

学位論文及び審査結果の要旨

氏名	楊 超		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	理工博甲第43号		
学位授与年月日	令和4年3月24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	Magnetic characteristics of Wiegand wire elucidated by its induced pulse voltage and magnetization measurements (和訳: 誘導パルス電圧と磁化過程の測定によるWiegandワイヤの磁気特性の解明)		
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	赤津 観
		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、ワイヤレス給電やバッテリーレス・エレクトロニクスへの応用が期待される Wiegand ワイヤと呼ばれる磁性線に関するものである。Wiegand ワイヤは、外部印加磁界の時間変化率に依存しない、常に高速な磁化反転を生じることが特徴である。その外周部に設置する検出コイルには磁化反転に伴う電磁誘導起電力としてパルス電圧が発生する。パルス電圧の波高値は低周波励磁下でも一定であるために低周波数領域でのワイヤレス給電や発電に利用できる。本論文では Wiegand ワイヤの高速磁化反転のメカニズムを解明することを研究目的とした。First order reversal curve (FORC) 解析と呼ばれる特殊な静磁化過程の分析法や印加磁界を集中させる機構などを導入し、Wiegand ワイヤの複合的な磁気構造や高出力化への指針を明らかにした。

第1章では本研究の背景を紹介し、目的を提示している。第2章において本研究に関連

する磁性や磁性材料、Wiegand ワイヤの磁化過程、磁化特性の評価方法などの基礎理論をまとめている。

第3章では、Wiegand ワイヤの磁化特性に関する解析方法とその結果について記述している。Wiegand ワイヤの静磁化特性として振動試料型磁力計 (VSM) を用いて測定される通常のメジャーループ及びマイナーループを示した後、FORC 解析の方法及び結果を報告している。FORC 解析では通常の静磁化特性の測定では評価できない保磁力分布をコンター図として明示することが可能となる。高速磁化反転に寄与する低保磁力を示す層とそれよりも高い保磁力の層の保磁力分布を明瞭に観測することに成功した。

第4章では、ワイヤ両端に軟磁性体を設置して、印加する外部磁界を集磁する効果を実証している。この集磁機構により高速磁化反転時に得られる誘導起電力が増大することを見いだした。

第5章では、Wiegand ワイヤを磁化反転させるための励磁方法に着眼している。実用を想定した単一の radial magnet (ディスク型磁石) 及び一対の axial magnets (直方体磁石) を回転させて Wiegand ワイヤに正負の交番磁界を印加し、その出力特性を明らかにするとともにワイヤ両端の集磁用軟磁性体の効果も検証した。これらの方法ではワイヤ中央部において印加磁界強度が最大となるが、それと対比させるためにソレノイドコイルを用いてより均一な磁界を印加した場合の出力特性も確認した。励磁方法により磁壁移動を生じる起点が異なることを明らかにしている。

第6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。Wiegand ワイヤの磁気的な複合構造及び磁化反転機構に新たな知見を見いだしたことは極めて意義のある研究成果である。これらの研究成果は、Wiegand ワイヤの出力向上に寄与することからワイヤレス給電やバッテリーレス・エレクトロニクス的发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学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。