

磁化測定用高周波磁場発生装置の開発

吉田宏一、柳原英人、磯部高範
(筑波大学)

Development of high frequency magnetic field coil for magnetism measurements

K. Yoshida, H. Yanagihara, T. Isobe

(Department of Applied Physics, University of Tsukuba)

はじめに

近年、パワー半導体によるスイッチング周波数の高周波化に伴い、コイルやコンデンサ等の受動部品の小型化が進んでいる。デバイスの小型化は、パワー密度の上昇に直結することから、最適な受動素子の設計には、損失の正確な評価が不可欠となる。インダクタ等のコア材に用いられる磁性材料については、高周波において高い磁束密度を持ったときの損失評価が重要になる。一般に、インダクタ材料における損失評価には、スタインメッツ式やロスマップ法といった手法が用いられており^[1]、異なる周波数ごとに複数のパラメータを用いて損失(マイナーループ)を計算することになる。そこで、本研究では従来の BH 測定に代わりうる高周波磁化測定装置(交流磁場振幅: ~1 T、周波数: ~数十 MHz)の開発を最終目標とし、この実現可能性について検討を行った。

実験方法

今回作製したコイルの仕様を Table 1. に示す。 R_{coil} は銅箔由来の抵抗成分、 L_{coil} はコイルのインダクタンス、 C_{coil} は後述の共振回路構成のためのキャパシタンスである。磁場の大きさは流れる電流に比例するため、大磁場を発生させる際にはコイル両端に大電圧が生じることとなる。そこで、今回は多層プリント基板を用い、コイル 1 ターンごとにコンデンサを挟み、多段の LC 直列共振回路として設計し、L および C のそれぞれの両端に生じる大電圧の分割を図った。数 μs 程度の短時間の測定が可能であれば、コイルの発熱による破損は考慮しなくて良いものと期待される。

第一段階として比較的小出力のインバータ電源を用いて、共振周波数が 5 MHz となるよう設計し、上述の懸念材料について検証を試みた。

実験結果

Fig.1 に 40 V の印加電圧でコイルに流れた電流波形を示す。電流が定常になるまでの時間は約 2 μs であった。この結果より、電流が安定してから磁場を 50 周期、測定に必要な時間は約 10 μs で済む。また、今回の実験ではコイルに最大 32 A の電流を流すことができ、これは 0.23 T の磁場に相当する。これらの条件で励磁した結果、コイルに断線等の劣化は見受けられなかったため、より大きな電流を導通することは十分現実的であると考えられる。講演では、磁場発生装置に 2 次微分型の磁化検出用ピックアップコイルを組み込み、実際に試料を挿入し測定した MH 曲線についてご報告したい。

参考文献

[1] 清水敏久ほか：電気学会論文誌 D, Vol133, p84-93(2012)

Table 1. Specification of coil

内径	2 mm		
長さ	2 mm		
$R_{\text{coil}}(\text{at } 5 \text{ MHz})$	1.39 Ω		
L_{coil}	0.45 μH	$L_{\text{coil}}(\text{per turn})$	0.028 μH
C_{coil}	2.25 nF	$C_{\text{coil}}(\text{per turn})$	36 nF
共振周波数	5 MHz		

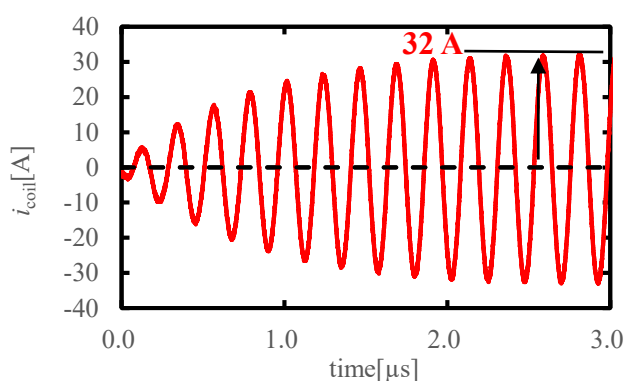


Fig. 1 Time development of LC resonant