

## (16) STMによるSi表面での金属原子相および原子過程の研究

研究代表者 工学部 末岡 修

## 研究目的

半導体の高密度メモリーなどの製造法・加工法であるプラズマプロセスに関連して、固体表面（シリコン単結晶表面）での諸々の原子過程を研究することは、極めて大切である。我々は、超高真空対応の走査型トンネル顕微鏡(UHV-STM)を用いて、シリコン単結晶表面に付着した原子（Au 金属原子およびCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>分子）の様子を観測することから、その初期原子過程を研究することを目的とした。シリコン原子上のどこに付着するか、前に付着している原子との関係、また付着過程での基盤原子層に欠陥を作らないかをチェックすることも大切である。この分野の研究はすでに多くのものがあるが、研究条件のわずかな違いが結果に大きく影響するので、個々納得するデータを持つことが必要である。

研究に際して、UHV-STMシステム装置（ユニソク社製）を使用した。この装置は図1に示すように3つの真空槽が連結されており、今回、STM槽の中のSTM針に近いところに流量を調整されたガスを導入できるように改良した。ガス導入法の長所はSTM像の見える状態でガス導入が可能であるので、各原子の位置関連が正確に追えることが期待できることである。

金属をシリコン清浄表面に蒸着することは、簡単ではなく、中央の試料準備室で可能であるが、かな

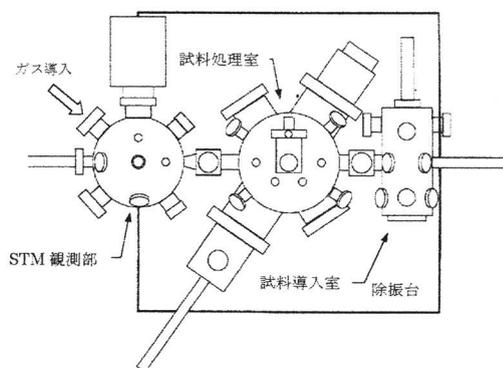
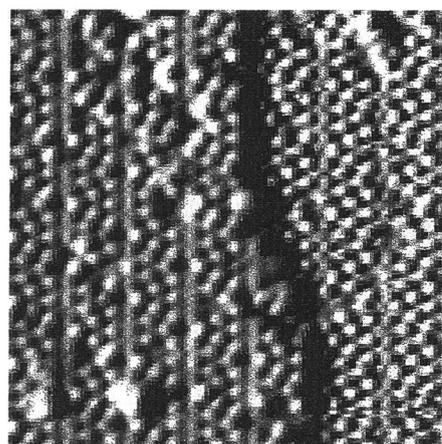
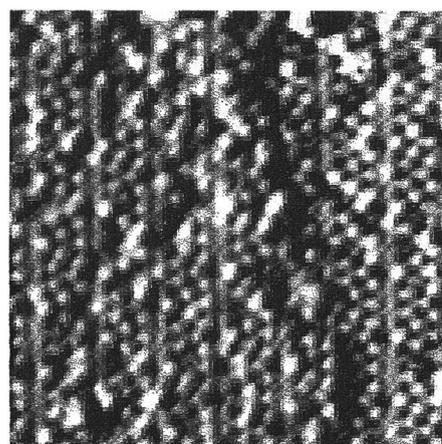


図1 装置概略図



← a



b →

図2 CO<sub>2</sub>分子に曝したときのシリコン表面のSTM像の時間変化(a)観測開始(b)12分後

りの労力を必要とし、また不確実である。シリコンの清浄表面を作った後でやや真空度の悪い（ $2 \times 10^{-8}$ Torr）がこちらで試料を蒸着することを計画したがまだ成果が出ていない。

## 研究成果

図2は、シリコン清浄表面をCO<sub>2</sub>分子に曝したときのSTM観測の例である。同一の位置を観測したものである。観測開始でははっきりと見えていたステップが、時間と共に崩れていくように見えている様子が分かる。このステップは1原子ステップである。この現象の原因として、CO<sub>2</sub>分子の吸着、分子のもつ並進運動エネルギー、サンプル針間の電場と

分子相互作用等とさまざま考えられるが、何が主であるかは、明確にさせられなかった。

この問題は、数百の原子を制御し、その物性を利用するメゾスコピックの研究やナノメートルサイズの半導体デバイス作成と関連してくると考えられ、その機構の解明に大変興味がある。今回は予備的な実験であったが、今後は、再現性の良い実験を繰返し、装置の改良を行っていく。

気体分子とシリコン表面との相互作用の他に、金属原子との総合作用の実験も行ったので以下に簡単に記述する。

清浄シリコン上に金を蒸着した例を図3に示す。シリコンの清浄面が残ったものと金に覆われた部分からなる。この境の様子から覆った金原子の厚さは1原子層のようである。定量的な議論をするにはデータがないが、興味ある結果のようである。金属のシリコン清浄表面上の蒸着については試料導入室で可能なものについては、今後精力的に実行していく。この方法だとかなり実行しやすいので蒸着量の調整が可能であろう。

#### 産業技術への貢献

本研究のシリコン単結晶清浄表面上の金属原子および気体分子の付着の問題は、言うまでもなく産業界での大切な問題を持っている。我々は通常の学会での発表の他、半導体基礎研究の企業連合体であるASET(超先端電子技術開発機構)との研究会を通して情報交換を行っている。それらは本研究とは別に、プラズマプロセスの基礎研究に関係して、ASETとの協力関係があるからである。

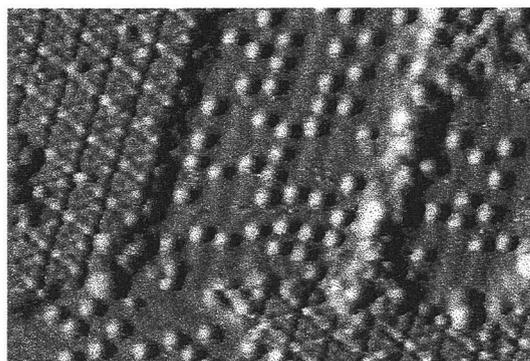


図3 シリコン表面上の金蒸着

#### 研究発表

- 1) 河田道人、石田浩一、末岡 修、日本物理学会講演概要集、第53巻第2号第2分冊
- 2) 谷森奏一郎、嶋村修二等：日本物理学会公演概要集、第53巻第2号第2分冊

#### グループメンバー

氏名	所属	職(学年)
末岡 修	工・共通講座	教授
嶋村 修二	工・共通講座	教授
河田 道人	VBL	非常勤研究員
谷森奏一郎	VBL	非常勤研究員
季村 峯生	医 技 短	助教授
浜田 亮	理・自然情報	助手
石田 浩一	徳山高专	講師

#### 連絡先

T E L : 0836-35-9972 ・ F A X : 0836-35-9492  
E-Mail : osueoka@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp