

DC-DCコンバーター用薄膜インダクタ

Thin-film inductor for DC-DC converter

○小嶋勇介*, 山本節夫*, 西村和則*, 栗巢普揮*, 松浦 満*, 石田浩一**, 岡野 勇***
Y.Ojima, S.Yamamoto, K.Nishimura, H.Kurusu, M.Matsuura, K.Ishida, I.Okano

*山口大学工学部, **山口県産業技術センター, ***サン電子工業(株)

*Faculty of Engineering, Yamaguchi University

Yamaguchi Prefectural Industrial Tech.Institute, *Sun Electronic Industries Co.Ltd.

1. はじめに

近年の集積回路技術の進展による, 各種携帯機器の小型化が著しい. 従来の電源回路用インダクタは, 導線をフェライト製のドラムコアにソレノイド状に巻くという手法が用いられている. しかし, これがインダクタの薄型化を妨げる要因となっている. そこで筆者らは, 現在最も薄型化の遅れている電源回路用インダクタの薄型化を目指して研究を進めてきた.

筆者らは, ポリイミドフィルム上に薄膜コイルを形成し, これを任意の数だけ積層したインダクタを試作し, 数百 μH 級のインダクタンスを得ている¹⁾. 電源用途に使用するには, 電気抵抗値を減少させることが課題として残っていた. 本報告では, 大断面積の薄膜コイルを形成するために, レジストシートを貼り付けるという手法を導入し, DC-DC コンバーター用薄膜インダクタを試作したことについて述べる.

2. 薄膜インダクタの構造と製造方法

今回筆者らが試作したインダクタの模式図を Fig.1 に示す. サイズは $10\text{mm} \times 1\text{mm}^t$ とした. 薄膜コイル部分の line/space は $100/100\ \mu\text{m}$ で, 巻き線数は 10 ターン, コイルの厚みは $75\ \mu\text{m}$ とした. またコイル部分は, 右巻きと左巻きのコイルで 1 対を構成する構造とした. 中心には, Ni-Zn 系フェライトコア ($\phi 2\text{mm} \times 2\text{mm}$) を挿入し, 上下をフェライト板 ($10\text{mm} \times 0.5\text{mm}^t$) で挟む構造とした.

Fig.2 に, 薄膜コイル部分の作製方法を示す. ハイコントラストのハイレゾリューションプレート(コニカ(株)製)をに, カメラを用いて原図を 1/10 に縮小撮影し, フォトマスクとした.

基板には, ポリイミドフィルム(宇部興産(株)製 UPILEX)を用いた. これに, DC マグネトロンスパッタリング装置を用いて厚み $0.5\ \mu\text{m}$ 程度の Cu 薄膜を成膜し, パターンめっき用の下地層とし, その上にコイルを形成した. フォトリソグラフィ技術によりコイルを形成するには通常, 感光性のレジストをスピコートして使用するが, この方法では, 繰り返しくコートしてもレジスト厚 $20\ \mu\text{m}$ 程度が限界であるため, コイル

部分をさらに厚膜化して電気抵抗値を小さくすることは困難であった. そこで, 従来のレジストをスピコートする方法に代えて, レジストシート(日立化成(株)製 H-W475:厚み $75\ \mu\text{m}$) を貼り付ける方法を導入した. これにより, スピコート1回分の約 25 倍となる膜厚を実現できた. これに硫酸銅めっき液を用いてパターンめっきを行い, コイル部分を厚膜化した. 陰極電流密度は $45\text{mA}/\text{cm}^2$, めっき時間は 75 分とした. これを, 水酸化ナトリウム水溶液を用いてレジストを除去し(Fig.3(d)→(f)), 最後に塩化第二鉄溶液を用いて余分な Cu 下地層部分をエッチングしてコイルを形成した. この手法によって, 左巻きと右巻きのコイルを作製し, 中心部分の電極を半田付けすることによって, 2 層積層した1対のコイルを作製した.

3. 薄膜インダクタの特性

Fig.4 に, 作製した薄膜インダクタのインダクタンスならびにインピーダンスの周波数特性を示す. インダクタンスは, 10kHz 程度までフラットな特性を示し, 今回の薄膜インダクタの使用周波数である 1kHz において $38\ \mu\text{H}$ のインダクタンスが得られた. 1kHz におけるインピーダンスは $1.4\ \Omega$ であった. これは, 以前に我々が作製したものに比べ, 約 1/3 に減少できたことになる. Fig.5 に, Q 値の周波数特性を示す. Q 値は, 100kHz 近傍でピークを示し, 6.46 が得られた.

Fig.6 に, このインダクタの直流重量特性を示す. インダクタンスが 10% 低下する時の直流電流値として, 525mA という比較的大きな値が得られた.

4. おわりに

従来のレジストをスピコートする方法に代わって, レジストシートを貼り付けるという手法を導入し, フォトリソグラフィ技術を用いて, サイズが $10\text{mm} \times 1\text{mm}^t$ でインダクタンスが $38\ \mu\text{H}$, 許容電流値 525mA の薄膜インダクタを試作した. レジストシートを貼り付ける方法によって, コイル部分の厚膜化が実現でき, 電気抵抗値を $1.4\ \Omega$ まで低減できた.

本法を利用しつつ、今後さらにいっそうインダクタの小型化・薄型化を目指す予定である。

参考文献

- 1)石田浩一,岡野 勇,西村和則,小嶋勇介,山本節夫,松浦 満:フォトリソグラフィを用いた薄膜インダクタの試作,電子情報通信学会誌(1999),p.349.
- 2)白江公輔,新井健一,島田 寛:マイクロ磁気デバイスのすべて,工業調査会,pp.124-144.
- 3)石橋純一,高田佑一,本間英夫:電気銅めっきによる超微細パターンの作製,表面技術速報論文 vol.49,No10,(1998),pp102-103.

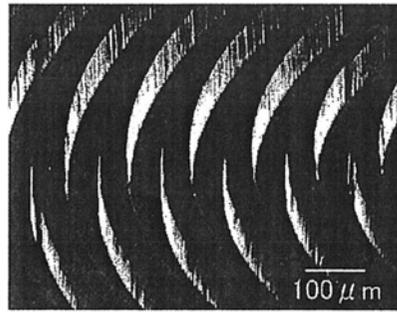


Fig.3 SEM image of thin-film coil (after removal of photo resist)

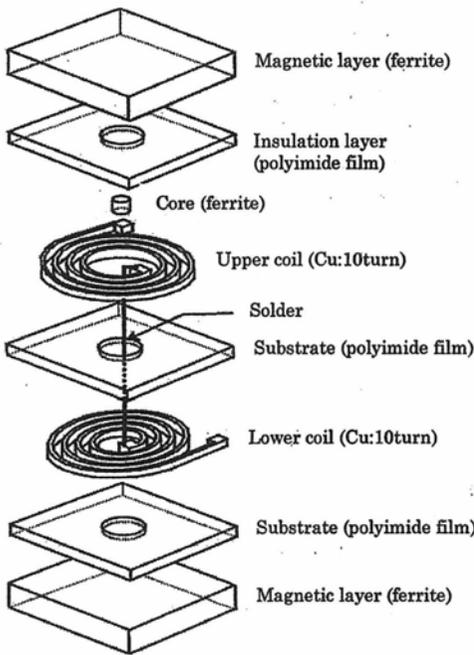


Fig.1 Schematic view of thin-film inductor.

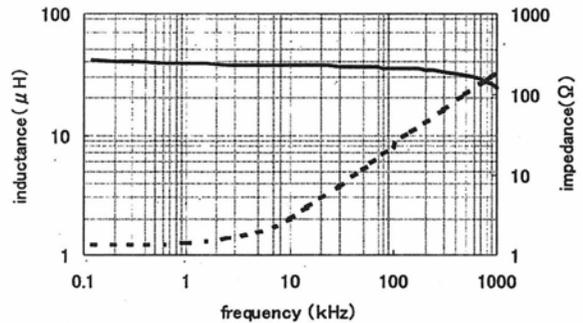


Fig.4 Frequency dependence of inductance and impedance.

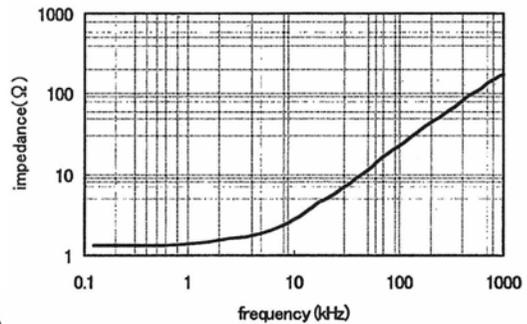


Fig.5 Frequency dependence of Q value.

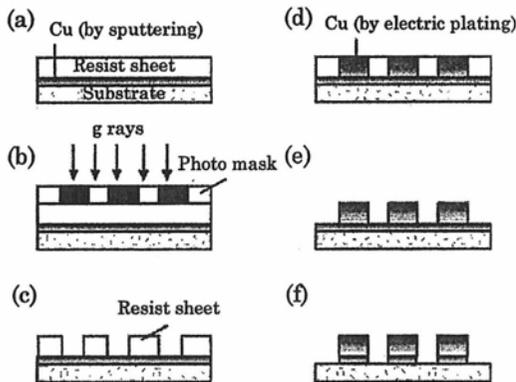


Fig.3 Fabrication process of thin-film coil.

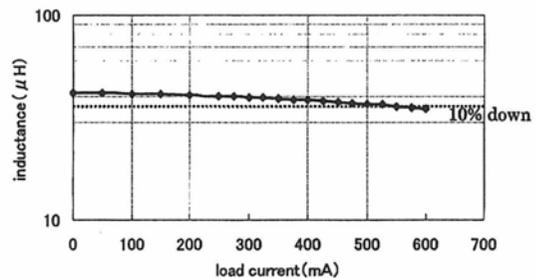


Fig.6 Load DC current dependence of inductance.