課題演習 B4　2018 前期 資料 No.7　　名前（　　）

2018/05/28 (Mon.)

1. 測定の準備

測定機器の確認

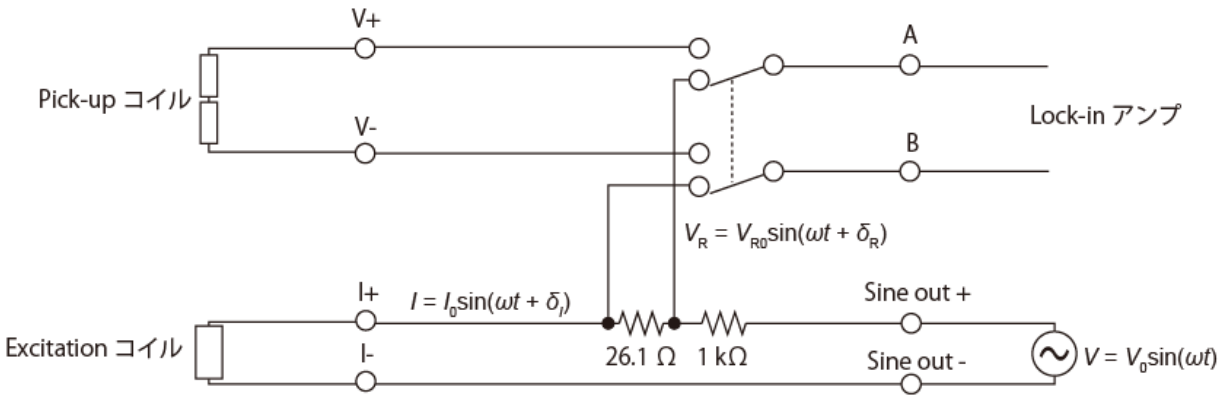
- 測定機器の機種やそれらの間の配線などを確認する。

	製造元	型番など
直流電流・電圧源（抵抗試料電流印加用）	社製	
マルチメーター（抵抗試料電圧測定用）	社製	
マルチメーター（＿＿＿＿＿温度計抵抗測定用）	社製	
ロックインアンプ（交流磁化率測定用）	社製	

（配線図 → ノートにも書くこと）

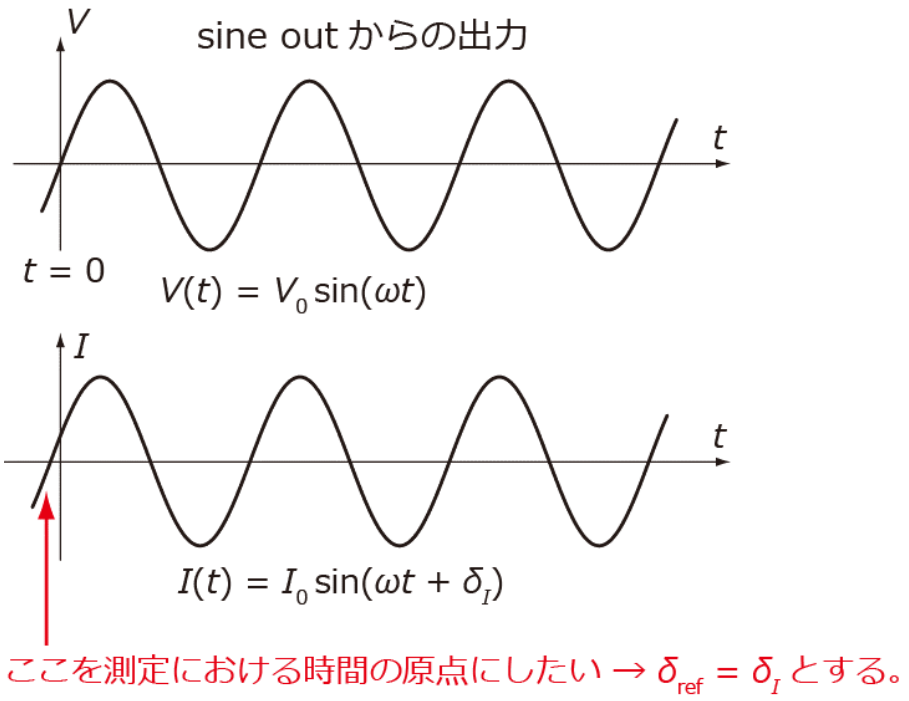
測定用 BOX の確認

- 測定用ボックスを開けてみて、内部の配線が以下のようになっていることを確認する。



このボックスの説明

- ロックインアンプの Sine out からは $V(t) = V_0\sin(\omega t)$の交流電圧が出る。（電流でないことに注意！） それに大きな抵抗（1 kΩ）を噛ませて、一定電流 $I = I_0 \sin(\omega t + \delta_I)$としている。（温度を下げることによる導線の抵抗の変化は 1 kΩ よりも十分小さいので、ほぼ電流値 I_0 は温度に依らなくなる。） ここで、ほぼ $I_0 = V_0/R$ (R = 1 kΩ)であるが、正確なところはわからない。また、微小な Phase shift δ_I がある。
- 従って、測定前に I_0 と δ_I を知る必要がある。（というか、位相に関しては、「電流の位相を原点にして」測りたい）



そのために、抵抗の両端の電圧は電流に対して_____しないことを利用する。以下の手順で行う。

① 周波数を 887 Hz に、Vout を適当な値（1 V 程度）にする。（「Freq」ボタンや「Vout」ボタンを押して、ダイヤルを回す）

② 測定 Box のスイッチを「26.1 オーム」側に倒す。

③ 「Phase」を変化させ、V_y がゼロになるようにする。（「Phase」ボタンを押してダイヤルを回す）

④ このときの V_x と Phase を記録する。ここで、I_0 =_____となり、この値は Vout を 1 kΩ で割った値に近くなるはず。また、θ は数度程度であるはず。

★もし、I_0 や Phase が大幅にずれるようであれば、何かがおかしい。（回路が切れている、グラウンドにショートしているなど） → テスタで回路をチェックするべき。

⑤ 測定 Box のスイッチを「Sample」側に倒す。

ちなみに、②～③を自動でやってくれる（V_y = 0 となる Phase を勝手に探す）のが Auto Phase である。

測定試料の準備

- 試料が劣化していないかどうか、IC ピン端子間の抵抗で確認する。表を作ってノートに記録しておく。

	I+	I-	V+	V-
I-				
V+				
V-				

- OK だったら、電気抵抗用試料をプローブに取り付ける。IC ピンをプローブの白いピンに挿す。
- 交流磁化率用試料をコイルに入れる。片方のピックアップコイルにのみ試料が入るように注意。銅線をねじでプローブに固定する。（熱接触を良くするため）
- ロックインアンプをプローブにつなぐ。
- 測定ボックスのスイッチを標準抵抗側にし、出力電圧、周波数を設定する。Auto Phase ボタンを押す（→「位相の原点」を電流位相に合わせる）。その時の Phase と、V_x, V_y の値を記録しておく。
- スイッチをコイル側に切り替え、V_x, V_y を記録する。
- 試料の逆側のピックアップコイルに磁性体を入れ、V_x, V_y の変化を記録する。
- プローブ先端にカバーをかぶせてねじ止めする。
- 測定用ケーブルをいったん取り外し、プローブをガラスデュワーに入れる。デュワーを割らないように注意!
- フランジをねじ止めする。均等に締め付ける。
- プローブに測定用ケーブルを取り付ける。
- バナナ端子付きケーブルや同軸ケーブルを配線する。

電気抵抗のチェック

- 電流源から直流電流を出力し、試料の電圧を測定する。
- 電流を反転させ、同様に電圧を測定する。
- 以上の作業をいくつかの電流値に対して行い、（$V_+ - V_-$）/ 2 がオーム則に従っていることを確かめる。（ノートに記録すること）

電流	V_+	V_-	（V_+ － V_-）/ 2

交流磁化率のチェック

- 測定ボックスのスイッチを電気抵抗側にし、出力電圧、周波数を設定する。Auto Phase ボタンを押す（→「位相の原点」を電流位相に合わせる）。その時の Phase と、V_x, V_y の値を記録しておく。
- スイッチをコイル側に切り替え、V_x, V_y を記録する。
- 以上の測定をいくつかの出力電圧に対して行う。

（ノートに記録すること）

周波数:_____

出力電圧	V_x（電気抵抗）	V_y（電気抵抗）	Phase	V_x（コイル）	V_y（コイル）

測定開始

- 電気抵抗用電流源の電流値を設定し、出力する。（上でオーム則が成立していると確かめた範囲内の電流値を使う）。使う電流値はノートにきちんと記録しておくこと!
- Lock-in アンプの出力電圧と周波数・位相を設定する。上で位相をチェックしたいずれかの値を使う。使う出力電圧などはノートにきちんと記録しておくこと!
- 測定用プログラムを走らせる。データの保存をスタートする。ファイルに記録されていることを確かめる。
- 液体窒素を徐々にガラスデュワーに入れていく。入れ終わったらタオルでガラスデュワーの開口部を覆っておく。