

ALD 被覆ソフトマテリアルの作製とその応用 ～ Al_2O_3 被覆セグメント化ポリウレタンシートの作製とその抗血栓性～ Preparation and Application of ALD-coated Soft Materials - Al_2O_3 -coated Segmented Polyurethane Sheet and its Blood Compatibility -

○座間 秀昭 (株式会社アルバック 超材料研究所), 大越 康晴, 櫻井 肇, 本間 章彦 (東京電機大),
白石 泰之, 三浦 英和, 山家 智之 (東北大 加齢医学研究所)

°H. Zama (Institute for Super Materials, ULVAC, Inc.), Y. Ohgoe, H. Sakurai, A. Homma (Tokyo Denki University),
Y. Shiraishi, H. Miura, T. Yambe (Institute of Development, Aging and Cancer, Tohoku University)

E-mail: hideaki_zama@ulvac.com

原子層堆積 (Atomic Layer Deposition; ALD) 法の用途として、半導体デバイス等におけるナノメートルサイズに切り刻んだ、微細構造への被覆プロセスが重要な応用先として、益々脚光を浴びる局面にある。その一方で、高分子などの材料に自ら備わっている極微細構造への被覆被膜を実現して、ハイブリッド材料として機能発現させる道筋も重要と考えている。我々は、 Al_2O_3 などの ALD 法においては基本的な材料を中心にして、それらと高分子系材料のハイブリッド材料を作製するプロセスを検討し、その応用を模索している。

今回、直径がマイクロメートルサイズの繊維状ポリウレタンで構成された、セグメント化ポリウレタン (Segmented Polyurethane; SPU) シート (図 1) への ALD 被膜の試みと、その生体応用についての初期的な検討を行ったので、報告する。

金属原料にトリメチルアルミニウム ($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)、酸化剤として水 (H_2O) を使用し、それらを加熱した基材上に交互供給して Al_2O_3 を堆積する熱 ALD 法を用いた。温度は、高分子材料を対象とするため、60～100℃を選択した。基材は、厚さ 300～500 μm 程度のエレクトロスピンニング法[1]により作製したセグメント化ポリウレタンシート (図 1) を用いた。

ALD 成膜条件を最適化して得られた試料について、シート材の内部繊維まで Al_2O_3 が成膜されていることを、シート断面の TOF-SIMS による Al ($m/e=27.0$) の 2 次元像で示す (図 2)。中心部まで均一な Al_2O_3 被覆が実現している様子がわかる。

Al_2O_3 は古くから生体適合性について議論されている材料であり、抗血栓性もすでに 20 年以上前に報告されている [2]。今回は、ALD- Al_2O_3 と SPU の組合せによって柔軟性のあるシート材を実現したことによって、山羊の下行大動脈部への留置による慢性動物実験にこのシート材を用いることに成功した (図 3 左に模式図)。結果は、図 3 右に示すように、 Al_2O_3 被覆したシートが血栓形成を抑制する傾向にあることがわかる。

サンプル作製にご協力いただいた、株式会社アルバックの本田和広氏に感謝いたします。

[1] Y. Ohgoe et al., Mater. Res. Soc. Symp. Proc. (2012 MRS Fall Meeting) Vol. 1498, 2013, mrsf12-1498-109-30.

[2] T. Yuhta et al., J Biomed Mater Res **28**(1994)217.

[3] Y. Ohgoe et al., Abstract Book of 10th World Biomaterials Congress, 2016, p.1953.

[4] H. Zama et al., 16th International Conference on Nanotechnology, 2016, to be published.

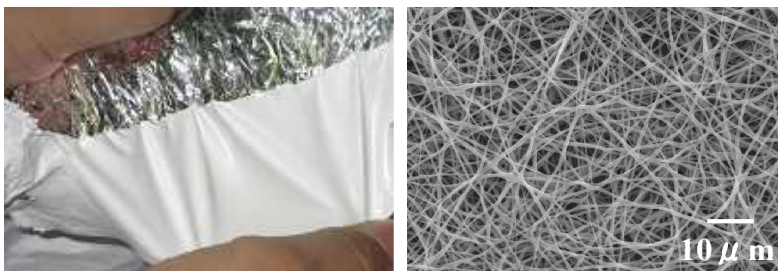


図 1. セグメント化ポリウレタン (SPU) シート概観 (左図) とその微細構造 (右図)

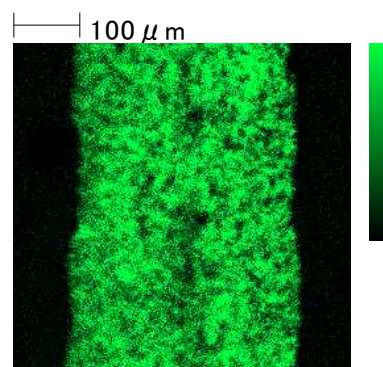


図 2. Al_2O_3 被覆 SPU シート断面の TOF-SIMS 2 次元像 ($m/e=27.0$) [4]

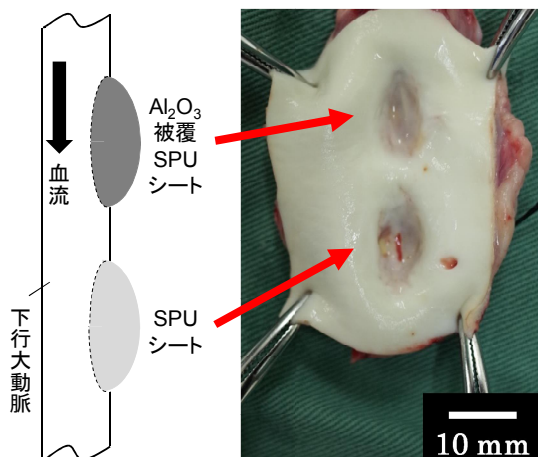


図 3. 慢性動物実験 (山羊の下行大動脈への留置) の方法 (模式図、左図) と結果 (留置 42 日後に切開、右図) [3][4]