

平成 30 年 2 月 7 日

埼玉工業大学大学院工学研究科
研究科長 殿

学位論文審査委員会

主査 巨 東英



副査 内田 正哉



副査 松浦 宏昭



副査 石崎 博基



副査 佐藤 進



学 位 (博士) 論文及び最終試験の審査結果について (報告)

専攻名：博士後期課程 電子工学 専攻

学籍番号：1422002

院生氏名：石 鋼

論文題目：新規 Mg 合金の応力印加による電気化学的活性化とその応用に関する研究
(Study on electrochemical activation and application of novel Mg alloy
electrode by tension stress application)

上記の学位 (博士) 論文について、平成 30 年 2 月 7 日に審査および最終試験を行い、その結果を下記のとおり報告します。

記

1 学位論文の内容の要旨

本研究では、マグネシウムの優れた性能を活かし、次世代のエコエネルギー源として期待されているマグネシウム空気電池と二次電池を開発するために、新規なマグネシウム合金を開発し、このマグネシウム合金を空気電池と二次電池に応用するために、電極に引張り応力を加えて、表面に生成された不動態層を崩壊することと応力腐食を促進する作用を利用して、新規なマグネシウム合金電極の電気化学性能を向上させることを提案した。更に、この新規なマグネシウム合金電極を用い、新しいマグネシウム空気電池 (一次電池) と二次電池として使われるときの電気化学特性に関する基礎研究を行った。また、本論文に開発された技術を汚泥中のリン酸回収など他分野に適用してもよい効果も得られたことを明らかにした。具体的には、本審査論文は 6 章で構成されている。第 1 章は、マグネシウム合金電池の研究開発現状を説明し、新規マグネシウム電池を開発する研究概要を述べた。第 2 章はマグネシウム合金 Mg-Zn-In-Sn に微量元素 Mn を添加して連続鋳造法を用いて新規マグネシウム合金 Mg-Zn-In-Sn-MnS を作製した。XPS, 蛍

光 X 線及び XRD などの評価技術を使用して合金の微細組織と元素分析を行った。第 3 章では、塩化カリウムと次亜塩素酸ナトリウムを種々の条件で比較し、陰極と対極との距離が 2mm で応力がかけたときに酢酸ナトリウムの出力特性が最大になることがわかった。ファクシミリ ソフトウェアを用いてマグネシウム合金電極の応力腐食過程シミュレーションを行い、起電力の理論値と実測値はほぼ一致と確認され、電極の電気化学に及ぼす応力腐食の影響を明らかにした。第 4 章は、マグネシウム空気電池（一次電池）は新規マグネシウム合金にを 2~10MPa 引張応力することによって制御した。陰極は酢酸ナトリウム - 酢酸溶液を使用し Ag / AgCl に対して、電流密度 0.6Acm^{-2} 、出力電力 0.5Wcm^{-2} を得た。マグネシウム一次電池に応力腐食を応用することができた。第 5 章は、新規マグネシウム合金を用いて充放電できる二次電池を開発することが確認した。DMSO と TMAP 混合有機溶媒電解液の電流密度出力が一番強いとわかった。第 6 章は、廃水や多くの汚泥などの廃棄物からのリン資源回収について実用的な方法が検討され、応力腐食を利用しマグネシウム合金電極は汚泥からリン酸塩を除去し、リン酸資源回収に逆極性を適用して溶解することが確認された。第 7 章は、論文の結論を全体的にまとめたことである。

2 審査意見：

以上の学位論文は、新規なマグネシウム合金を開発し、マグネシウム合金の空気電池と二次電池に関する基礎研究を行った。特に、電極の表面に応力を加えることによりマグネシウム電極の表面の不動態層を崩壊することができ、電極の電気化学性能を向上させることを実現した。また、応力腐食過程シミュレーションにより、不動態を崩壊するメカニズムを明らかにして、空気電池と二次電池へのおうようする可能性が確認された。さらにこの技術をリン酸資源回収に応用して、より良い効果が得られた。従って、この論文から得られた有用な知見があり、この論文によりマグネシウム電池の発展に寄与するところが少なくない。当審査委員会は、平成 30 年 2 月 7 日に審査委員ならびに関係教員出席のもとに、論文の最終審査および最終試験を行った。その結果、本人は材料工学に関する学力、および英語に関し十分な学力があるものと認定し、本論文を博士（工学）の学位論文として合格と認めた。

3 学位に付記する専攻分野の名称（いずれかを○で囲む）

工学

学術

4 学位授与できるか否かの意見

1) 審査結果（いずれかを○で囲む）

① 学位論文及び最終試験の判定

合格

不合格

2) 意見

学位申請者の報告を審査した結果、申請者の論文は博士学位論文に適している。