

反応性スパッタで製膜したチタン酸化物薄膜の血液適合性

薄膜・表面研究室 西島 葵
S151110 Aoi NISHIJIMA

背景と目的

チタン (Ti) は細胞適合性には優れているが、血液適合性は悪く、血栓を形成しやすいという短所がある。ステント等の血液と接して用いられる生体材料には優れた血液適合性が必須であり、血栓の形成を抑制する生体材料の開発が求められている。Ti の血液適合性には、不動態皮膜である Ti 酸化物層の特性が影響していると考えられている。Ti 酸化物層の TiO_2 含有量の増加および結晶構造を Rutile 構造にすることで血小板粘着の抑制が可能という報告がある。また、反応性スパッタを用いると TiO_2 含有量が多く、多様な組成を有する Ti 酸化物薄膜の製作が可能となる。それに加えて、加熱処理を行うことで結晶構造の制御も期待できる。本研究では、反応性スパッタで製膜した試料の TiO_2 含有量・結晶構造と血小板粘着能の関係性の解明を目的とし、作製した試料の血液適合性評価を行った。さらに、同条件の試料上でヒト臍帯静脈内皮細胞 (HUVEC) 接着試験を行った。

実験方法

DC 反応性マグネトロンスパッタを用いて EagleXG[®]基板および合成石英基板に Ti または Ti 酸化物薄膜を堆積した。固定条件はターゲット材料: Ti、雰囲気ガス: Ar (流量: 10.00 sccm)、Ar 圧力: 1 Pa、電力 100 W、膜厚 100 nm とした。O₂ 流量および加熱処理温度が異なる 4 種類の条件の試料を作製した。また、試料の表面解析として XPS 測定および XRD 測定を行った。ブタ血液を用いた血小板粘着試験および HUVEC 接着試験を行い、生物学的評価を行った。

結果と考察

酸素流量 2.00 sccm の酸化物モードで製膜し、さらに加熱処理を行った試料は TiO_2 含有量が 95 at.%以上であった。また、加熱温度差によって異なる結晶構造が確認された。

血小板粘着試験を行った結果、酸素流量 0.50 sccm の金属モードで製膜した試料および酸素流量 2.00 sccm の酸化物モードで製膜した未加熱処理の試料上にはフィブリンネットワークが形成された。そして、 TiO_2 含有量が 95 at.%以上かつ結晶構造が Rutile 構造で配向が異なる 2 種類の試料間では、ランダム配向よりもシングル配向の試料の方がフィブリンネットワークの形成が著しく抑制されており、結果に差が生じた。したがって、Rutile 構造の配向性は血液適合性の優劣を決定する要因の一つであることが示唆された。一方で、HUVEC 接着試験では試料の条件の違いによる接着数に有意差はなかった。

これらの結果から、反応性スパッタで製膜し、適切な加熱処理を施すことにより、Ti 製材料の循環器系デバイスへの応用が期待できる。

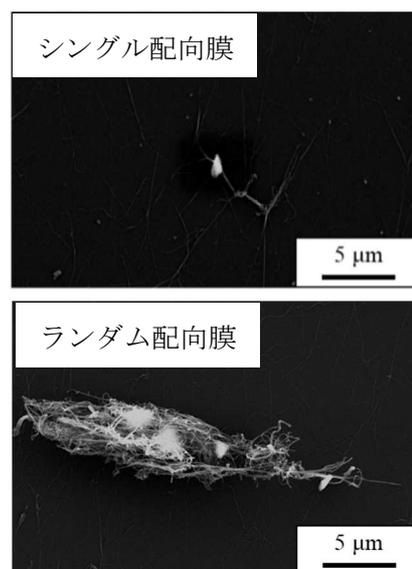


図 1. TiO_2 含有量 95 at.%以上の試料上の血小板粘着の様子