

## 論文内容要旨 (和文)

平成 16 年度入学 大学院博士後期課程

生体センシング機能工学専攻 生体計測科学講座

氏 名 池田 肇



論文題目 環境重視時代における鉛電池の長寿命化とその実用化に向けた事業展開に関する研究

近年、鉛電池に対する環境問題の解決や省資源への貢献が世界的に重要な課題になってきている。我が国においても「自動車リサイクル法」の施行で 2015 年までに鉛電池リサイクル率 95% 達成を目標とした取り組みがなされようとしている。一方、アメリカでも使用済みの鉛電池の回収率を高めるためのデポジット制度をつくるなど、鉛電池による環境負荷低減への取り組みがなされつつある。しかし、価格や安定した性能など鉛電池に替わる電池が存在しないため、自動車の世界的な需要の伸びを背景とし、ますます鉛電池の使用量が増大している状況にある。

本論文は、このような問題点を解決し、鉛電池による環境負荷低減への有効なアプローチとして、①鉛電池の長寿命化、②廃棄電池の再生、③電極板を減らした減鉛電池の開発、④その実用化に向けた事業展開に関する研究を行った結果についてまとめたものである。本論文は 6 章で構成した。

第 1 章では、研究の目的と方法、研究の背景、問題の所在、本論文の構成について述べた。本研究の目的では、環境・省資源に関連した鉛電池の新技术を使用中の電池や廃棄電池の再生、鉛の量を減らした新型の鉛電池に応用し、それらの長寿命化を有効に実現させるための鉛電池事業の創成にあることを述べた。研究の背景では、鉛電池を中心とした二次電池の現状把握と社会問題としてクローズアップされている鉛電池による環境負荷低減と問題の所在について整理し、問題解決の方法について述べた。

第 2 章では、筆者自身が取り組んだ実験研究として、鉛電池の寿命延長と廃棄電池の再生に複合有機ポリマーが有効であることを実証する研究について述べた。すなわち、複合有機ポリマーの添加による鉛電池の長寿命化に関する実証研究の結果から、複合有機ポリマーは鉛電池の長寿命化に有効であることを明らかにした。次に、従来の鉛電池と比較して、鉛量を 20~40% 減らし複合有機ポリマーを添加した新しい減鉛電池の有効性を示した。自動車のエンジン始動に必要な電気量は約 150 A で、最大 5 秒あればその目的を達成できる。従って、それに見合う容量があれば、電極板を減らしても添加剤によって経年的な減少が抑止出来るので、結果として長い年月の間使用に耐えうるものであることを明らかにした。

第 3 章では、鉛電池に第 3 電極を取り付けることによる鉛電池の延命化の実験的研究について述べた。第 3 電極を取り付けた鉛電池による寿命延長化の実験的研究の結果から、電池セル毎に取り付けた第 3 電極にマイナス電圧をかけることによって、電解液に溶出あるいは負極に取り込まれたアンチモンは第 3 電極にメッキされ、その結果電解液が清浄され、電池の延命化がなされることが分かった。

第4章では、鉛電池の新技术である複合有機ポリマーの作用による硫酸鉛結晶発生の低減効果によって鉛電池寿命が延び、再資源化エネルギーの減少に貢献することを述べ、その結果、電池の鉛量を従来の電池と比較して20~30%減らした新型の減鉛電池の販売システムが成り立つことが明らかにし、鉛電池事業について研究した結果を示した。

第5章では、社会的問題として重要な課題である鉛環境汚染と廃棄電池の低減および、省資源への貢献のために、鉛の長寿命化技術を鉛電池産業に適用した、新しい時代を切り開く「バッテリーリースビジネス」のでモデルを提案した。アメリカにおける自動車産業のバリューチェーンの事業分野で、「リース」が他の業種に比べ8倍近い営業利益を示している。一方、日本においては、環境ビジネス市場の予測は2025年には市場規模が58.3兆円、雇用規模が123.6万人になるとされている。以上のことから、この鉛電池事業を効果的に行ない、これまで世界で見られなかった環境ビジネスの優位性を鉛電池産業で確立するための「オペレーティングリース会社」について述べた。

第6章では、研究成果のまとめと今後の課題および展望について総括を行った。

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成 20年 8月 20日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 仁科 辰夫

副査 立花 和宏

副査 大場 好弘

副査

副査

副査



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 生体センシング機能工学専攻

氏名 池田 肇

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記する。)

環境重視時代における鉛電池の長寿命化とその実用化に向けた事業展開に  
関する研究

3. 審査年月日

論文審査 平成20年 7月22日 ~ 平成20年 8月20日

論文公聴会 平成20年 8月20日

場所 山形大学工学部内 4号館114教室

最終試験 平成20年 8月20日

4. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入する。)

(1) 学位論文審査 合格

(2) 最終試験 合格

5. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

6. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

## 別紙

専攻名	生体センシング機能工学専攻	氏名	池田 肇
学位論文の審査結果の要旨			
<p>本論文は、環境重視時代における鉛電池の長寿命化とその実用化に向けた事業展開に関する研究成果についてまとめたものであり、6章で構成されている。</p> <p>第1章は「序論」であり、鉛蓄電池の長寿命化と環境負荷低減を目指した有効なアプローチに関する背景について議論し、本論分の目的と構成について記載している。</p> <p>第2章は「環境・省資源に関連する鉛電池の新技術の研究」であり、日本製・韓国製・中国製の鉛蓄電池に対する有機ポリマー系新規負極活性化剤の効果を実証研究し、8年間の実車試験により、有機ポリマー系新規負極活性化剤の効果を実証し、鉛量を20～40%減少した減鉛電池でもエンジン始動用電池として十分な性能を維持できることを実証した。</p> <p>第3章は「第3電極を用いた鉛電池の長寿命化の実証的研究」に関する章であり、鉛蓄電池の寿命は最終的には集電体の腐食によってアンチモンが電解液中に溶出し、水素・酸素過電圧を低下させ、充電電流が電解液の分解にのみ消費されるためであるが、これをin-situで再生化する手法として、電池に第3電極を用意し、定期的にこの第3電極にアンチモンを析出させることでセル内のアンチモンをin-situ除去する手法を提案し、その効果を実証した。</p> <p>第4章は「鉛電池の新技術の実用化に関する研究」に関する章であり、有機ゲルマニウムや無機ゲルマニウム等の正極活性化剤とポリビニルアルコールやアクリル系高分子による負極活性化剤の機能を検討し、正極活性化剤は負極のサルフェーションを助長するため、充放電サイクルを繰り返すことにより容量低下が起こるが、負極活性化剤が同時に存在することにより正極活性化剤の負極への悪影響が除外され、高容量・高サイクル寿命を実現できることを明らかにした。これは、負極活性化剤が負極表面に静電相互作用により泳動・濃縮されることにより負極表面での<math>Pb^{2+}</math>濃度を増加させ、微細な<math>PbSO_4</math>結晶の析出・結晶核の生成に寄与していると共に、水素過電圧を増加させるため、結晶核生成に有効に機能しているためである。この成果から、活物質充填量を半減した鉛蓄電池を試作し、現状のトラックや乗用車のエンジン始動用電池として十分な性能を維持できることを実車試験によって実証した。この成果を元に、鉛量を20～40%減少した減鉛電池でもエンジン始動用電池として十分な性能を維持できることを実証したが、現状のJIS規格では減鉛蓄電池は規格外となってしまう点を指摘し、現行規格の見直しを提案している。</p> <p>第5章は「鉛電池新技術の普及に向けた事業化への展開方法」に関する章であり、第4章で検討した正極・負極活性化剤を同時に添加した減鉛蓄電池を事業化の中心にすえ、マーケットリサーチの結果を踏まえてリース方式の事業化法を提案し、その優位性・収益性をSWOT分析、ポジショニング分析、マーケティングミックス分析、バリューチェーン分析により分析・考察し、理想的ビジネス・システムの条件を明らかにしている。</p> <p>第7章は「総括」であり、本論文を総括し、今後の課題を抽出し、将来を展望している。</p> <p>これらの成果は、減鉛蓄電池の実用化に向けた学術課題を明らかにし、その改良に向けて明白な方向性を示しており、事業化に向けたビジネスシステム解析は特に工学的な意義は大きい。その成果は既に学術論文として論文誌にも発表・掲載され、基準を十分に満足している。</p> <p>以上より、本論文は博士(工学)として合格と判定した。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>最終試験は、学位論文を中心とした40分の口頭発表、ならびに関連ある科目も含めて20分の口頭による質疑応答により実施した。その結果、学位論文の内容、ならびに関連科目に関する理解度は十分にあり、審査委員からの質問にも適切に解答できていた点を踏まえ、審査委員全員による協議の結果、合格と判定した。</p>			