

課題番号 : F-20-UT-0093
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 亜鉛空気電池における亜鉛電極形状の劣化に与える影響の検証
 Program Title (English) : Verification of the effect on the deterioration of zinc electrode shape on the zinc-air battery
 利用者名(日本語) : 佐々木祐生
 Username (English) : Yuki Sasaki
 所属名(日本語) : 一般社団法人ファインセラミックスセンター
 Affiliation (English) : Japan Fine Ceramics Center
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、透過型電子顕微鏡観察、電池材料解析

1. 概要(Summary)

これまで我々は亜鉛空気電池の劣化原因と予想される、亜鉛負極からのデンドライト生成のメカニズム解明に向けて研究を進めてきた。円環状の電極を持つ市販の MEMS 素子を用いた実験によって、電極表面から六角形の亜鉛結晶が電析により成長し、さらに電析を続けるとデンドライト成長することを確認した[1]。このとき、デンドライトは六角形の亜鉛結晶の先端から伸長しており、電極が尖った形状になったことで電界集中などが引き起こされた可能性があった。この結果を受け、亜鉛電極形状が与える影響について検証するため、今回東京大学スーパークリーンルームの設備を利用して電極形状や材質を変更可能な MEMS 素子を作製した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

光リソグラフィ装置 MA-6、LL 式高密度汎用スパッタリング装置、クリーンドラフト潤沢超純水付、高速シリコン深掘りエッチング装置、精密フリップチップボンダー

【実験方法】

SiN_x膜を成膜したシリコン基板に MA-6 とスパッタ装置を使用して白金電極などをパターンし、その後基板背面から深掘りエッチングおよび TMAH 溶液による異方性エッチングを行うことで電子線を透過する観察窓を作製した。ここに精密フリップチップボンダーでシャドウマスクと基板を固定し自社に持ち帰った。観察の直前に観察対象である亜鉛電極を真空蒸着によって作製した。完成した MEMS 素子を試料ホルダーにセットし、透過型電子顕微鏡によって観察を行いながら硫酸亜鉛水溶液中で定電流を印加することで亜鉛の電析過程をその場観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

自社での透過型電子顕微鏡観察結果を Fig. 1 に示す。図の黒い領域が今回作製した MEMS チップの電極部分である。この図からわかるように電極の末端はおおよそ 120 度の角度であり、円環状電極で確認された六角形の亜鉛結晶の結晶角とほぼ同一の電極形状であった。これに対して亜鉛電析を行ったところ、図中右に示すような六角形の亜鉛結晶がさらに成長した。電析と溶解反応を繰り返して行っても亜鉛デンドライトは発生しなかった。このことから、電極形状やそれによる電界集中が亜鉛デンドライト生成に与える影響は微小であることが分かった。

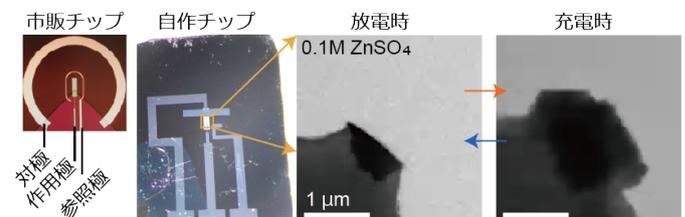


Fig. 1 Pictures of the electrode patterns of the MEMS chips and TEM images of the zinc electrodeposition / dissolution.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:[1] Yuki Sasaki, *et al.*, J. Power Sources, **481**, (2021).

・NEDO「RISING2」

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし