

新規プローブの金属配線の改良 Improvement of new probe's metal conductor

森田 幸治, 長村 俊彦, 佐々木 徹

Kouzi Morita, Toshihiko Nagamura, Touru Sasaki

株式会社ユニソク

UNISOKU Co.,Ltd.

近年ナノスケールデバイスの開発において、その表面形状または電気的特性を評価するためのプローブの必要性が高まってきている。そこで、4本の並列なプローブを持ち、かつ狭ピッチな新しいプローブの要素技術開発を行った。

Recently, new probe to evaluate surface shape and electrical characteristics are required in nanometer scale device's development. Here we developed elemental technology of new probe. This has four parallel probes and these probe pitch is as narrow as possible.

背景と研究目的: 現在、LSI・各種センサなどのデバイスがナノスケールで開発・作製され、それらの金属配線パターンは 30nm オーダーにまで達している。しかしそのデバイスの表面形状・力学的特性・電気的特性を評価することは非常に難しい。これらの研究分野ではデバイスの各種評価用の装置、またそれに合わせた新しいプローブの開発・製品化が強く求められている。

半導体製造工程において薄膜の電気特性を計測するために、四探針測定法がよく用いられている。Fig.1 に四探針測定法の概念図を示す。四探針測定法は4本の針をサンプルに接触させるだけで簡便に測定できる。また針とサンプルの間に発生する接触抵抗、電流計の内部抵抗、導線の抵抗などを無視して、サンプル表面の抵抗のみを測定できるため、非常に信頼できる抵抗測定法である。

しかし今現在販売されている四探針測定装置はプローブピッチ 0.1mm 程度までの物がほとんどであり、およそ 1mm 程度の領域の抵抗測定が限界である。昨今の半導体事情を鑑みれば、より狭領域、より表面近傍の抵抗測定に需要があると考えた。本研究ではより狭いプローブピッチ

を持つプローブを作製し、それを使った装置全体を製品化することを目的とした。

作製プロセス:

プローブは SOI(Silicon On Insulator)ウエハから作製する。まず SOI ウエハの活性層(2 μ m)表面に金属配線膜を蒸着する。その上にプローブ形状をポジレジストでパターンニングし、金属配線膜をウェッチエッチングする。次に Deep-RIE 装置を用いて垂直に Si をドライエッチングしてプローブのレバーになる部分を作製する。最後に裏面から Deep-RIE 装置で Si をドライエッチングし、プローブを自立させて完成となる。レバー部分の長さ、幅、厚さは最適なプローブ接触圧、高い耐久性また高い歩留まりが得られるよう様々な形状で試作し、実際に破壊試験などを行って決定した。作製した実際のプローブ写真を Fig.2 に示す。レバー先端は FIB(Focused Ion Beam)で追加工し、先鋭化させている。

評価:

当初プローブの配線材料として、TiN を採用した。TiN は導体で、かつ非常に高い耐摩耗性を有しており、サンプルと接触する先端の材料として最適と判断した。昨年度の成果により、比較的比抵抗が小さい Ti/TiN 膜を作ることがで

きた。Fig.3 に TiN 配線のプローブをサンプル (Au メッキした銅板) に接触させた時の押し込み量に対する電流値変化を示す。押し込み量 0 の時にサンプルと接触した後、しばらく電流が不安定に流れ、押し込み量 $3\mu\text{m}$ になった時、突然抵抗値が下がり、電流が流れるようになった。押し込み量 $3\mu\text{m}$ の時、接触抵抗値は約 300Ω 前後であった。電流が安定して流れる $3\mu\text{m}$ の押し込み量は過剰であり、サンプル側を傷つけてしまうことは明らかである。繰り返し別のプローブでもほぼ同様の結果が得られた。原因は明らかではないが、TiN 膜の製膜条件に問題があり、正常な TiN 膜が出来ていない可能性が考えられる。

この結果を受けて配線材料を Au に変更して試作を行った。Au は電気的特性が非常に優れているが、反面柔らかく耐摩耗性は低いことが懸念される。Fig.4 に Au 配線のプローブをサンプルに接触させた時の押し込み量に対する電流値変化を示す。横軸の $0.2\mu\text{m}$ 付近でサンプルと接触し、 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ 程度で電流が安定して流れた。押し込み量 $0.2\mu\text{m}$ の時、接触抵抗値は 15Ω 前後であった。TiN に比べて非常に小さい押し込み量で電流が安定し、接触抵抗値も非常に小さかった。

また懸念されていた耐摩耗性は、繰り返し接触させることで確認した。毎回 $1\mu\text{m}$ の押し込み量で 200 回押し込んだところ、接触抵抗値に大きな変化はなく、先端に摩耗痕が見られたが、使用可能な状態であった。

まとめ：

四探針測定用の狭ピッチプローブを試作し、配線材料を TiN から Au に変更することで安定して測定を行うことができる性能が得られた。現在試用品を顧客に提供し、評価して頂いている。そこで大きな問題がなければ製品として販売を開始したいと考えている。

参考文献：

- 1) 江刺正喜、藤田博之、五十嵐伊勢美、杉山進 共著、「マイクロマシーニングとマイクロメカトロニクス」、培風館
- 2) M.エルベンスポーク、H.V.ヤンセン 著、田畑修、佐藤一雄 訳、「シリコンマイクロ加工の基礎」、シュプリンガー・フェアラーク東京

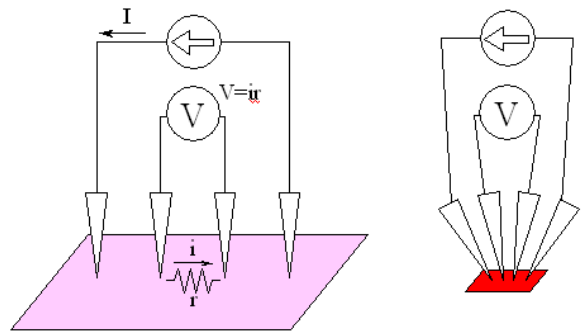


Fig.1 Basic concept of four probe method

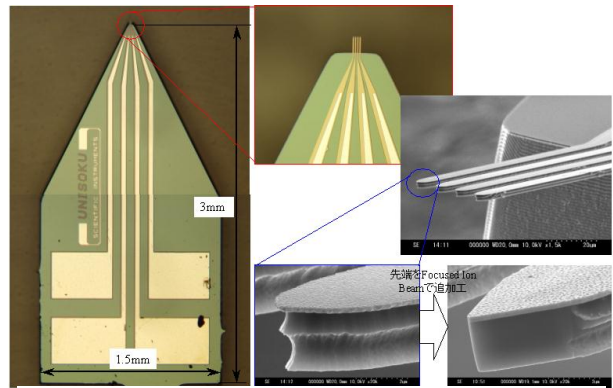


Fig.2 Trial product of four point probe

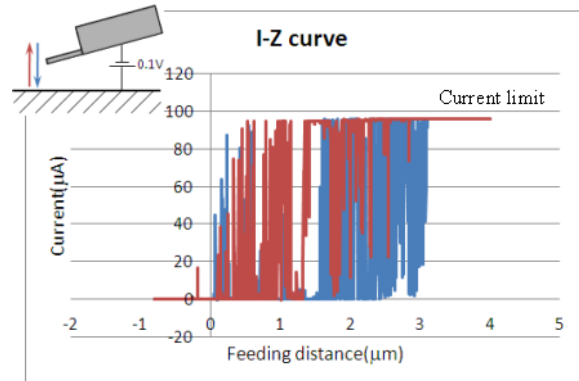


Fig.3 Current change when pushed TiN read probe to Au sample.

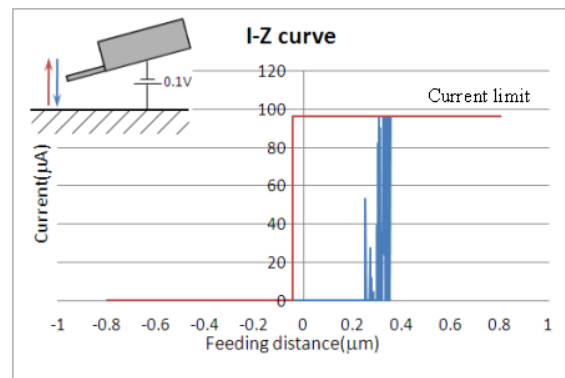


Fig.4 Current change when pushed Au read probe to Au sample.