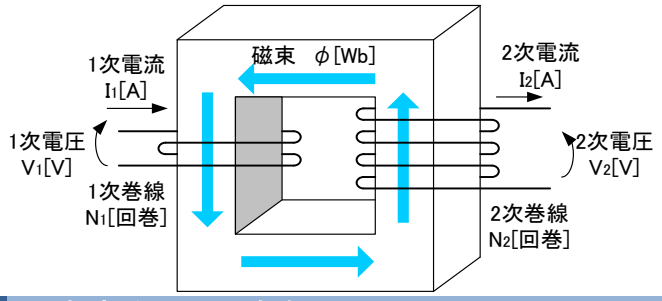
トランス（変圧器）のインダクタンス測定

交流の電圧はトランス（変圧器）を用いて昇圧、降圧することができます。基本構造は、鉄心に1次コイルと2次コイルを巻きつけた構造になっています。

電流が流れるとコイル内部に磁界が発生し、電圧が生じます。この電圧の大きさは「コイルの巻数」に比例します。例えば1次コイル（入力側）の巻数が100巻、2次コイル（出力側）の巻数が200巻の場合、出力側巻数が2倍なので、入力側に100Vの電圧をかければ、出力側には200Vの電圧が生じることになります。ただし、トランスの1次側と2次側で電力は変わりません。



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

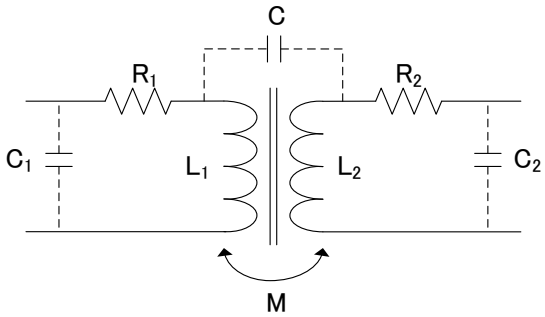
測定条件の設定例

パラメータ	Ls, Q, Rdc
周波数	自己共振周波数以下　※1
内部DCバイアス	OFF(ONにすると測定できません)
信号レベル	定格電流以下　※1
測定レンジ	AUTO
スピード	SLOW2
LowZモード	OFF

※1 インダクタのアプリケーションノート参照

※その他は初期設定

※これは測定例です。最適な条件は測定対象によって異なるため、使用者が決めてください。



R_1: 1次巻線抵抗　R_2: 2次巻線抵抗

C_1: 1次巻線浮遊容量　C_2: 2次巻線浮遊容量

トランスの各パラメータ

トランスはインダクタ応用のひとつであり、その測定法はインダクタの場合と同様です。トランス測定における主な評価パラメータは以下のようなものがあります。

- 1次インダクタンス（L_1）および2次インダクタンス（L_2）
- 漏洩インダクタンス
- 巻線間容量（C）
- 相互インダクタンス（M）
- 巻数比

それぞれの測定法法の詳細を次頁以降に示します

測定器のご紹介

量産向け

型番	測定周波数	製品特徴
IM3533	DC, 40Hz～200kHz	Rdcの温度補正機能、トランス測定モード
IM3533-01	DC, 40Hz～200kHz	IM3533+周波数スイープ
IM3536	DC, 4Hz～8MHz	スタンダードモデル　高速・高安定・低価格

研究開発、受け入れ検査などに

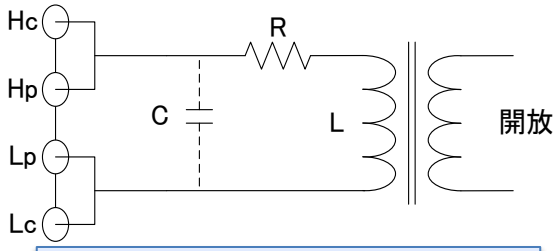
型番	測定周波数	製品特徴
IM3570	DC, 4Hz～5MHz	アナライザモードで周波数スイープ

※詳しくは単品カタログをご覧ください

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

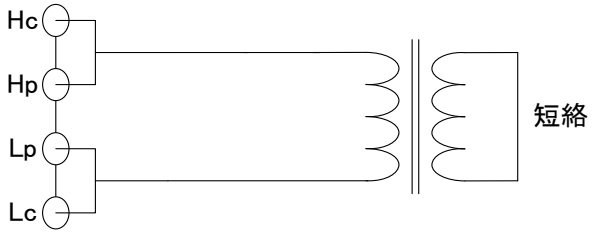
1次インダクタンス（L1）および2次インダクタンス（L2）

右図に示すように、1次側または2次側に測定器を直接接続することにより、1次インダクタンスや2次インダクタンスを測定することができます。ただし、他の巻線はすべて開放状態にしておきます。インダクタンス測定結果には、巻線の分布容量の影響が含まれることに注意してください。

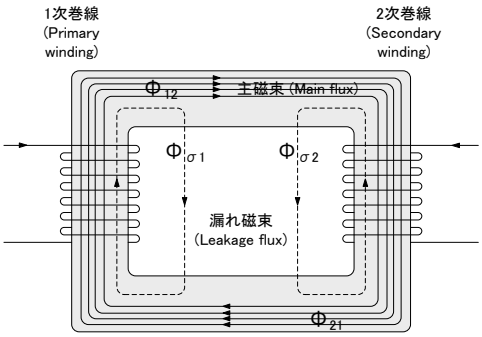


1次、2次インダクタンス測定回路

漏洩インダクタンス



漏洩インダクタンス測定回路



漏れ磁束

理想的なトランスでは、出力を短絡すると入力も短絡されます。しかし、実際のトランスでは出力を短絡しても漏洩インダクタンスが残ります。漏洩インダクタンス(leakage inductance)は、上図に示すように、2次側を短絡し、1次側のインダクタンスを測定することにより得ることができます。

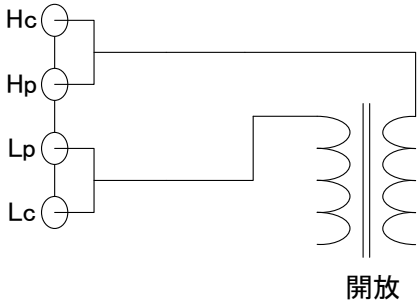
<u>漏洩インダクタンスとは</u>

トランスの1次巻線と2次巻線の双方と鎖交する磁束を主磁束（φ12またはφ21）といいます。トランスの磁束はこの他に、1次巻線とだけ鎖交し2次巻線とは鎖交しない1次側漏れ磁束（φσ1）と2次巻線とだけ鎖交し1次巻線とは鎖交しない2次側漏れ磁束（φσ2）とがあります。

理想的な変圧器の場合は主磁束のみしか存在しませんが、実際のトランスには磁気漏れがあるので必ず漏れ磁束が存在します。この漏れ磁束は1次側、2次側それぞれの巻線のみしか鎖交しないために、変圧作用には寄与しません。また同時に、それぞれの巻線のみしか鎖交しないということはそれぞれの巻線のインダクタンスとして寄与していることを意味します。このようにして、1次側漏れ磁束は1次側漏洩インダクタンスとなり、2次側漏れ磁束は2次側漏洩インダクタンスとなります。

巻線間容量

1次側と2次側の間の巻線容量は、右図に示すように、各巻線の片方ずつを測定機に接続することにより測定できます。



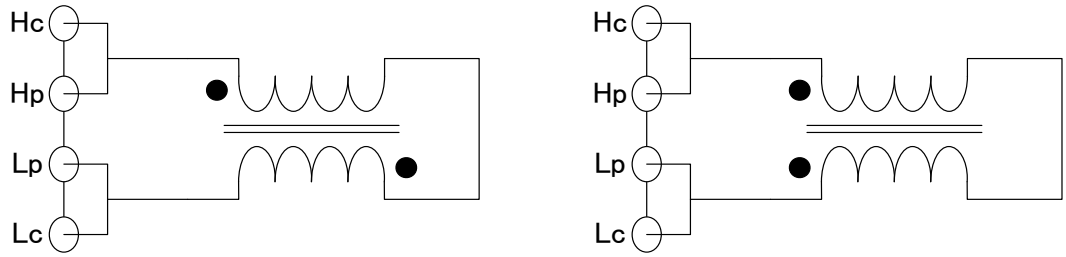
巻線間容量測定回路

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

相互インダクタンス

相互インダクタンスは、同相直列・逆相直列接続にしてインダクタンスを測定し、下図に示した式を使って計算することにより、得ることができます。

$$M = \frac{La - Lo}{4}$$



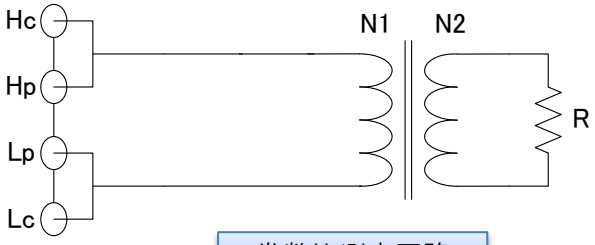
La測　　Lo測定

相互インダクタンス測定回路

巻数比

巻数比は右図に示すように、2次側に抵抗Rを接続し、1次側でインピーダンス値Zを測定することにより、近似値を求めることができます。

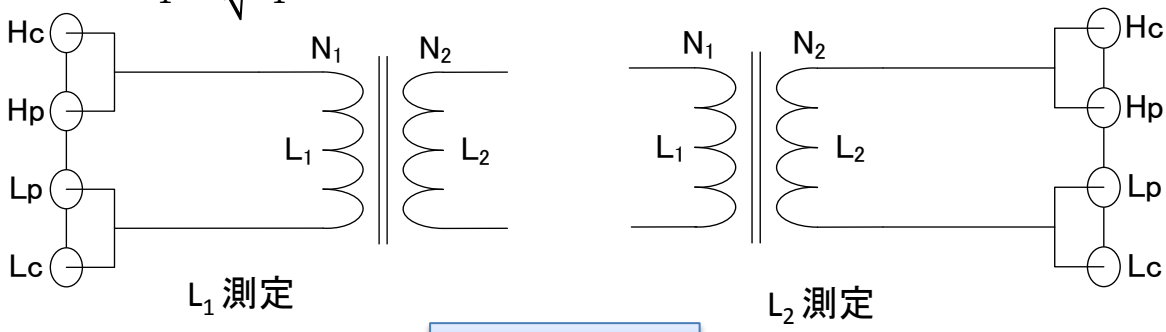
$$n = \frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{R}{Z}}$$



巻数比測定回路

また、1次インダクタンスL1、2次インダクタンスL2を測定することで、巻数比を算出できます。ただし、磁気漏れ等の影響を受けますので近似値となります。

$$n = \frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$



L_1 測定　　L_2 測定

巻数比測定回路

LCRメータIM3533/IM3533-01のトランス測定機能を用いれば、相互インダクタンス、巻数比、インダクタンス差を求めることができます。
IM3533/IM3533-01の巻数比測定は1次、2次インダクタンス値を測定して求めます。

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION