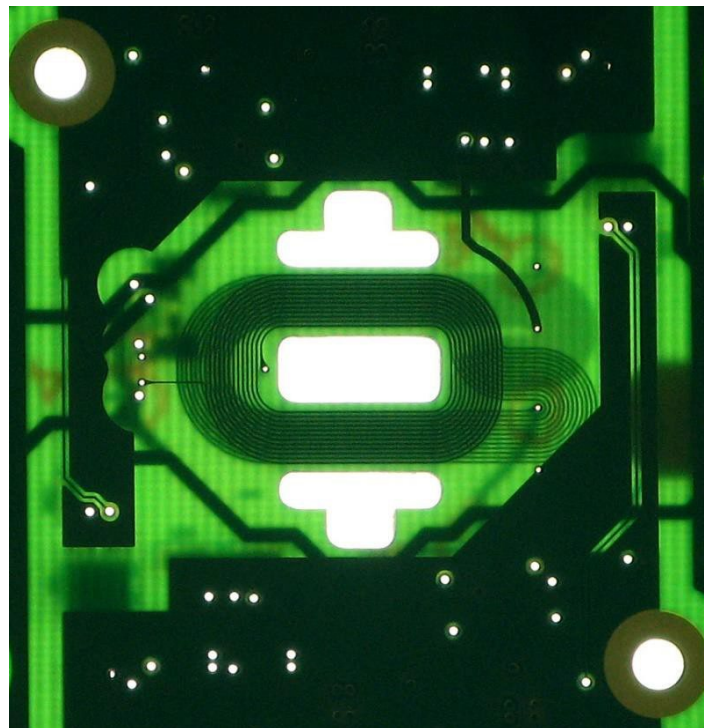


Bode 100 – アプリケーションノート

Bode100を用いたプレーナ型トランスの測定



by Lukas Heinzle

©2008 Omicron Lab – V2.0

Visit www.omicron-lab.com for more information.

Contact support@omicron-lab.com for technical support.

目次

1	概要.....	3
2	測定内容.....	3
3	測定セットアップおよび結果	3
3.1	使用機器.....	3
3.1.1	PCB 上のプレーナ型コイル／トランス	4
3.1.2	プローブ	6
3.2	DC抵抗測定.....	6
3.2.1	測定セットアップ.....	6
3.2.2	測定結果.....	7
3.3	プレーナコイルのACインピーダンス測定.....	7
3.3.1	Bode100の設定.....	7
3.3.2	一次コイルの測定	8
3.3.3	二次コイル B および C の測定.....	9
4	結論.....	11

Note: Bode 100 のセットアップ、調整、校正といった基本的な手順については、Bode 100 ユーザーマニュアルに記載されている。Bode 100 ユーザーマニュアルは、以下の Web サイトからダウンロード可能である。
www.omicron-lab.com/bode-100/downloads#3

Note: 本アプリケーションノートに記載されているすべての測定は、Bode Analyzer Suite V3.21 を使用して実施した。本資料に示した測定を再現するには、本バージョンまたはそれ以降のバージョンを使用すること。最新版の Bode Analyzer Suite は、以下の Web サイトからダウンロードできる。
www.omicron-lab.com/bode-100/downloads

1 概要

本アプリケーションノートでは、プリント基板(PCB)上に形成されたプレーナ型トランスのコイル機能を検証する方法について説明する。これらのコイルは通常、フライングプローブテストによって検査されるが、この方法では直流抵抗のみが測定されるため、プレーナ型トランスが実際に正常動作するかどうかを判断することは困難である。そこで本資料では、AC インピーダンス測定を用い、共振周波数のシフトおよびインピーダンス特性の差異に着目することで、正常なプレーナコイルと不良コイルの比較評価を行う。

2 測定内容

Bode 100 を使用することで、1 Hz ~ 50 MHz の広い周波数範囲にわたり、プレーナコイルのインピーダンス特性を測定することが可能である。巻線ごとの測定結果を比較することにより、巻線不良の検出が可能となる。

3 測定セットアップおよび結果

3.1 使用機器

本アプリケーションノートで説明する測定には、以下の機器を使用した。

- ベクトルネットワークアナライザ Bode 100(測定アクセサリ一式を含む)
- 不良品 1 台および正常品 2 台のプレーナトランス
- 測定プローブ(プローブチップ付き)(Picotest 社製 PDN プローブ)

3.1.1 PCB 上のプレーナ型コイル／トランス

本アプリケーションノートでは、それぞれ 1 個の不良トランスを含む 2 枚の PCB を使用して評価を行う。合計では 6 個のトランスがあり、そのうち 2 個が不良品である。以下の図に、PCB 全体と、赤枠で示した不良トランスを示す。

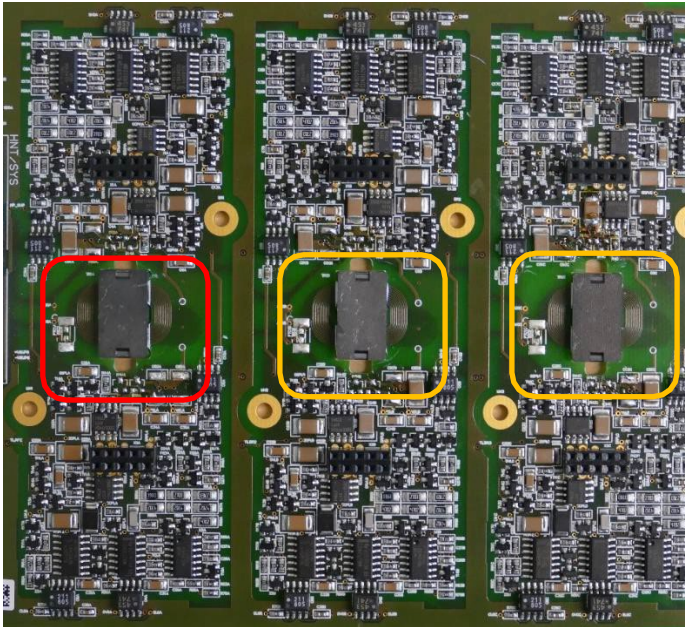


Figure 1: DUT(被試験デバイス)

各プレーナ型トランスには、1つの一次コイル(基板上で視認可能)と 2つの二次コイルが備わっている。以下の図に、プレーナ型トランスの等価回路モデルを示す。

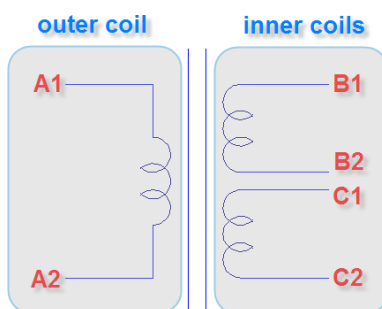


Figure 2: プレーナコイル型の等価回路モデル

測定を行う前に、フライングプローブテスト(PCB 実装前に実施)と同等の試験条件を得るため、フェライトコアおよび一部の部品を取り外した。

次の図に、測定に使用した接続ポイントを示す。各ポイントの番号は、Figure 2に示した等価回路モデルの番号と対応している。

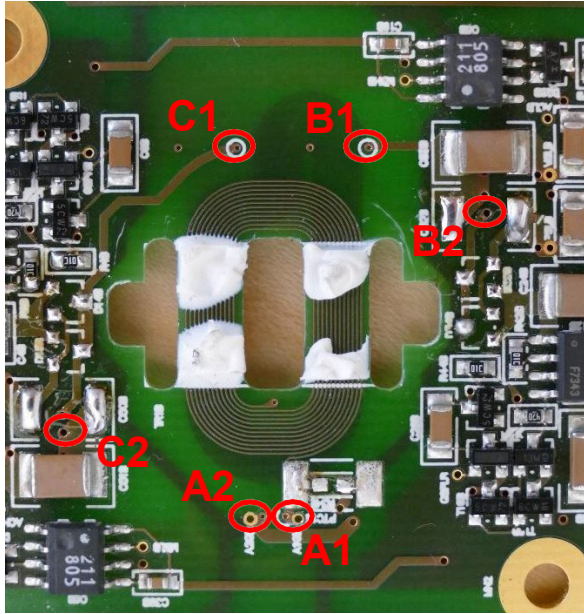


Figure 3: DUT(被試験デバイス)上の測定ポイント

3.1.2 プローブ

コイルのインピーダンスを測定するために、Z0 プローブ、すなわち下図に示す Picotest 社製 PDN プローブを使用した。

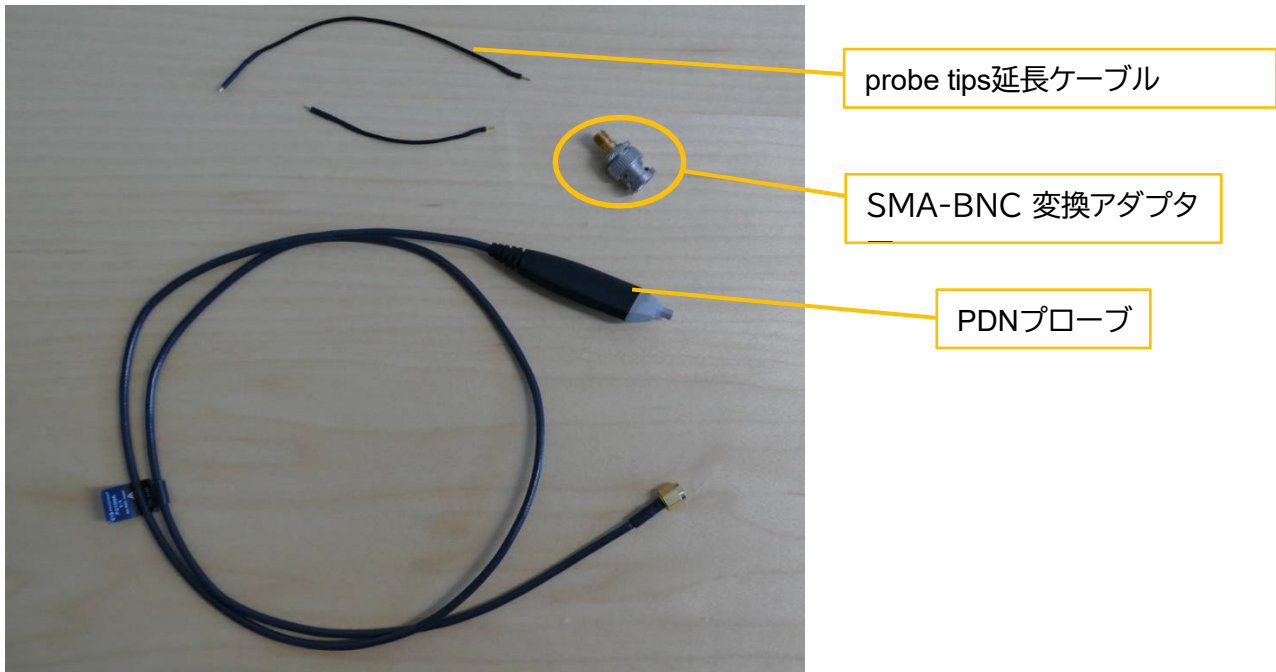


Figure 4: Picotest 社製 ワンポート PDN プローブ

3.2 DC抵抗測定

PCB は通常、DC 測定を行うフライングプローブテストによって検証される。しかし、以下に示す測定結果から分かるように、DC 抵抗測定では不良のプレーナトランスを識別することができない。

3.2.1 測定セットアップ

測定は、下図に示すように デジタルマルチメータを用いて実施した。

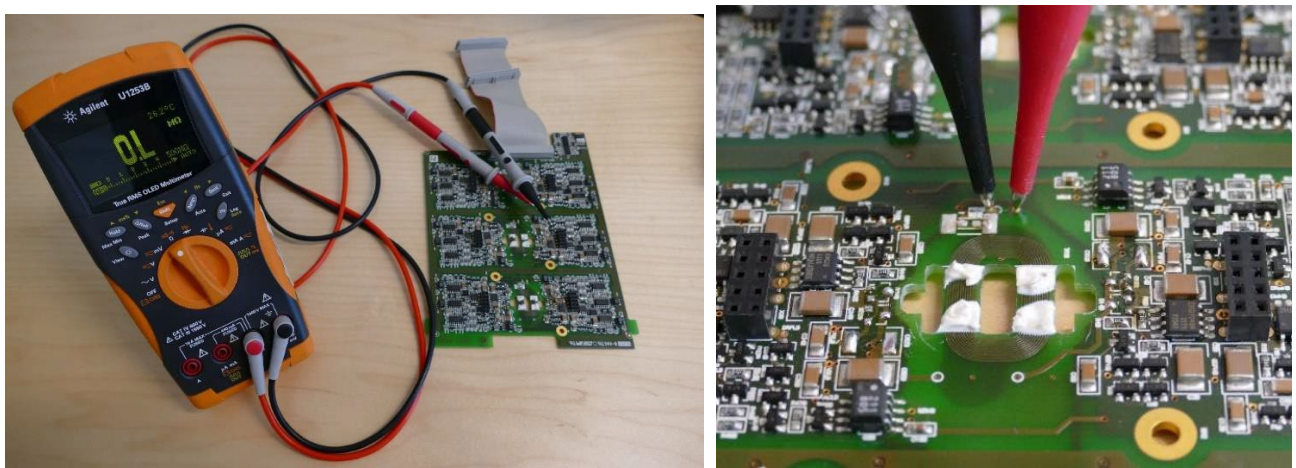


Figure 5: デジタルマルチメータを用いた測定セットアップ

3.2.2 測定結果

T以下の表に、プレーナトランスの DC 抵抗測定結果を示す。各トランスは、3つのコイル(A、B、C)で構成されている。

トランス番号	一次コイルA 抵抗値	2次コイルB 抵抗値	2次コイルC 抵抗値
😊 1	4.3 Ω	3.1 Ω	3.0 Ω
😞 2	4.4 Ω	2.9 Ω	3.2 Ω
😊 3	4.3 Ω	3.2 Ω	3.2 Ω
😞 4	4.8 Ω	3.1 Ω	2.8 Ω
😊 5	4.7 Ω	3.1 Ω	3.1 Ω
😊 6	4.6 Ω	3.1 Ω	3.2 Ω

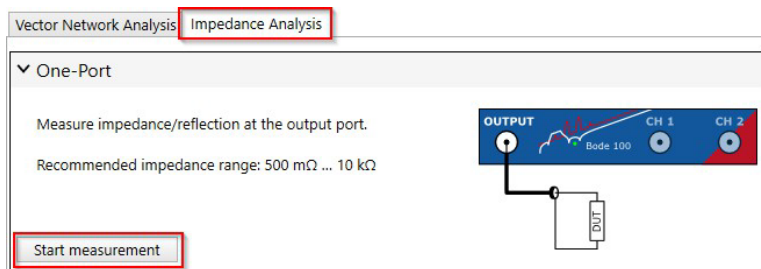
トランス 1 と 4 は、不良で正常に機能しないトランスであった。しかし、DC 抵抗測定の結果からは、非機能デバイスを明確に識別することは困難であることが分かる。

3.3 プレーナコイルのACインピーダンス測定

数 MHz に及ぶ高周波域でプレーナコイルのインピーダンスを測定すると、プレーナコイルは共振特性を示す。コイルの共振周波数の偏移や Q 値の変化を測定することで、正常なトランスと不良トランスを明確に判別することが可能となる。

3.3.1 Bode100の設定

- ワンポート・インピーダンス測定(One-Port Impedance Measurement)を開く。



- 正確な測定結果を得るため、プローブ校正/インピーダンス校正を用いて Bode 100 をキャリブレーションする。キャリブレーションの詳細については、Bode 100 ユーザーマニュアルを参照して下さい。

3.3.2 一次コイルの測定

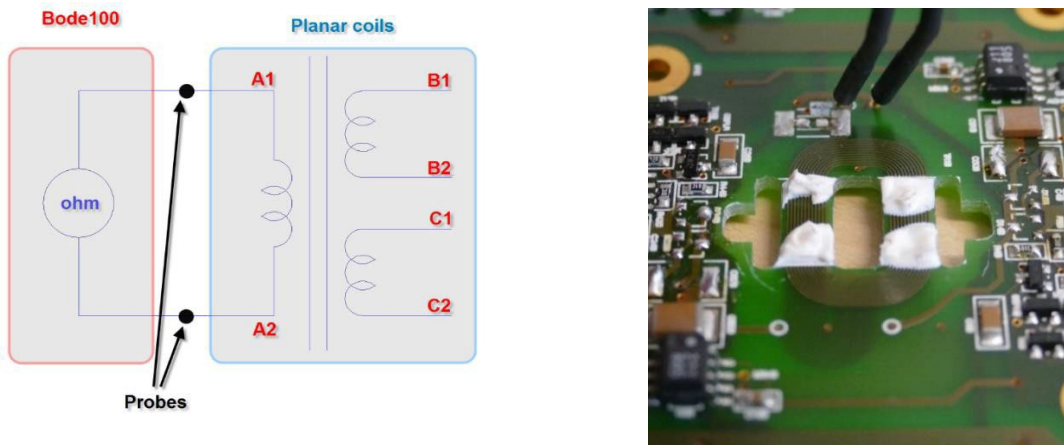


Figure 6: 一次コイルの測定セットアップ

下のグラフに、外側コイル A に対して実施した周波数スイープ測定結果を示す。

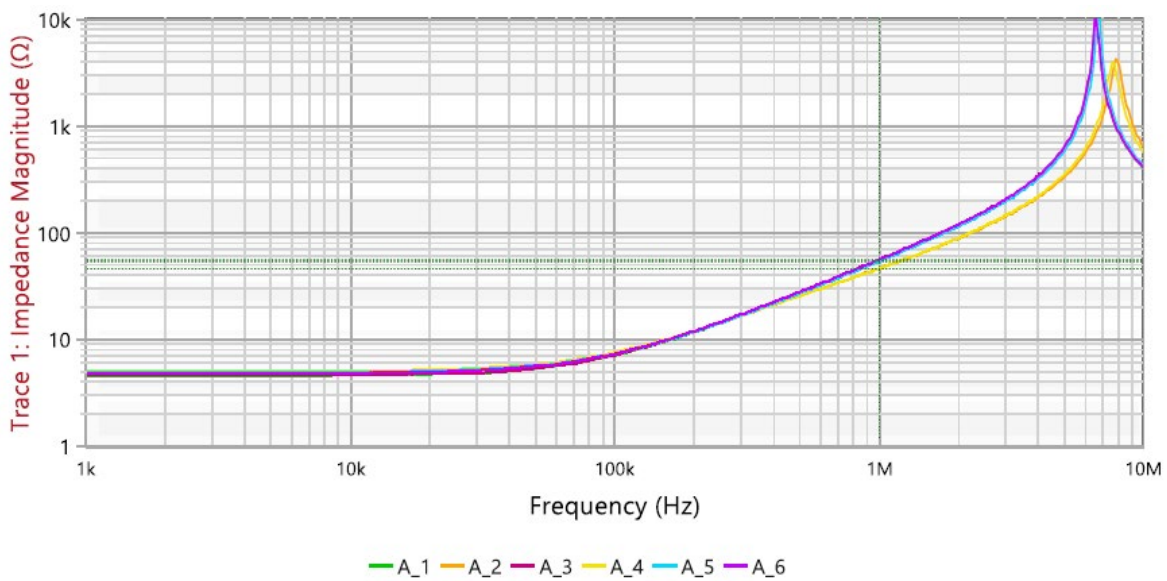


Figure 7: 一次コイルのインピーダンス・スイープ特性

測定結果から、不良と判定された 2つのトランスでは、一次側インダクタンスの自己共振周波数が、正常に動作するトランスの共振周波数よりも有意に高いことが分かる。

この問題は、例えば 1 MHz における Q 値、あるいは 1 MHz~5 MHz の周波数範囲におけるインピーダンスの位相を測定することで、容易に検出することができる。

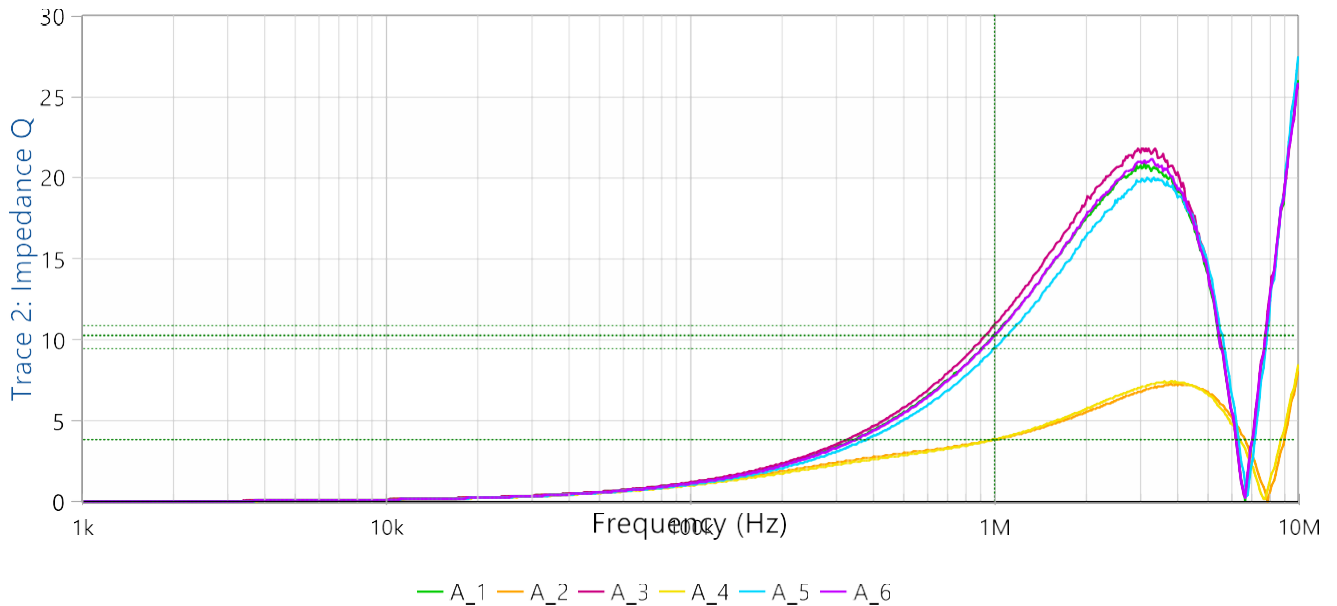


Figure 8:Outer Coil Q-Sweep

上記の測定カーブから、不良トランスでは、500 kHz 以上の周波数において一次側インダクタンスの Q 値が大幅に低下していることが分かる。以下の表に、6 台のトランスに対する 外側コイル(Outer Coil A)の Q 値を示す。

トランス番号	一次コイルA Q値(1MHz)	一次コイル A 自己共振周波数
😊 1	10.3	6.67 MHz
😞 2	3.8	7.94 MHz
😊 3	10.9	6.65 MHz
😞 4	3.8	7.72 MHz
😊 5	9.5	6.79 MHz
😊 6	10.2	6.66 MHz

正常に動作するトランスでは、一次巻線の Q 値は 1 MHz においておおよそ 10 程度であるのに対し、故障しているトランスでは Q 値が 4 未満となっている。これは、二次巻線を開放した状態における一次側インダクタンスの Q 値が、トランスの正常／非正常を判別するための非常に高感度な指標であることを示している。

以下では、二次側巻線のインピーダンス特性についても併せて解析を行う。

3.3.3 二次コイル B および C の測定

二次コイルについても評価可能であることを示すため、B コイルおよび C コイルについても測定を行った。

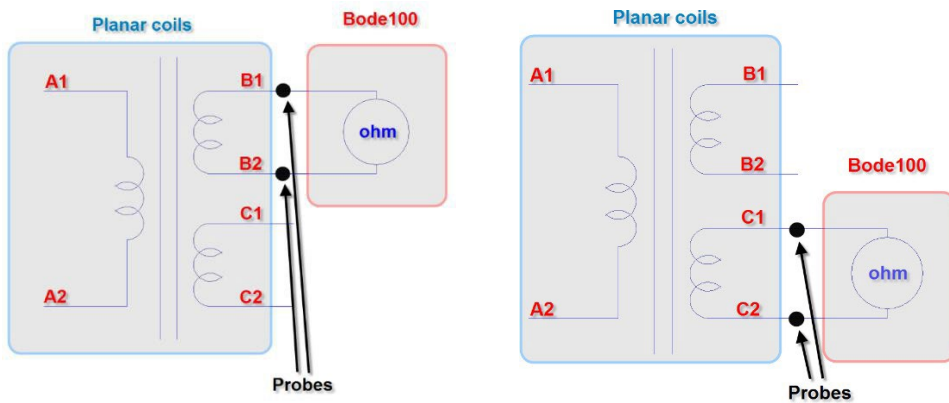


Figure 9 二次コイル B および C の測定セットアップ

以下の図に、二次コイル B および C の Q 値の周波数特性を示す。

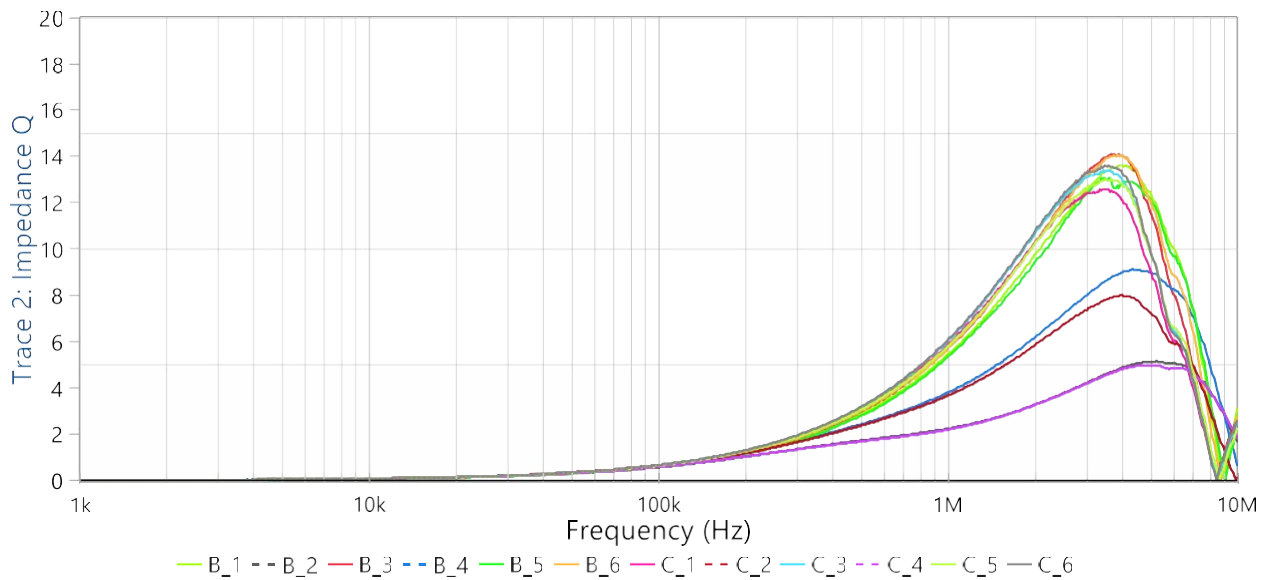


Figure 10: 二次コイル B および C の Q 値 スイープ特性

外側コイルと同様に、不良コイルでは 1 MHz 付近およびそれ以上の周波数帯域において、Q 値が顕著に低下していることが確認できる。

4 結論

本アプリケーションノートでは、Bode 100 を用いたプレーナトランスコイルのインピーダンス測定手法について示した。巻線抵抗の単純な DC 測定のみでは、PCB 上の巻線不良を検出するには不十分な場合があるが、Bode 100 を用いることで不良トランスを明確に識別することが可能である。Bode 100 による AC インピーダンス測定は、プレーナトランスコイルの不具合を検出するための高速かつ信頼性の高い手法を提供する。さらに、これらの測定は Bode Automation Interface を用いることで、容易に自動化することが可能である。

詳細については、以下を参照されたい。

www.omicron-lab.com/BodeAutomationInterfaceHelp



OMICRON Lab は、電子工学分野に携わる 研究者、技術者、教育関係者といった専門家向けに、スマートな計測ソリューションを提供することに特化した OMICRON electronics の事業部門です。計測作業を簡素化することで、お客様が本来の業務により多くの時間を割けるよう支援しています。

OMICRON Lab は 2006 年に設立され、現在では 40か国以上のお客様に製品とサービスを提供しています。アメリカ、ヨーロッパ、東アジアに拠点を構え、さらに国際的な販売代理店ネットワークを通じて、迅速かつ卓越したカスタマーサポートを実現しています。

OMICRON Lab の製品は、市場において最適な価格対価比(コストパフォーマンス)で提供される高品質を特長としています。高い信頼性と使いやすさにより、トラブルのない運用を可能にします。また、顧客との密接な関係と 25年以上にわたる社内での専門技術の蓄積により、現場のニーズに即した革新的な製品開発を実現しています。

製造元
OMICRON electronics GmbH

販売元
岩崎通信機株式会社

info@omicron-lab.com • www.omicron-lab.com

Smart Measurement Solutions®