



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | Characterization and Modification of Layered Materials by Scanning Probe Microscopy  |
| Author(s)    | Sonia, Antoranz Contera  |
| Citation     | 大阪大学, 2000, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/42100">https://hdl.handle.net/11094/42100</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="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</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

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | ソニア アントランツ コンテラ<br>Sonia Antoranz Contera   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)  |
| 学位記番号      | 第 15426 号   |
| 学位授与年月日    | 平成12年3月24日  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科応用物理学専攻  |
| 学位論文名      | Characterization and Modification of Layered Materials by Scanning Probe Microscopy<br>(走査プローブ顕微法による層状物質の評価と表面加工) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 岩崎 裕<br><br>(副査)<br>教授 萩行 正憲 教授 笠井 秀明 教授 高井 義造<br>助教授 SEKKAT Zouheir                                   |

### 論文内容の要旨

本論文は、層状物質の工業的応用に関連した知見を得ることを目的として、走査プローブ顕微鏡を用いた原子レベルからメソスコピックスケールにおける各種の層状物質の表面構造、反応性および表面微細加工に関して行った研究をまとめたもので、全5章から構成されている。

第1章では、走査プローブ顕微鏡を用いた物質表面の評価における特有の問題点を明らかにし、層状物質固有の性質を概観し、本研究の背景と目的および意義について述べている。

第2章では、 $\text{NbSe}_2$ の大气および窒素ガス雰囲気中の表面反応性を、走査トンネル顕微鏡を用いて調べ、大气中では表面の反応が原子ステップや欠陥から進行するが、窒素ガス雰囲気中では反応が抑制されることを明らかにし、そのメカニズムについて考察している。

第3章では、不整合層状化合物である  $(\text{LaSe})_x\text{NbSe}_2$  および  $(\text{PbSe})_x\text{NbSe}_2$  に関して、走査トンネル顕微鏡および原子間力顕微鏡による原子レベルの構造観察を行い、いずれもほぼ正六角形の  $\text{NbSe}_2$  の構造のみが観察されたが、一方向の不整合性を反映して  $\text{NbSe}_2$  に比べ一方向に伸びた構造になっていることを見出している。メソスコピックスケールでの観察では、 $(\text{LaSe})_x\text{NbSe}_2$  は広い原子テラスが露出するように剥離し表面反応性が高いこと、 $(\text{PbSe})_x\text{NbSe}_2$  は多数のステップが露出するように剥離し安定であることを明らかにし、これらの振る舞いの違いを層間結合に基づいて議論している。

第4章では、 $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ 、 $\text{Bi}_{1.9}\text{Sb}_{0.1}\text{Se}_3$  および  $\text{Bi}_{1.6}\text{Sb}_{0.4}\text{Se}_3$  の表面原子構造および表面ナノ加工について研究し、置換アンチモンの量を増加することにより走査トンネル顕微鏡像における原子レベルの窪みが増加することを見出し、原子間力顕微鏡を用いてナノメータスケールの構造を形成できることを示している。

第5章では、本研究で得られた研究成果をまとめ、今後の展望について述べている。

### 論文審査の結果の要旨

層状物質は多様な物性を示し工業的に有用であり、それらの表面構造と反応性を明らかにすることは重要な研究課題となっている。本論文は、走査プローブ顕微鏡を用いて、原子レベルからメソスコピックスケールにおける各種の

化学的傾向、物理的性質の異なる層状物質の表面構造、反応性ならびに表面微細加工に関する研究をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) NbSe<sub>2</sub> の大気および窒素ガス雰囲気中の表面反応性を、走査トンネル顕微鏡を用いて調べ、化学的に不活性な層状物質も大気中では表面の反応が原子ステップや欠陥から進行すること、また窒素ガス雰囲気中では反応が抑制されることを明らかにし、潤滑材としての層状物質に関する有用な知見を得ている。
- (2) 不整合層状化合物である (LaSe)<sub>x</sub>NbSe<sub>2</sub> および (PbSe)<sub>x</sub>NbSe<sub>2</sub> を走査トンネル顕微鏡および原子間力顕微鏡を用いて調べ、原子レベルの構造観察では、いずれもほぼ正六角形の NbSe<sub>2</sub> の構造のみが観察されるが、一方向の不整合性を反映して NbSe<sub>2</sub> に比べ一方向に伸びた構造になっていることを見出している。また、メソスコピックスケールでの観察では、(LaSe)<sub>x</sub>NbSe<sub>2</sub> は広い原子テラスが露出するように剥離し表面反応性が高いこと、(PbSe)<sub>x</sub>NbSe<sub>2</sub> は多数のステップが露出するように剥離し安定であることを明らかにするなど多くの新しい知見を得ている。
- (3) Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>、Bi<sub>1.9</sub>Sb<sub>0.1</sub>Se<sub>3</sub> および Bi<sub>1.6</sub>Sb<sub>0.4</sub>Se<sub>3</sub> の表面原子構造および表面ナノ加工について研究し、置換アンチモンの量を増加することにより走査トンネル顕微鏡像における原子レベルの窪みが増加することを見出し、原子間力顕微鏡を用いてナノメートルスケールの構造を形成できることを示している。
- (4) 各種の層状物質について本研究で得られた表面構造、表面反応性、および微細加工性に関して、物質の層内結合力、層間結合力、欠陥、ならびに走査トンネル顕微鏡および原子間力顕微鏡探針と層状物質表面の相互作用に基づいた説明を提案している。

以上のように本論文は、原子レベルからメソスコピックスケールにおける各種の化学的傾向、物理的性質の異なる層状物質の表面構造および反応性を明らかにし、新たな表面微細加工法を見出しており、応用物理学、特に表面物性ならびに層状物質材料工学の分野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。