

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏名 孫 小雅

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 理工博甲第27号

学位授与年月日 令和3年9月17日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻

学位論文題目 Circuit design of battery-less modules operated by Wiegand pulse  
(和訳: Wiegandパルスで駆動するバッテリーレス・モジュールの回路設計)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 竹村 泰司  
横浜国立大学 教授 吉川 信行  
横浜国立大学 教授 荒川 太郎  
横浜国立大学 教授 藤本 康孝  
横浜国立大学 教授 関口 康爾

## 論文及び審査結果の要旨

本学位論文は、外部磁界によりパルス電圧を発生する磁気センサに関するものである。双安定磁気構造を示す磁気ワイヤは高速な磁化反転を生じることが知られている。この磁化反転は、磁気ワイヤの外周部に巻いた検出コイルにパルス電圧を電磁誘導する。このパルス電圧は Wiegand パルスと呼ばれ、その波高値は外部から印加する磁界の時間変化率に依存しないという特徴がある。Wiegand パルスを出力信号とする磁気センシングが従来より実用されてきたが、本研究では Wiegand パルスの発電機能に着眼した。本学位論文の研究目的は、Wiegand パルスをエレクトロニクス機器の電源として活用するための回路設計及び性能検証を行い、その有用性を明らかにすることである。

Wiegand パルスは波高値が 5 V 程度であるものの、パルス幅が 10–20  $\mu\text{s}$  と狭い。そのため整流・平滑化して直流電圧に変換する必要がある。しかしながら直流電圧値が低下するために、多くの機器や汎用モジュールの電源として用いることはできない。そこで本研究で

は自励式昇圧回路を適応することにより、直流 5 V を得ることを目指した。

第 1 章において本研究の背景及び目的を述べた後、第 2 章では研究に関係する磁性や磁性材料、Wiegand パルスの発生機構、整流・平滑化回路、自励式昇圧回路等の基礎理論をまとめている。

第 3 章は、Wiegand パルスを利用する回路を設計するために不可欠な回路シミュレータによる特性予測について記述している。開放電圧として実測される Wiegand パルスの電圧波形を入力電源として回路シミュレーションに用いることはできない。そこで磁気ワイヤの周囲に巻いたコイルのインダクタンスと抵抗を考慮した等価電源回路を定義するという発想に至った。負荷抵抗に依存しない内部インダクタンス及び抵抗を決定することに成功し、この等価電源回路により回路シミュレータで Wiegand パルスを応用する回路の特性予測が可能になった。

第 4 章では、Wiegand パルスをエレクトロニクス機器の電源として活用するための回路設計において自励式昇圧回路を採用したことが記述されている。交流磁界印加下で発生する正負の Wiegand パルス列から 5 V の直流電圧が得られることを実証し、また最大電流と電力の相関を明らかにした。これらの研究により、Wiegand パルスを整流・平滑化することにより得られる直流電圧特性を解明し、広範なエレクトロニクス機器の電源になり得る直流 5 V に昇圧できることを見いだしたことは、極めて意義のある研究成果である。

第 5 章で本学位論文において得られた研究成果がまとめられている。バッテリーレス機器の発展に貢献するものと高く評価される。

審査委員全員出席の下、審査委員会を開催した。合議の結果、提出された学位論文は博士學位論文として十分な内容を有しており、また申請者は博士論文に関連する分野について博士（工学）の学位を得るに相応しい学力を有すると判定された。以上の結果を以って合格と決定した。