

チタンを製膜した脱細胞化組織の熱変形抑制と生物学的評価

薄膜・表面物性研究室 石井 七生

S151012 Nanami ISHII

背景と目的

生体由来生体材料の一つである脱細胞化組織は、成分が生体と同様であるため、移植後に CT やエコー、MRI で視認できないことが問題である。先行研究では体内組織と相性の良いチタン (Ti) 薄膜を脱細胞化組織表面に堆積させた。その試料をラット皮下に埋入させ、エコーで視認できるか検討した結果、Ti 薄膜が確認できた。しかし、同じ条件で製膜しても、薄膜が変形するものではないものがあり、ばらつきが出るのが問題となっていた。本研究では、変形を起さず薄膜を堆積させる方法を探索し、さらに、変形が起きているかを判断する方法を確立した。改善した方法で作製した試料をラット皮下に埋入し、薄膜マーカーをエコーで視認できるか評価した。

実験方法

バランス型マグネトロンスパッタ (BMS) を用いて脱細胞化組織に Ti 薄膜を製膜した。脱細胞化組織の上に、穴の直径が 3 mm のドットが等間隔に並んだマスクを置き、その上に金属製の固定具を被せて製膜した。ターゲット材料: Ti、基板: 脱細胞化組織 (ウシ心膜, ブタ軟骨)、雰囲気ガス: Ar (10.0 sccm) を共通条件とし、Ar 圧力: 1.5 Pa, 3.0 Pa, 6.0 Pa, T-S 距離: 110 mm、電力: 300 W の条件で製膜した。反応性スパッタによる TiO_2 の製膜では、 O_2 を 3.0 sccm 加えた。作製した試料を撮影して画像解析ソフト ImageJ を用い、マスクと基板のスポット位置を測定した。スポットサイズやスポット間距離のヒストグラムを作成して薄膜に変形が起きていることを確かめた。また光学顕微鏡、走査電子顕微鏡 (SEM) で薄膜表面の観察し、生理食塩水に浸漬して攪拌させる密着性評価を行った。また、試料をラット皮下に埋入し、2 週間後にエコーで試料を観察した。

結果と考察

脱細胞化組織に変形を起さず薄膜を堆積させるため、マスクと基板の固定方法を変えた。従来はカプトンの粘着テープを使用していたが、熱変性を起こす場合があり試料間のばらつきが大きかった。そのため金属製の固定具に変更した。変更後、金属 Ti 膜を膜厚 5000 nm まで製膜できるようになった。さらに、反応性スパッタでも膜厚 500 nm まで製膜できるようになった。

ウシ心膜とブタ軟骨に膜厚 500 nm、2000 nm の金属 Ti 膜を堆積させた試料と、膜厚 500 nm の TiO_2 膜の試料をそれぞれラット皮下に埋入した。2 週間後、ウシ心膜上の金属 Ti 薄膜はエコーでの視認が可能で、特に膜厚 2000 nm の試料が容易に視認できた。ブタ軟骨試料は埋入する前の滅菌処理で薄膜が剥離した。これは、表面が平滑な軟骨の機能面に製膜したことが原因だと考えた。以上の結果より、製膜時の試料の固定方法により、脱細胞化組織への熱の影響を抑えられることがわかった。さらに、脱細胞化組織に対する Ti 製薄膜マーカーの作製は、組織の由来によって可不可があり、膜厚が厚い試料ほどエコー観察が容易であることがわかった。



図 1. ウシ心膜 Ti 2000 nm 試料の埋入 2 週間後のエコー像