

(※本報告書は英語で記述してください。ただし、産業利用課題として採択されている方は日本語で記述していただいても結構です。)

	承認日 Date of Approval 2017/9/12 承認者 Approver Takenao Shinohara 提出日 Date of Report 2017/9/11
課題番号 Project No. 2016B0160 実験課題名 Title of experiment 中性子線によるトランスギャップ部磁束分布の動的マッピング 実験責任者名 Name of principal investigator 今川尊雄 所属 Affiliation (株)日立製作所	装置責任者 Name of Instrument scientist 篠原武尚 装置名 Name of Instrument/(BL No.) BL22 実施日 Date of Experiment 2017/3/31-4/3

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)  
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.

図1に用いたトランス構造体を示す。1次32ターン、2次8ターンの降圧トランスとした。鉄心は厚さ 0.3mm の方向性電磁鋼板を重ね、厚さ5mmとした。電磁鋼板重ね部は図2に示すようにステップラップとし、ここよりの漏洩磁界を測定した。

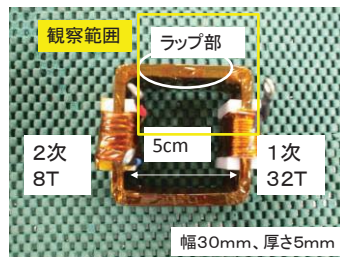


図1トランス構造体

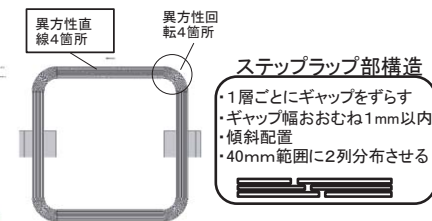


図2トランス構造体モデルとラップ構造

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。)

Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.

ここで、解析に用いた磁気特性を図3に、計算条件を表1に示す。

図4はパルス偏極中性子によるイメージング観察結果である。a)が中性子透過像、b)が磁界解析し、X、Y方向の全強度を表した図である。トランスの励磁条件は、直流1Aとした。図より a)の吸収像では、トランス鉄心は黒くなり透過度が低い。またコイルは銅の中性子吸収能が低いので透過して薄く見える。コイル部で黒く見えるのは、巻き線フレームのポビン樹脂である。鉄心内にはラップ部で一部中性子の透過度が高い部分があり、ラップ部の隙間と考えられる。b)の空間磁界全強度は、トランスの奥側から手前までの空間の磁界強度の積算値であるため、単位はTmmとしている。図では、空間全体に磁界が分布するとともに、a、b、c、dに磁界強度の高い部分がある。これはトランスの表面に近いラップ部隙間から漏洩した磁界と考えられ、黄矢印で示した位置dでは磁界強度0.06Tmmである。ここはトランス最内周部のラップ部に相当し、位置を特定しやすいのでここに着目する。

## 2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

図5に観察に対応する静磁界計算結果を示す。図左はX方向（紙面左右）磁界の分布を示す。最も大きいのはコイルよりの漏洩磁界であり $\pm 1000\text{A/m}$ を超える。ラップ部の鉄心表面にはa、b、c、dで示す磁界強度の高い部分があり、いずれもラップ部および電磁鋼板1枚下のラップ部である。高強度点a、b、c、dはラップ部端部の電磁鋼板反磁界により発生し、これらが観察位置とほぼ一致することから、モデルの形状はトランス形状を正確に表現している。ここで下端の矢印で示したd部に着目し磁界を図4と比較する。図5は、トランス中心断面の磁界分布であるため、観察との比較のためには積分磁界強度を見積もる必要がある。右グラフにd部の紙面奥側への磁界深さ分布を示した。奥側に向かい磁界は低下していくが、図中に示した鉄心位置を超え、30mm程度まで分布していることがわかる。なお、振幅 $100\text{A/m}$ 程度の振動は、メッシュ境界で発生するノイズと考えている。このモデルは1/2であることから、磁界の積分値の2倍をとると $0.077\text{Tmm}$ となり観察された磁界強度 $0.06\text{Tmm}$ と同程度の強度である。この値は良くあっており、空間磁界も良くモデル化されている。励磁1Aは磁心飽和点に近く、静磁界では磁気特性劣化要因が少ないため比較的容易に一致できたと考えられる。今後交流動作を行い、磁界分布変化と計算との対応を確認する。

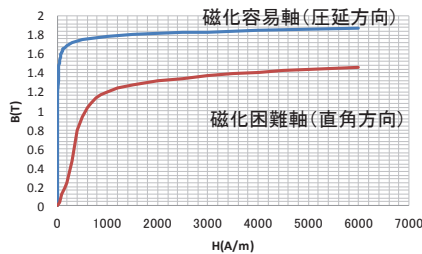


表1 JMAG計算条件

解析条件	静解析(直流1A) 過渡応答解析(50Hz、2App)
絶縁モデル	1/2モデル 電磁鋼板各層片面に絶縁0.01mm(皮膜相当) 電磁鋼板は絶縁なし、渦電流考慮有無で計算
計算ステップ	0.001s(過渡応答)
反復回数	5000回

図3 方向性鋼板(無熱処理)の磁気特性

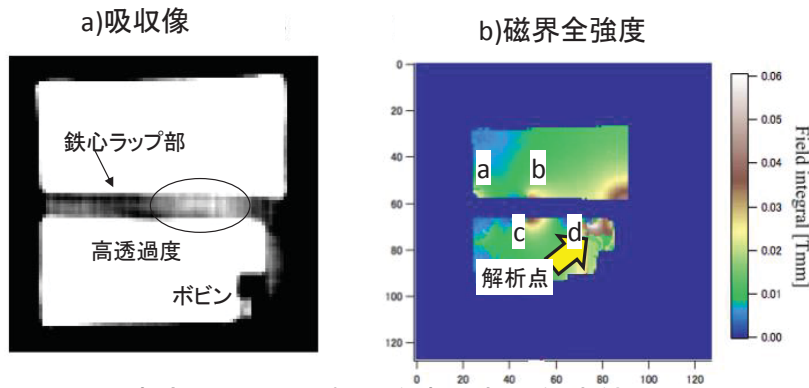


図4 直流1A印加のパルス偏極中性子観察結果

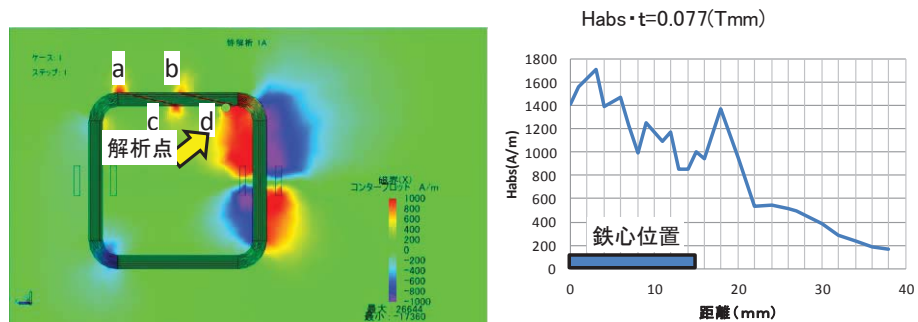


図5 直流1A印加による磁界分布計算結果