数等との間の関係を図示している。

第6章では、本研究によって得られた結果を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

原子プローブ電界イオン顕微鏡は金属チップ先端の原子配列を観察しながら表面原子を原子層単位で電界蒸発させて質量分析することが出来る優れた表面分析装置であるが、キャリア密度の低い半導体に対しては適用困難である。このような半導体チップに対しても電界パルスにレーザーパルス照射を重畳させることにより電界蒸発が起こることが近年発見され、Si や若干の化合物半導体の表面分析が行われた。しかし蒸発イオン組成は蒸発条件によりかなり変化することが認められ、基礎的研究の拡充が要望されている。本論文はGaPホイスカーに対して行った基礎的研究をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 半導体チップにレーザーパルス照射を行った時の印加電界の半導体内部へのしみ込みについて定量的な関係を導いている。
  - (2) レーザーパルスを重畳した電界によって蒸発するイオンは $\text{Ga}^+$ ,  $\text{P}^+$ ,  $\text{P}_2^+$ ,  $\text{P}_3^+$ ,  $\text{P}_4^+$ ,  $\text{P}^{2+}$ ,  $\text{P}_3^{2+}$ の7種類であることを確認し、レーザーのエネルギー密度の増大と共に $\text{P}^+$ ,  $\text{P}_2^+$ は減少し $\text{P}_4^+$ は増加するが、 $\text{Ga}^+$ ,  $\text{P}_3^+$ は殆んど変化しないことを見出している。
  - (3) 燐のクラスターイオンはレーザーの熱的効果によってGaPの一部が分解しチップ表面でクラスター形成反応が生起するためであることを実験および熱化学データを用いて論証している。
  - (4) レーザーパルス照射によるチップ温度の上昇を測定することは困難で、理論計算に頼らざるを得ない。特に半導体チップの表面温度の計算は金属の場合と異なり、レーザー光が内部まで侵入するので取扱い困難で、これまでなされていない。本論文では合理的な近似を導入して数値計算を行い、実験の解釈を支持すると共に、他の半導体チップに対するレーザーパルス照射の研究に有益な指針を与えている。
- 以上のように本論文はレーザーパルス照射重畳電界蒸発法によってGaPの電界蒸発過程を明らかにすると共に、この方法を各種半導体に適用する際の指針を与えており、半導体工学に寄与する所大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。