



Title	炭素系材料の電子放射特性と表面性状に関する研究
Author(s)	田川, 雅人
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36447">https://hdl.handle.net/11094/36447</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

【13】

氏名・(本籍)	田	川	まさ	ひと
学 位 の 種 類	工	学	博	士
学 位 記 番 号	第	8 6 5 2	号	
学 位 授 与 の 日 付	平 成 元 年 3 月 24 日			
学 位 授 与 の 要 件	工学研究科精密工学専攻			
	学位規則第5条第1項該当			
学 位 論 文 題 目	炭素系材料の電子放射特性と表面性状に関する研究			
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 梅野 正隆			
	教授 川辺 秀昭 教授 山田朝治			

### 論文内容の要旨

本論文は、炭素繊維からの電解放射電子の全エネルギー分布とそのグラファイト化度や電子状態の関連性を明らかにするとともに、強電界印加時におけるエキソ電子の発生機構について行った研究の成果をまとめたものであり、さらに炭素繊維の宇宙用複合材料強化繊維という立場から低地球軌道上での炭素繊維と原子状酸素との反応性についても検討を加えている。本論文の全文は6章から構成されている。

第1章では本研究の位置づけを行い、研究の目的と意義について述べている。

第2章では電界放射電子の全エネルギー分布に関する理論的取り扱いを述べ、さらに試作したOostrom型エネルギー分析器が電界放射電子の全エネルギー分布を測定するのに十分な性能を備えており、また電荷重疊法による電界計算は高い精度でチップ表面の電界強度を推定できることを示している。

第3章では種々の炭素繊維とグラファイト試料からの電界放射電子の全エネルギー分布を測定し、-6 eVと-11 eVに現れる2つのピークはグラファイト構造をなす炭素原子のπ電子とδ電子に起因するものであることを明らかにし、その放射機構としてはチップ表面の絶縁層を考慮したモデルが適用できることを示している。

第4章では強電界が印加された下でのエキソ電子の検出にはストレージ効果の利用が有効であることを示し、A1についてはアレニウスプロットからそのトラップ準位はA1のフェルミレベルの上0.7 eVに存在することを見いただしている。さらに現在まで理論的にその可能性が示されていながら、存在の確かめられていなかった電界刺激エキソ電子放射を、純度99.999% A1を用いて実験的に観察することに成功し、またその放射機構はトンネル効果によるものであることを明らかにしている。

第5章では試作した5 eVのビームエネルギーを実現できる原子状酸素ビーム発生装置を用いて照射実

験を行い、原子状酸素による炭素繊維の表面自由エネルギーの変化を Willemy 法により測定した結果を示している。すなわち、原子状酸素の照射によって炭素繊維表面のグラファイト層は損傷を受け、表面自由エネルギーの極性成分と分散力成分はそれぞれ増大および減少することを明らかにしている。

最後に第 6 章では本研究で得られた主要な結果を総括するとともに、今後の課題について述べている。

## 論文の審査結果の要旨

炭素繊維は宇宙用複合材料強化繊維として重要な地位を占めているが、高輝度電界放射エミッタとしても有望視されている材料である。本論文は、炭素繊維のエミッタとしての立場から、電界放射電子の全エネルギー分布と微細構造の関連性を明らかにし、さらに強電界印加時のエキソ電子の発生機構を解明するとともに、炭素繊維の宇宙用複合材料強化繊維としての立場から、炭素繊維と原子状酸素の反応形態について新しい知見を与えたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 炭素繊維からの電界放射電子の全エネルギー分布には  $-6\text{ eV}$  と  $-11\text{ eV}$  付近に 2 つのピークが観察され、それぞれ炭素原子の  $\pi$  電子と  $\sigma$  電子に起因することを見い出している。また両ピークの相対強度は炭素繊維のグラファイト化度と良い対応を示すことを明らかにしている。
- (2) グラファイト化の進んだ炭素繊維の電界イオン顕微鏡観察で見られるブライトライン列はグラファイトの基底面の集団に対応していることを明らかにしている。
- (3) 純度 9.8% の A1 における光刺激エキソ電子放射のトラップ準位は、アレニウスプロットからフェルミ準位の上  $0.7\text{ eV}$  付近に存在していることを示している。
- (4) 純度 99.999% A1 表面に強電界を印加することにより電界刺激エキソ電子放射を初めて実験的に確認し、その放射機構はトンネル効果によるものであることを示している。
- (5)  $5\text{ eV}$  の運動エネルギーを有する原子状酸素ビームによって炭素繊維表面のグラファイト層が室温においても損傷を受けることを表面自由エネルギーの測定により示している。

以上のように本論文は炭素繊維を電界放射エミッタ、ならびに宇宙用複合材料の強化繊維に応用する上で有用な新しい知見を与えるものであり、材料物性工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。