

北海道大学工学部 ○松原良洋 西村生哉 勇田敏夫
東海ゴム工業(株) 菊田幸明

要旨

スパッタ蒸着法を用いた高分子材料の表面改質について検討した。蒸着中の基板温度上昇を防ぐために試料冷却装置を取り付け、高分子材料(Silicone Rubber)表面にセラミックス(ハイドロキシアパタイト:HA)を蒸着し、その膜をX線回折法により分析した。また膜に荷重がかかった場合の基板内応力分布についても検討した。

1. はじめに

現在、HA製皮膚端子は軟部組織と固着し、臨床的に有用であることが確認されているが、外力が長期間加わると端子の変形が起こらないため端子の脱落を招くことが問題となっている。そのため軟部組織と固着し、なおかつ変形可能な材料の使用が望ましい。

そこで本研究では、柔軟性を持つ医療用高分子材料を母材として、その表面にHAをスパッタ蒸着する表面改質を行うことを目的とするものである。本報では現在医療用高分子材料として用いられている Silicone Rubber表面にスパッタリング法を用いてHA膜を蒸着し、この作成した膜をX線回折法により分析して、膜の構造について検討し、繰返し荷重がかかる場合、高分子材料の疲労破壊が起こる可能性があるため、パターン状に蒸着したHA膜に荷重をかけた場合の高分子材料の応力分布についても検討した。

2. 実験方法

膜の作成には、日電アネルバ製SPF-210A型スパッタ装置を用いてスパッタリング法でHA膜をSilicone Rubber基板上に作成した。このとき、蒸着中の基板の温度上昇を防ぐため、チャンパー内に試料冷却装置を取り付けた。また、スパッタ中の表面温度を測定するために、基板表面に熱電対を接触させて表面温度を測定した。ここで、前報¹⁾で良好な結果が得られた条件(始め20W(12h)でスパッタ蒸着した後、電力を40Wに上げて再度48hスパッタ蒸着)で蒸着した膜厚1 μ mのHA膜をX線回折で分析した。

また、円形パターンのピッチを変化させたときの基板にかかる主応力を有限要素法を用いて解析した。このとき、荷重は基板にはかからず、パターン表面のみにかかるものとして、基板上に蒸着した膜厚1 μ mのパターン(パターン径0.2mm、ピッチ0.4、0.22mm)のHA膜に圧縮・引張の等分布荷重をかけて解析した。

3. 結果および考察

3-1 膜の表面状態

膜の表面状態を観察するためにSilicone Rubber表面に20W、40Wで各々作成した膜の表面写真を図-1に示す。20Wでの基板表面温度は33 $^{\circ}$ C、40Wでの基板表面温度は72 $^{\circ}$ Cであった。図から40Wで作成した膜表面は、20Wで作成した膜表面と表面状態が異なっていることが分かる。これは、20Wに比べて40Wでのスパッタ中の表面温度がかなり上昇するため、基板が熱変形したものと考えられる。

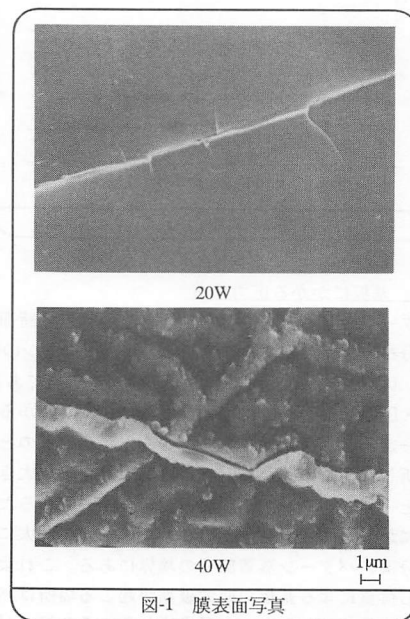
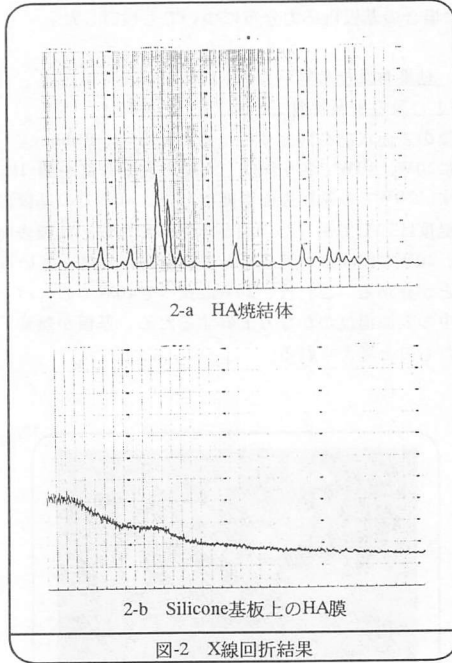


図-1 膜表面写真

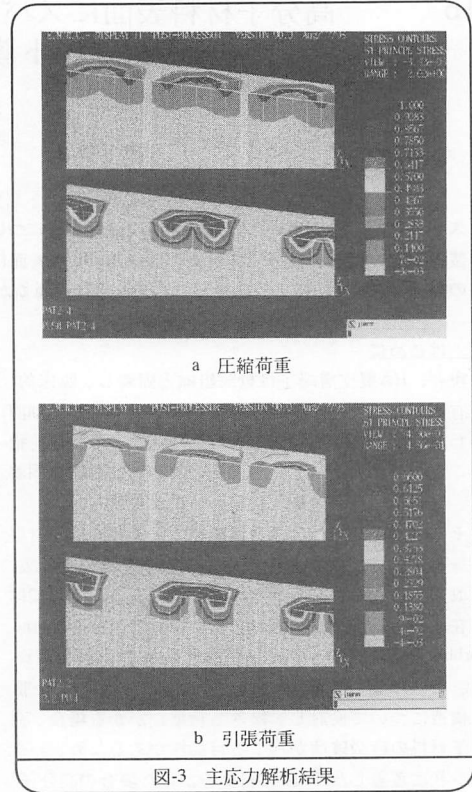
3-2 膜のX線回折測定結果

高分子材料表面にスパッタ蒸着した膜をX線回折により分析した結果を図-2に示す。図2-aはターゲットであるHA焼結体、図2-bはSilicone Rubber基板上に蒸着したHA膜である。この図から明らかなように、Silicone Rubber上にスパッタ蒸着した膜は、金属基板の場合と同様にアモルファス状態であることが確認できる。



3-3 基板にかかる応力分布

パターンのピッチを変化させたときの、基板断面の応力分布を図-3に示す。この図の上部はパターンのピッチ：0.22mm、下部はピッチ：0.4mmの場合である。引張・圧縮荷重としては、単位面積当たりにかかる荷重を一定とし、荷重はパターンのみにかかるものとして解析した。この図から、パターンのピッチが大きくなると一つのパターンにかかる荷重が大きくなるため、基板にかかる主応力も大きくなり、この応力が最大になる部分は、パターン蒸着部分の境界にある。これより、繰返し荷重による基板の疲労破壊が起こる場所はパターンの境界部であるものと考えられる。そこで、ピッチを小さくしてパターンを作成した方が破壊が起こる可能性が減少するものと思われる。



4. まとめ

本研究により、高分子材料表面にスパッタ蒸着により、アパタイト膜の作成が可能であり、またここで作成された膜は、X線回折による結晶構造の分析において、アモルファス状態であることが確認された。またパターンに荷重をかけた場合、基板にかかる主応力がパターンの境界部分で最大になることが解った。

今後、膜の付着力の測定、*in vitro*・*in vivo*で高分子材料上のパターン状HA膜に対する生体組織反応などについて観察する必要があるが、高分子材料表面をセラミックスでコーティングする表面改質法は皮膚端子や人工血管などの様々な生体材料に応用できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 松原他:1993年度精密工学会春季大会論文集1129-1130
- 2) 尾関他:1992年度精密工学会北海道支部論文集17-18