

研究課題名

抗菌性付与を目的とした Ag 添加リン酸カルシウムコーティング膜の創製とその評価

研究代表者名

東北大学・工学研究科・上田 恭介

1. はじめに

チタン(Ti)および Ti 合金は優れた耐食性・生体適合性、オッセオインテグレーションを有するため、人工関節や歯科用インプラント等の硬組織代替デバイスに使用されている。硬組織代替デバイスは骨との迅速で強固な密着が求められるが、リン酸カルシウムコーティングは骨適合性向上に有効な手段の一つである。当グループではこれまで、RF マグネトロンスパッタリング法に着目しチタン基板上へのリン酸カルシウム薄膜の作製および評価を行ってきた。本法により作製した非晶質リン酸カルシウムは、擬似体液浸漬 1 日で完全に溶解するという高い生体吸収性を有することを明らかにしてきた。

一方、これらのデバイスは、埋入手術時に表面に付着した細菌による感染症が問題になっている。そのため、デバイス表面への抗菌性の付与が検討されている。抗菌性を示す元素としては Ag, Zn, Cu が知られているが、その中でも Ag は微量でも高い抗菌性を示す。

RF マグネトロンスパッタリング法は、ターゲット組成を制御することでコーティング膜組成を制御できる。そこで、非晶質リン酸カルシウムの生体内における溶解性に着目し、Ag の担体とすることを検討した。本研究では、チタンインプラント表面への抗菌性付与として、RF マグネトロンスパッタリング法による Ag 添加非晶質リン酸カルシウムコーティング膜の作製およびその評価を目的とした。

2. 実験方法

β 型リン酸三カルシウム(β -TCP, Ca/P = 1.5)に対して Ag が 15 mass%となるように秤量、混合した粉末をホットプレス法により Ar 雰囲気中 19 MPa で 1273 K、7.2 ks 焼結しターゲット(ϕ 50.8 mm \times 2.6 mm)を作製した。比較として、 β -TCP 単相のターゲットも作製した。この 2 種類のターゲットをそれぞれ 15AgTCP、0AgTCP と称することにする。基板には鏡面研磨 CP Ti (10 \times 10 \times 1 mm)を用い、RF マグネトロンスパッタリング法によりリン酸カルシウム薄膜を作製した。Ar フローによりチャンバー内圧力は 0.5 Pa に固定し、RF 出力(P)を 50、100 および 150 W と変化させた。コーティング膜の成膜速度は、膜厚を触針式表面形状測定器により測定し、算出した。作製したコーティング膜の生成相は薄膜 XRD により、組成は ICP-AES により分析した。

3. 実験結果

いずれの成膜条件においても、非晶質リン酸カルシウムコーティング膜を作製することができた。Fig. 1 に各ターゲットを用いて成膜した際の成膜速度と RF 出力の関係を示す。いずれのターゲットを使用した際も、RF 出力の増加に伴い成膜速度は増加した。ターゲットへの Ag 添加の有無によらず、成膜速度はいずれの RF 出力においてもほぼ同じであった。

Fig. 2 にコーティング膜の Ca、P および Ag 分率と RF 出力の関係を示す。なお、図中の点線はターゲットの Ag 分率である。いずれの RF 出力においても、コーティング膜の Ag 分率はターゲットの Ag 分率よりも低かったものの、Ag 含有非晶質リン酸カルシウムコーティング膜を作製することができた。RF 出力の増加に伴い、コーティング膜中の Ag 分率は減少する傾向がみられた。

今後は、Ag 含有 ACP コーティング膜の抗菌性に及ぼす成膜条件について検討する予定である。

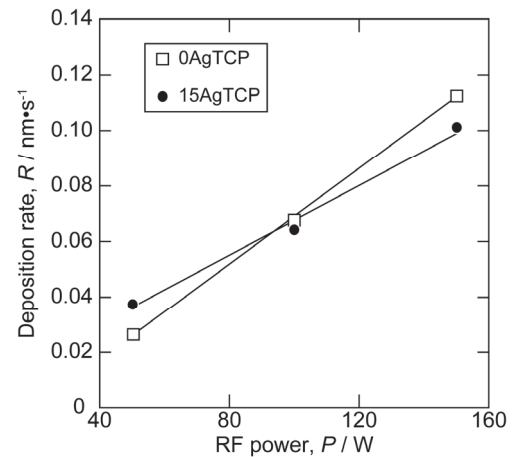


Fig. 1 Effect of RF power on deposition rate of coating films.

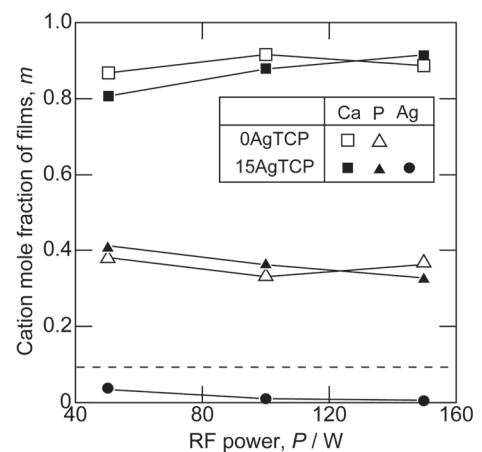


Fig. 2 Effect of RF power on cation fraction of coating films.