

課題番号 : F-20-TU-0080
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 三次元微細構造をインプリント加工した金属ガラスのリチウム二次電池集電体への応用
Program Title (English) : Fabrication of 3D micro-structure on the metallic glass and its application for the current collector of lithium-ion batteries
利用者名(日本語) : 和田武
Username (English) : T. Wada
所属名(日本語) : 東北大学金属材料研究所
Affiliation (English) : Institute for Materials Research, Tohoku University
キーワード/Keyword : 金属ガラス, インプリント加工, リチウム二次電池, リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

リチウム二次電池の高性能化に向け、負極活物質として Si の採用が期待されている。しかし、Si は充放電時の体積変化が大きいことから、充放電を繰り返すと集電体に変形して活物質が集電体から剥離し、電池のサイクル性能の低下につながるという課題がある。本研究は、集電体として高強度かつ低ヤング率である Pd 基金属ガラスを用いることで、電池特性の改善を行うことを目的としている。また金属ガラスの過冷却液体状態における良好な粘性流動加工性を活かし、インプリント加工により集電体に微細な三次元構造を加工することで、集電体の比表面積を増大と、活物質剥離の抑制し高性能なリチウム二次電池負極の作製を目指す。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

両面アライナ露光装置一式, DeepRIE 装置#1, ダイサ, レーザ/白色光共焦点顕微鏡

【実験方法】

Pd_{42.5}Ni_{7.5}Cu₃₀P₂₀ および Zr₆₅Al_{7.5}Ni₁₀Cu_{17.5} を溶製した。母合金を再溶解し高速回転銅ロールに噴出させ幅約 1 cm, 厚さ約 30 μm のリボン状の金属ガラス薄帯を得た。4 インチ (100) シリコンウェーハにレジスト (OFPR800LB-54 cp) を塗布し乾燥させた。ピッチ 9 μm の L/S パターン (duty cycle 0.5) が描写された Cr フォトマスクを用いた。次にドライエッチングを用いてアスペクト比の高い溝を形成し、これをダイサで切断してインプリント加工のモールドとした。モールドのパターン面に金属ガラス試料を乗せ、試料のガラス転移温度付近まで升温した後、目的圧力まで加圧してモールドのパターンを金属ガラスに転写した。パターン加工を施した金属ガラスにリチウム二次電池の活物質である Si を塗布して評価用のセル

を組み立て、充放電試験によって電池特性を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

インプリント加工条件を最適化した結果、Fig. 1 に示すスリット状の三次元構造を金属ガラスリボン表面に転写することができた。エックス線回折からこの試料はガラス相を維持していた。リチウム二次電池負極活物質であるシリコン粉末を含むスラリーを塗布してスリット内に固定した。この電極の 100 サイクルにおける容量は、現行の集電体である銅箔に比べて約 15 %, インプリント加工をしていない Pd 基金属ガラスに比べて約 30 % 向上していた。電池特性が向上した理由は、三次元加工による比表面積の増大、活物質がスリット間で安定に固定され体積変化が生じて剥離が抑制できる、そして金属ガラス素材が高い強度を有していることでもたらされたと考察される。

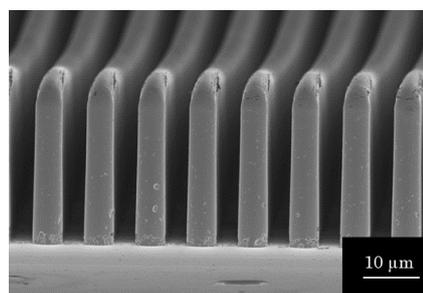


Fig. 1 SEM image of fabricated 3D high-aspect-ratio structure of Pd-based metallic glass for current collector.

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

高木理世, 和田武, 加藤秀実, 第4回材料科学研究拠点国際シンポジウム, (ポスター発表, オンライン形式), 2020年11月.

6. 関連特許(Patent)

なし