

シリコン微小管構造の製作とその応用

工学部 産業機械工学科 学部4年 岡本裕司

1.背景と目的

近年、株式会社 AGT において、厚さ mm オーダーのシリコンウェハに、YAG レーザー4倍波加工装置を用いて、直径約 $7\mu\text{m}$ の貫通穴を1秒に10個という加工速度で空ける技術が確立された。このとき、貫通穴の周りには、レーザーの熱による熱酸化のために、穴を覆うように筒状に SiO_2 の酸化膜が生じていると考えられる。そのため、レーザー加工したシリコンウェハの Si のみを選択的にエッチングすれば、縦横比の大きい SiO_2 管状構造が製作出来ると考えられる。(図1)

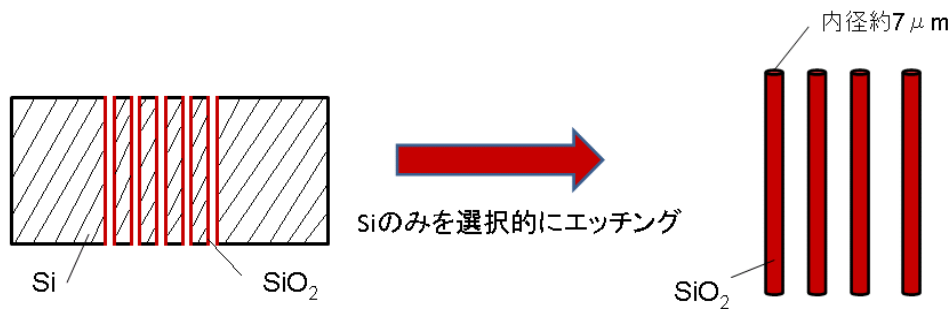


図1 SiO_2 微小管の製作方法

この SiO_2 の微小管構造の応用として、人口毛細血管の製作が考えられる。これは、 SiO_2 の微小管の径が約 $7\mu\text{m}$ とヒトの毛細血管の径と近いことを利用する。方法としては、以下の図3の様に、まず多数の微小管構造を製作する。次に、その表面に血管内皮細胞を培養し、その上に器官を構成する細胞(例えば膵島細胞)を培養する。血管内皮細胞は、血管の内表面を構成する細胞であり、実際の毛細血管は、単層の血管内皮細胞で構成されている。その後、これらを SiO_2 の管状構造から引き抜くことで、人工毛細血管を持つ器官を構成することが出来ると考えられる(図2)。

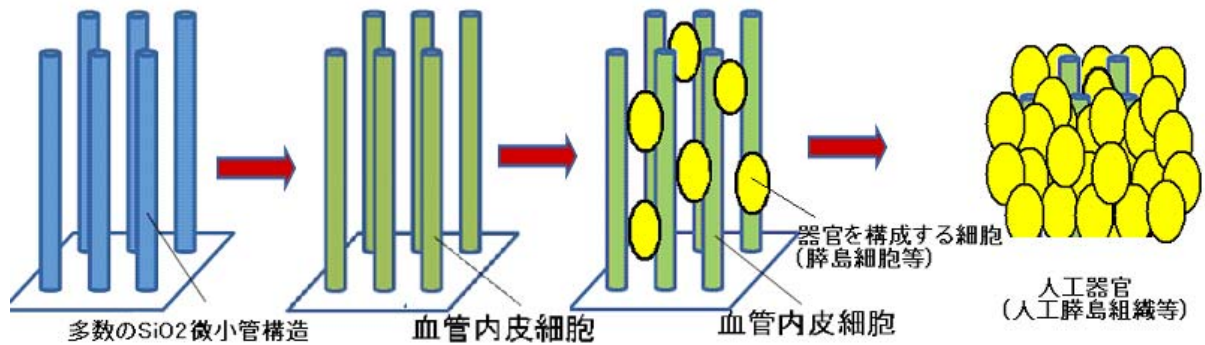


図2 SiO₂微小管の応用例

本研究では、レーザーで穴あけ加工をしたシリコンウェハから Si のみを選択的にエッチングすることにより、SiO₂ の縦横比の大きい微小管構造を製作することを目指す。また、これを用いて血管内皮細胞を培養し、人工毛細血管の新しい製作法を提案することを目指す。

2. SiO₂微小管構造の製作

レーザー加工をしたシリコンウェハにエッチングを行うと、加工穴の周りには SiO₂ の酸化膜が生じていたが、その厚さは非常に薄いため、長時間のエッチングには耐えられないことが分かった。

そこでレーザー加工後、ウェハを電気炉で熱酸化し、加工穴周りの SiO₂ の層を厚くする対策を行った。その後ウェハに、貫通しない程度にレーザーで穴あけ加工を行い、加工穴をエッチング液からマスクして、ウェハの片面からエッチングを行うことで、SiO₂ の管状構造をウェハに付随したまま製作することが出来た。

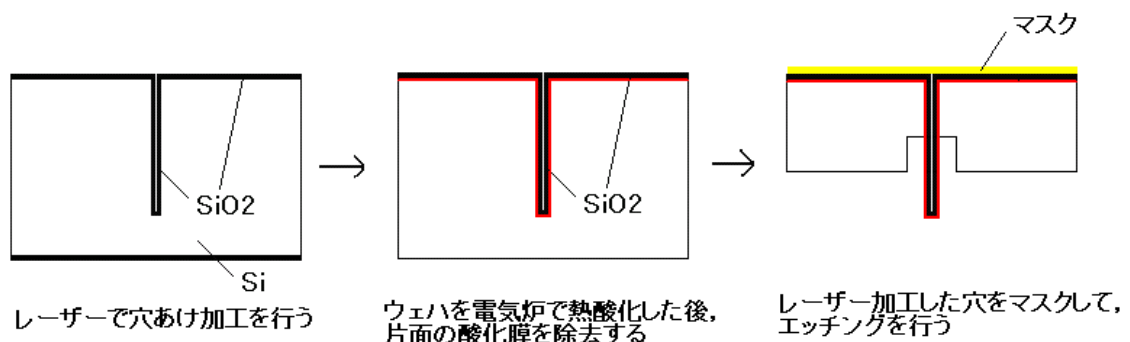


図3 エッチングの方法

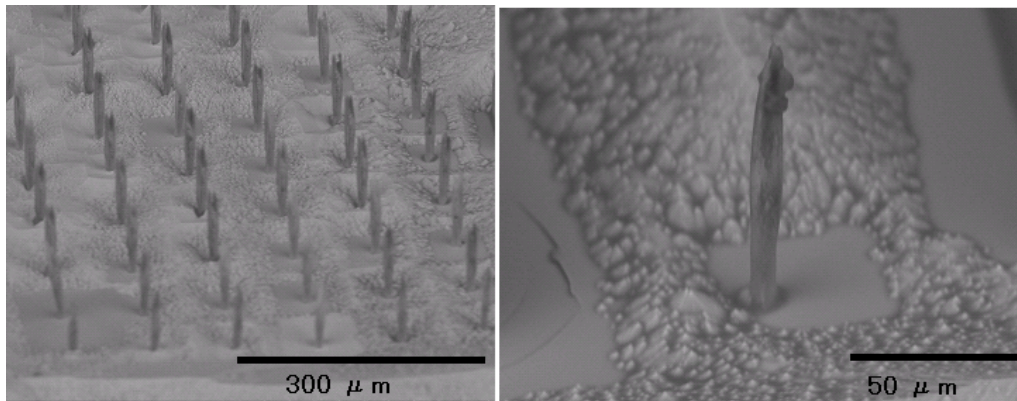


図4 製作した SiO₂ 管状構造

3. SiO₂ 微小管構造の応用

製作した SiO₂ の管状構造の周りで血管内皮細胞である HUVEC の培養を行った。その結果、HUVEC は SiO₂ の管状構造に一部付着した(図 5)。

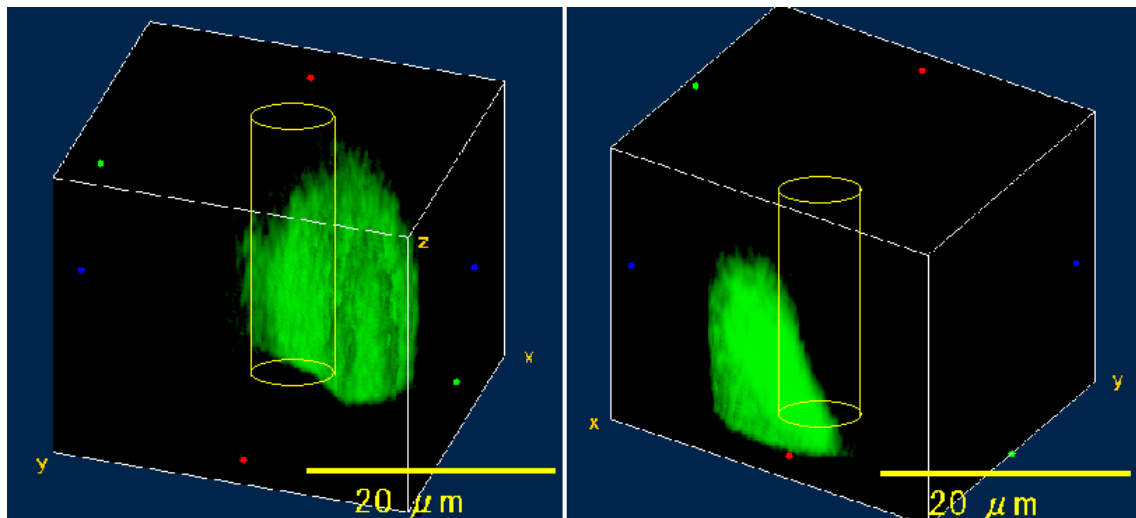


図5 HUVEC が SiO₂ の柱に付着している様子

4. 結論

- ・レーザーで穴あけ加工をしたシリコンウェハについて、ウェハの熱酸化を行った後、加工をした面をマスクしてから、Siのウェットエッチングを行うことで、SiO₂の管状構造をウェハに付随したまま製作することが出来た。
- ・SiO₂の管状構造の周りでHUVECを培養すると、HUVECは一部、管状構造に付着した。