

# 微細加工によるナノデバイスの作製

デバイスコース(マテリアル系)で行っているナノデバイスの作製と評価について、簡単にご紹介します

## デバイス作製の手順

デバイスの設計

半導体の結晶成長

微細加工によるデバイスの作製1

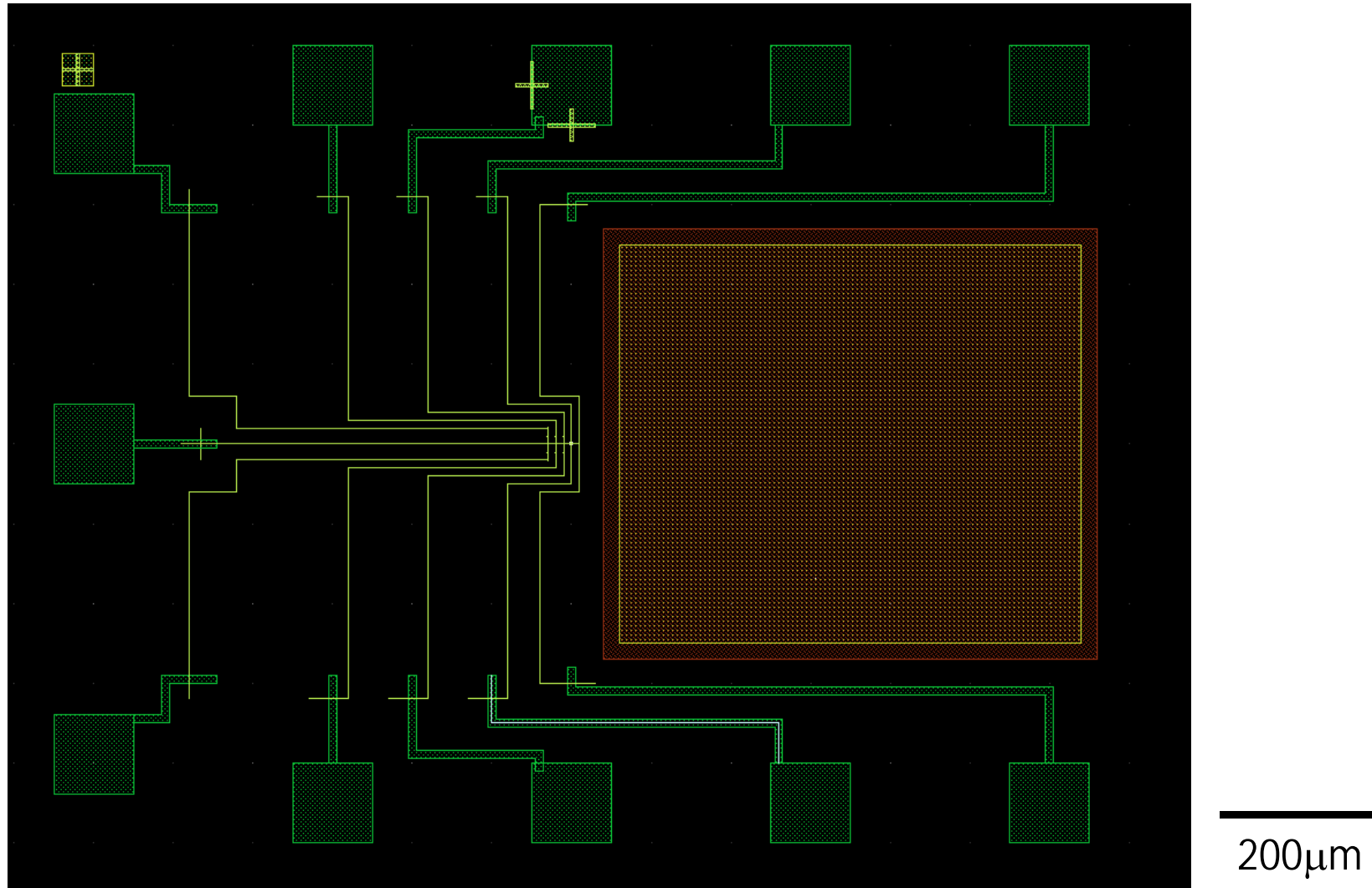
微細加工によるデバイスの作製2

デバイスへの配線

デバイスの特性評価

# デバイスの設計

まずは、CADを用いて、デバイスの設計をします。



色が異なる部分は、異なる作業で作製される部分です  
この設計では、1つのデバイスを作るのに3回の作業が必要になります。

# 半導体の結晶成長

次に、半導体ナノ構造を成長します

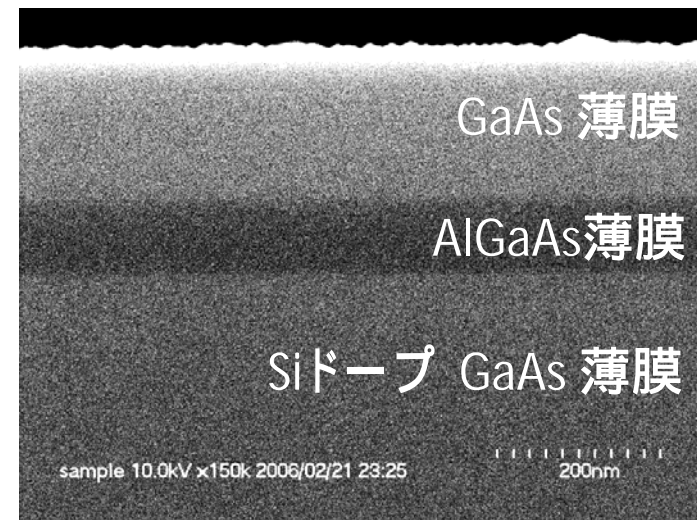


分子線エピタキシー装置

不純物が非常に少ない超高真空環境を実現し、その中で半導体の成長を行います。

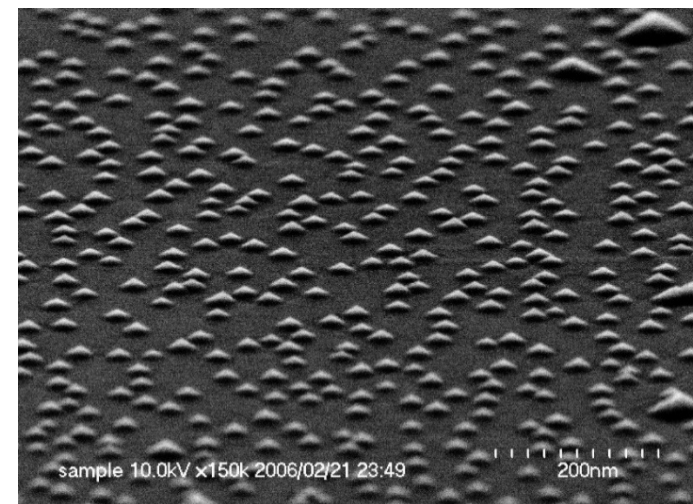
非常に良い品質の半導体薄膜が形成可能です。

## 半導体薄膜の成長(断面図)



異なる物質間の界面を原子レベルで整列させながら半導体を堆積できます

## 半導体ナノ構造の成長



表面に10nm程度のナノ構造を作製することもできます

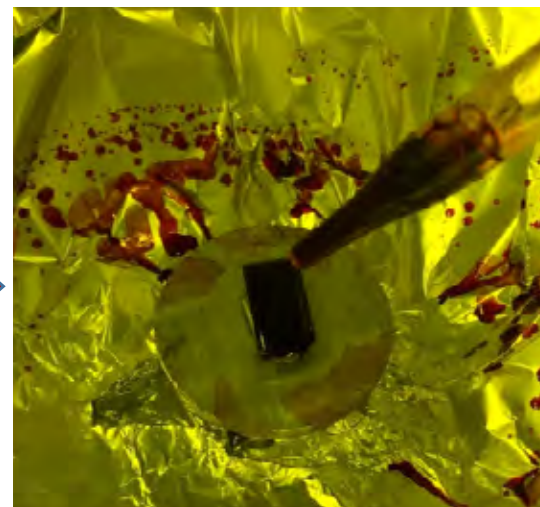
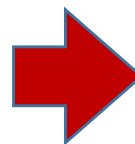
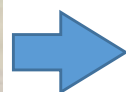


# 微細加工によるデバイスの作製

成長した半導体を加工し、デバイスにします



必要なサイズに切ります



真ん中の細長い物体が半導体サンプル



サンプルにスポットを使ってレジスト(赤い液体)を塗ります

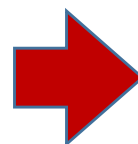
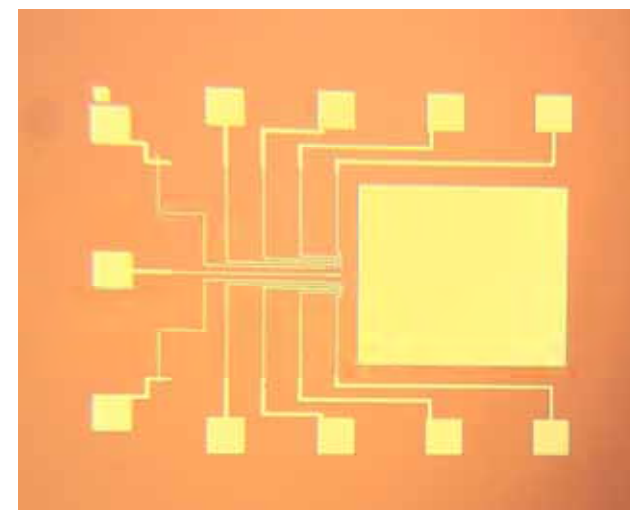
はじめは表面には何も構造がありません

表面に、レジストと呼ばれる有機物を塗布します



左図の露光装置を使うと、当てたい場所に光を当てることができます

(別の装置を使えば、光の代わりに電子を当てることもできます。)

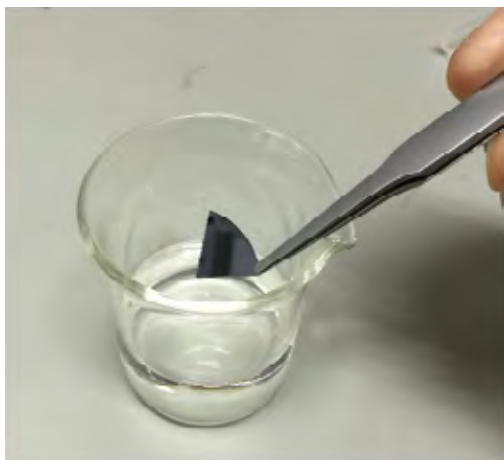


構造を作りたい位置に光や電子を当てます

現像液に浸けると、光や電子を当てた部分のレジストが剥がれ、構造が浮かび上がります。  
(ここから必要に応じて作業が二手に分かれます)

# 微細加工によるデバイスの作製2

ビーカーの中の酸性溶液中にサンプルを浸す



または



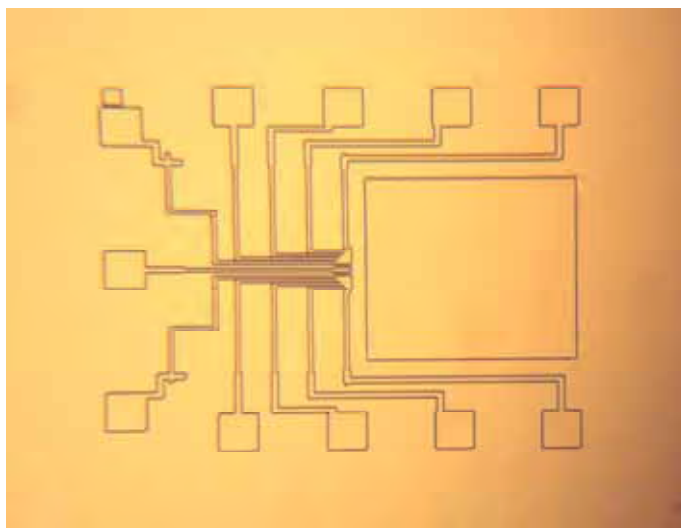
金属を加熱することで蒸発させる



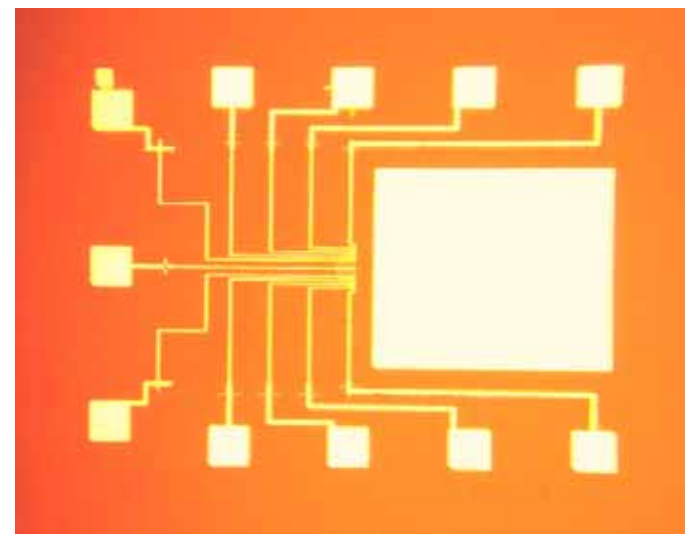
蒸発した金属がサンプル表面に付着  
(「蒸着」と呼ばれています)

半導体が溶ける酸の中にサンプルを浸けると、表面に露出した半導体の部分が溶けます。

上から金属を堆積します。



アセトンに浸してレジストを除去すると



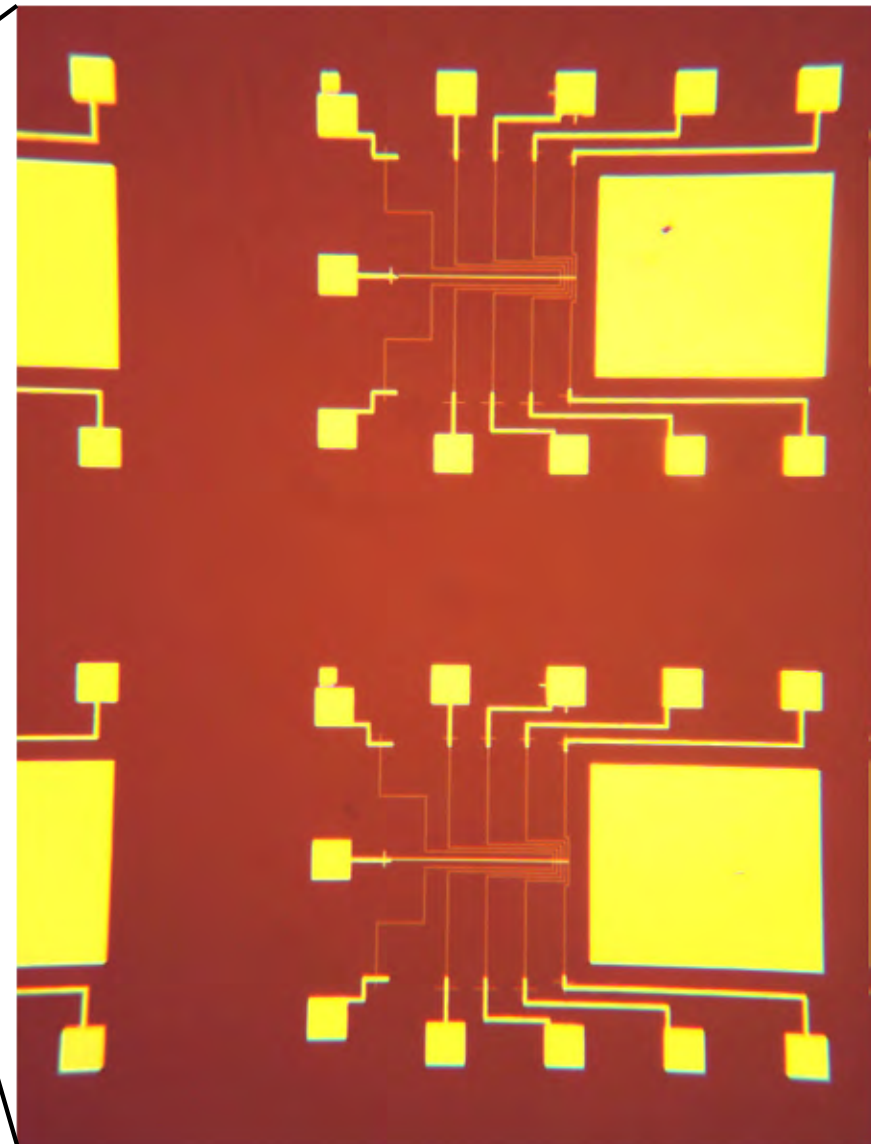
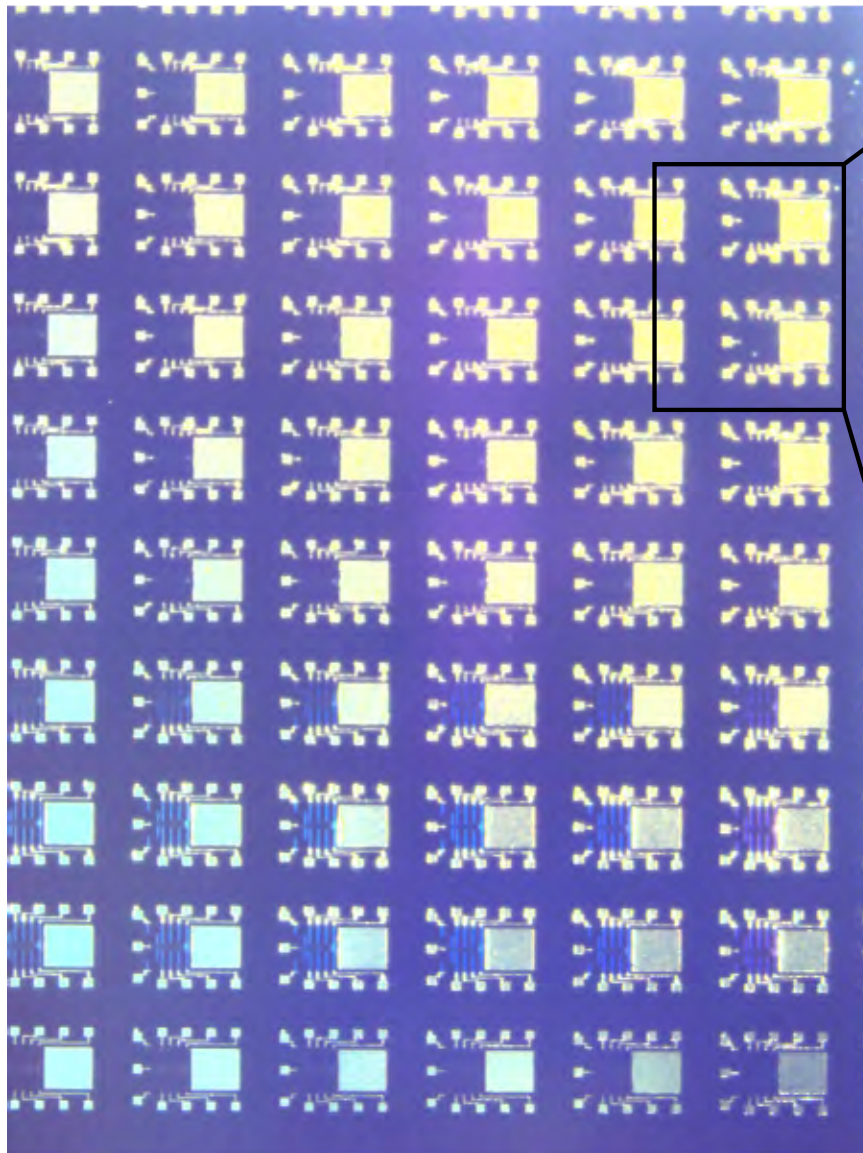
狙った形状に半導体を加工(削る)することができます  
(設計したパターンの形に半導体の凹凸ができました)

狙った形状に半導体上に金属パターンを形成することができます  
(明るい部分が金属です)



# 半導体デバイス

加工が終了し、半導体基板上にデバイスが形成されました



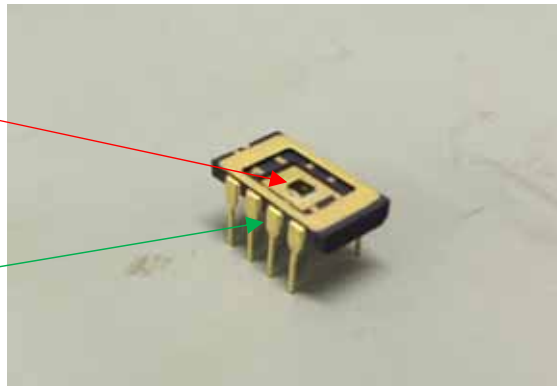
これまでに述べた作業を何度も繰り返すことで、半導体デバイスを作製することができます  
一度に沢山のデバイスの作製が可能です

# デバイスへの配線

デバイスへ電圧をかけたり、電流を流すために、端子への配線を行います

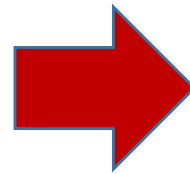
デバイス

パッケージ



まずはデバイスを切り取り、パッケージに張り付け、固定します

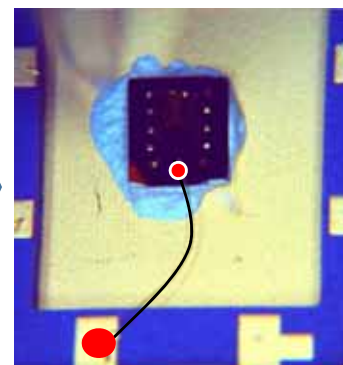
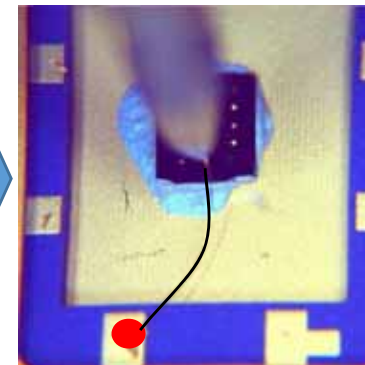
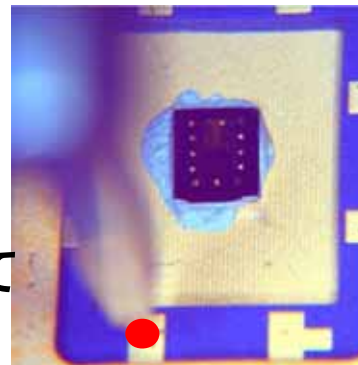
デバイスに金線を取り付けるワイヤーボンダー装置



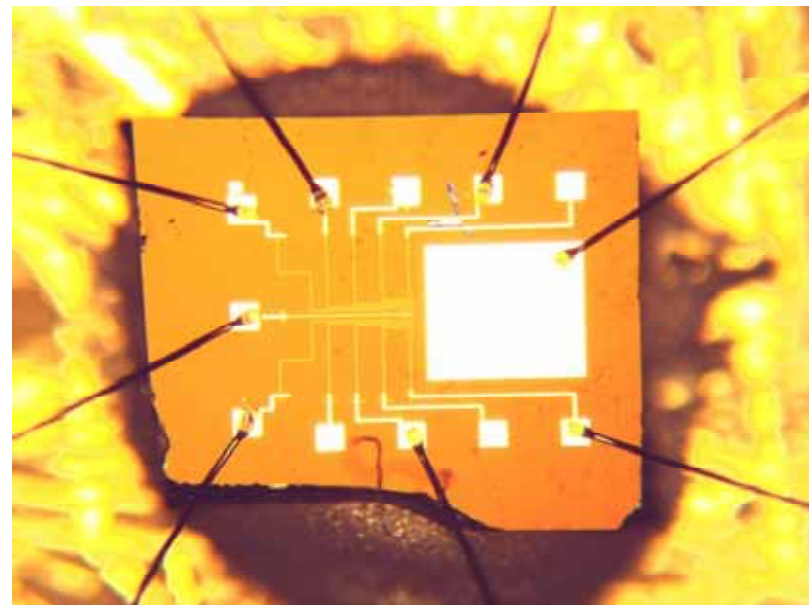
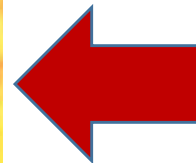
配線用の針をパッケージ側の端子に近づけ配線

金線を伸ばして

デバイス側の端子に配線



繰り返して



金線の配線完了

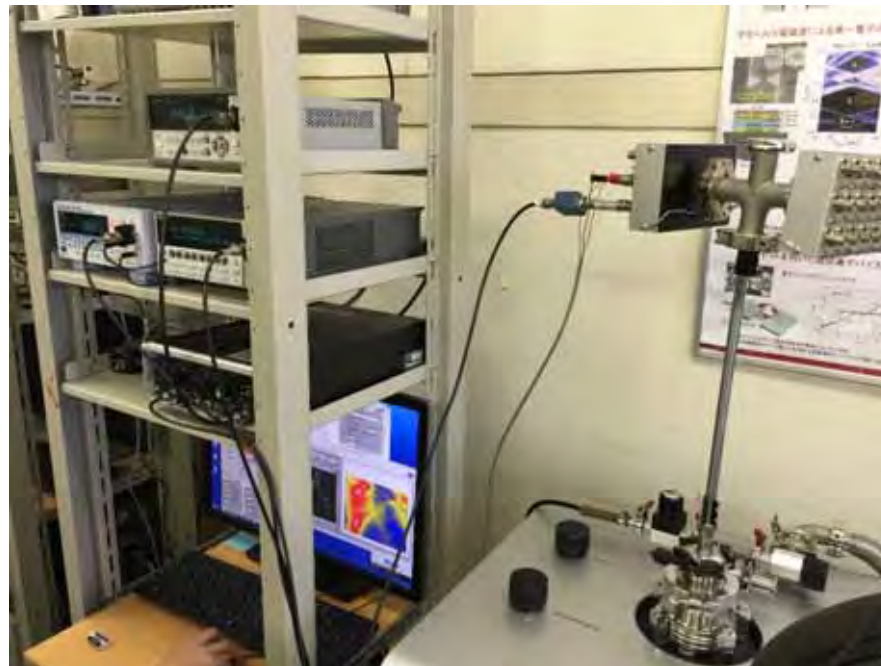
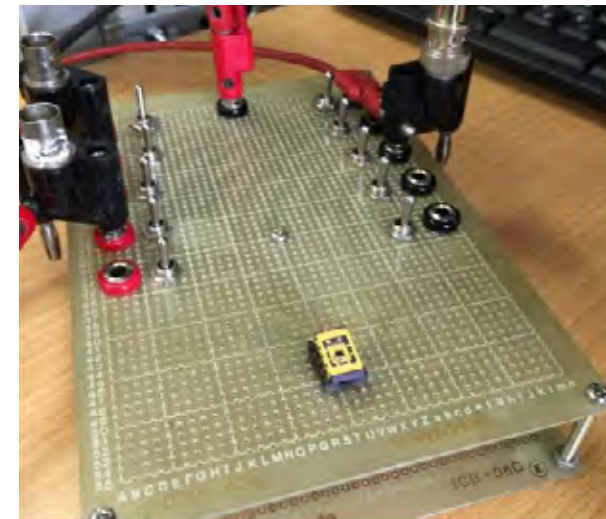


# デバイスの特性評価

設計通りの特性が得られるか実際に動かして確かめます



測定のため、端子台にパッケージを実装します



最後に、特性を評価してデバイスの出来を確認します

