

実験課題番号：2006A0120

実施課題名：積層インダクタの小型化に向けたデバイス中歪の局所構造解析

実験責任者所存機関及び氏名

所属：太陽誘電株式会社 材料開発部

氏名：大竹 健二

使用ビームライ：BL10XU

## 1. はじめに（本研究の目的）

実装部品であるインダクタに一般的に用いられているフェライト焼結材料は、応力を受けることによって透磁率が変化し、設計値通りのデバイス特性が達成できなかったり、生産プロセス上の歩留まりが低下したりという問題がある。応力に強いフェライト材料の開発も進められているが、応力の評価法が確立しておらず、デバイス中の応力分布や応力と透磁率の関係を明らかにすることが求められている。

本研究の目的は、放射光を用いた XRD 測定によって格子歪みを測定し、デバイス中の応力分布を理解すること、また格子歪みと透磁率の関係を明らかにすることである。昨年度の検討において、簡素化された積層チップインダクタを用いた評価を実施し、放射光を用いた XRD 測定がデバイス中での格子歪み分布の測定に適していることが明らかになった。今回の実験では、応力を加えた状態での格子歪みと透磁率（実際にはインダクタンス値）を同時に測定することによって、両者の関係について検討を加えた。

## 2. 実験

### ・試料

実験には、図 1 に示すような角型トロイダル形状のフェライト焼結体を用いた。外部応力は、図中の矢印の向きに一軸的に印加し、インダクタンス値は、試料の一辺に巻き付けた銅線を用いて LCR メータで測定した。

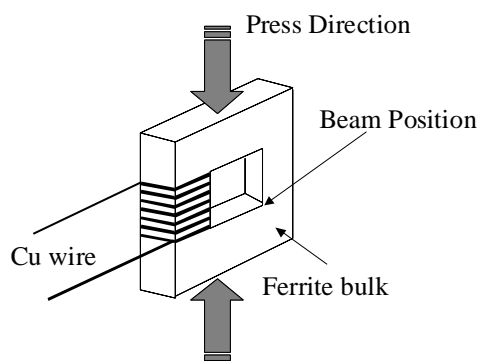


図 1: 実験に用いた試料形状と応力印加方向

放射光実験は、BL10XU で実施した。コリメータにより径を調整したビームを入射し、試料を透過した回折パターンをイメージプレート（IP）で測定することによってデバイリングを得た。得られたデバイリングを画像処理することによって回折パターンとし、リートベルト解析によりフェライトの格子定数を決定した。

### 3. 実験結果

#### ・L 値の応力特性

図 2 に、フェライト焼結体が示す一般的な透磁率（L 値）の応力依存性を示す。図 2 が示すように、応力の増加過程と減少過程では L 値は異なる値を示し、L 値には履歴現象が確認される。これまでの研究において、図 1 に示す L 値の履歴現象は、応力印加によるフェライト格子歪みに生じる履歴現象が原因であることが示唆されている。すなわち、応力印加によってフェライト格子も歪むがその歪みは弾性的なものだけでなく、塑性的な歪みも含まれており、塑性的に歪んだ格子は応力が減少してもそのまま残存し、フェライトの格子歪みに履歴を生じさせていると考えられる。このフェライト格子歪みに生じる履歴現象によって、L 値も履歴的に振舞っていると考えられる。

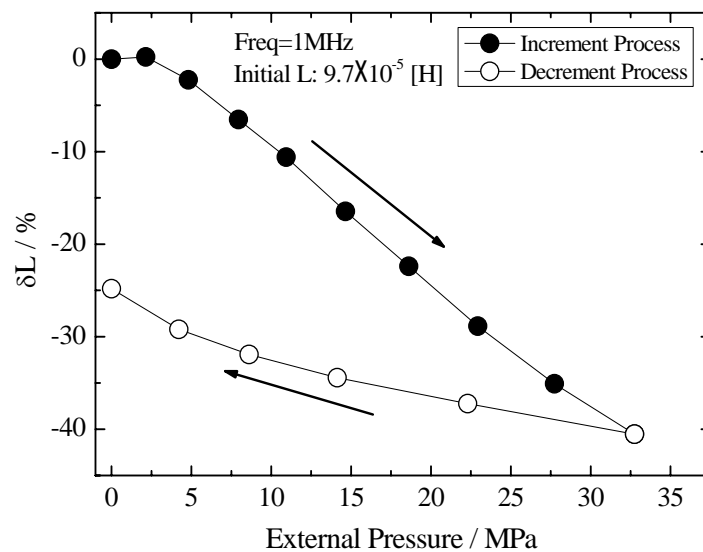


図 2: フェライト焼結体が示す L 値の応力依存性 (●:応力増加過程、○:応力減少過程)

#### ・L 値と格子歪み

図 3 に今回の実験で得られた結果を示す。横軸は各加圧下で測定された L 値で、縦軸は、各 L 値に対応する格子定数である。

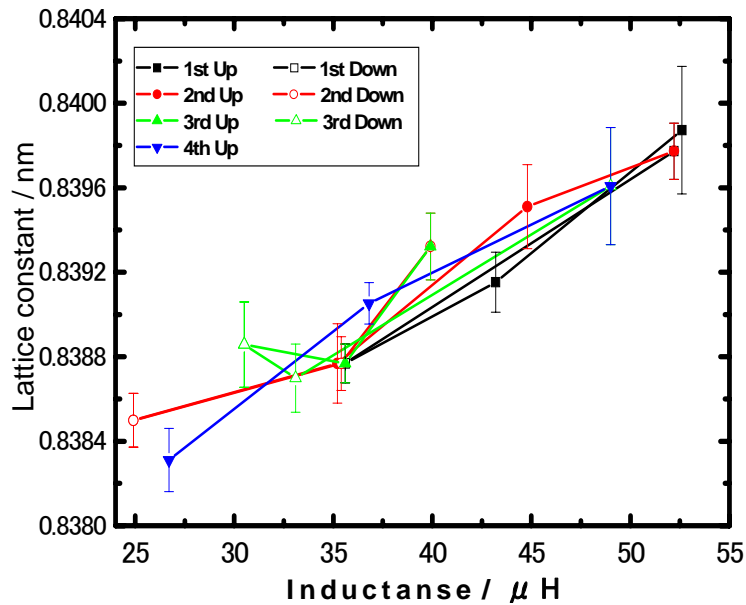


図 3: L 値と格子定数の関係

測定では昇圧、減圧を数回繰り返して各加圧条件下での格子定数を決定した。図が示すように、いずれの加圧条件下においても格子定数は、各 L 値に対して一意に決まっており、図 2 に示したような履歴現象が認められない。このことは、格子の歪み量に対しては L 値（すなわち透磁率）は一意に決定されており、図 2 に示した履歴現象は印加する外部応力に対する格子の歪みが履歴的に振舞っていることに起因するものであることを強く示唆している。

#### 4. まとめ

フェライト焼結体に外部応力を加えた状態で L 値と格子定数を同時に測定した結果、両者の間には履歴現象が確認されなかった。このことは、格子の歪み量に対してはフェライト焼結体の透磁率は一意に決定され、L 値と外部応力の間で認められる履歴現象は、外部応力に対して格子の歪みが履歴的に振舞っていることが原因であることが強く示唆された。

以上