

Title	横になった Hartshorn Bridge Coil
Author(s)	中村, 剛; 長谷田, 泰一郎
Citation	大阪大学低温センターだより. 1973, 2, p. 14-17
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/9139">https://hdl.handle.net/11094/9139</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 横になったHartshorn Bridge Coil

京大理 中 村 剛

基礎工 長谷田 泰一郎

### § 1. はじめに

極低温で仕事をしている者にとって、交流帯磁率測定法は何ととっても便利である。昔々1934年にLeidenのWirnsma, de HaasとKramersが初めて断熱消磁の実験をやったとき、彼等は結晶を磁気天秤にぶらさげていたのである。Leiden Comm. No 229a (Physica 1, 1 (1933/34))に載っている道具立ては如何にも力づくのもので、1°K以下に温度のさがる試料を断熱を保ちながらぶらさげなければならぬわけで、大変な実験だったろうと頭の下がる思いがする。(一度見ておこうという方には、コピーを差し上げます。)ところがCaliforniaではGiauqueとMcDougalが試料を囲んだコイルの自己インダクタンスをブリッジで測定して帯磁率を求めた。(Phys. Rev. 43, 768(1933))ブリッジ法は更に改良され、断熱消磁法を一気に実用的なものとした。試料には全く手を触れずに外から、そうと測定してしまうというのは、液体ヘリウムにつかっている断熱空間の中での測定には何ととっても最適なのである。所で今では極低温での帯磁率のブリッジ測定法として定着してしまった、Hartshorn Bridgeのコイルの中で単結晶の帯磁率を測ろうという場合、感度の点は何とかなっても磁気主軸をどうやって決めるかとなるとハタと当惑するのである。縦に長い、鉛直に吊ったコイルの中で単結晶を鉛直面内で回転させるという事は原理的に可能ではあっても、コイルの中での回転角を正確に知るにはどうするかなど結構むづかしいのである。ふっとコイルの方を横にしたらと思いついた。横になったコイルの中で垂直に通した軸で回転すれば回転角度は容易に読み取れる。といても従来の三分割コイルをそのままデュワーの中で横にするわけに行かず、多少磁場の均一性を損うのは覚悟で、従来のコイルをブツ切りにした感じでサンプルコイルペアとダミーコイルペアを上下に吊してみた。予期以上にうまく行っただけで報告をしてみたい。

磁気天秤やトルク計のように結晶を外からつかまえたり、ぶらさげている方法は結晶の軸を決めたり、動かしたりするのは簡単ではあるが、極低温の実験では試料に大きな磁場がかかっていると、困る場合が多い。

極低温というすべてがエネルギーの低い領域では、磁気異方性が微弱な物質が対象になることが多いわけで、高々数ガウス程度の磁場で測る交流ブリッジの中で単結晶の測定ができるとなると研究課題に事欠

かない。

§ 2. 水平面内試料回転型Hartshorn-Bridge

我々の実験としては、反強磁性混晶 —  $Ni_x Co_{1-x} Cl_2 \cdot 6H_2O$  の容易磁化軸がNiイオン濃度  $x$  にどう依存するかを把えることで、混晶系では異方性エネルギーが小さくなる濃度もあるであろうという予想から、なるべく低磁場での測定が望まれた。

常磁性から反強磁性秩序状態にわたる広い温度域で帯磁率の異方性を測定した装置の要点をやや詳しく述べる。(Fig. 1)

今までの縦長の、三分割ないしは二分割補償コイルに替って、まずサンプルコイル（一次コイルF、二次コイルE）は中心を試料回転用アクリル棒（A）が突き抜けている。このサンプルコイルペアの持つ相互インダクタンスを補償するため、一次コイルと二次コイルの巻く方向を逆にしたダミーコイルペアをサンプルコイルペアの下に用いる。記号を説明すると；

- B: コイル支持棒（ペークライト 5 mm φ）
- D: // （アクリル 3 mm φ）
- C: 回転軸つなぎ（アクリル 15 mm φ）
- E: サンプルコイル（二次）
- F: // （一次）
- G: 試料
- H: 試料取付枠（アクリル 16 mm φ）

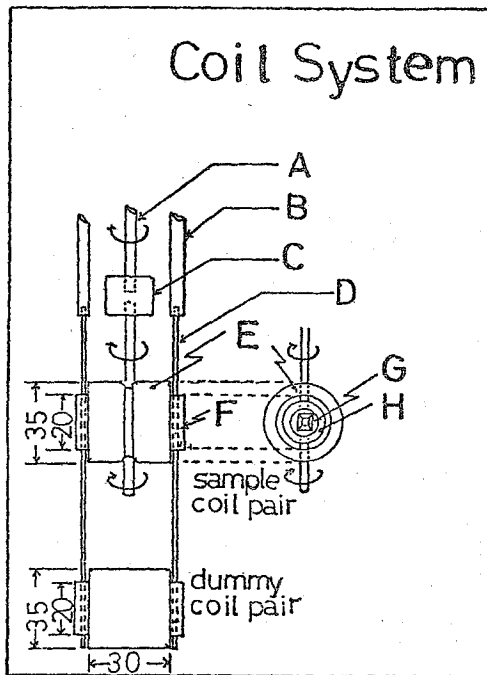


Fig. 1

		l	n	N	R(Ω)
Sample Coil	Primary	8	152	1218	87
	Secondary	8	148	1185	130
Dummy Coil	Primary	8	152	1220	90
	Secondary	8	148	1184	132

l: number of layers  
 n: number of turns per layer  
 N: total number of turns  
 R: electrical resistance at R.T.

Table. 1

線材として0.14 mmφホルマル被服銅線を用いた。(Table 1) 両コイルペアは、ぴったりひっつけて重ねて案外うまく打消し合うもので、間隔については微妙な調整はいらない。

### § 3. 測定

典型的な例として、 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ と $\text{Ni}_{0.33}\text{Co}_{0.67} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ の測定結果をFig. 2及びFig. 3に示した。 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ の場合、容易磁化軸は中性子回折及び反強磁性共鳴の実験によるとc軸から $115^\circ$ 離れた $a'$ 軸にある。大分以前の筆者の一人(T. H)の低磁場帯磁率の測定ではc軸から $90^\circ$

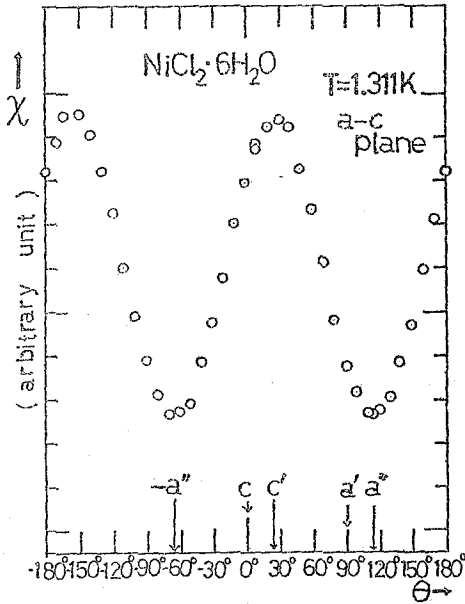


Fig. 2

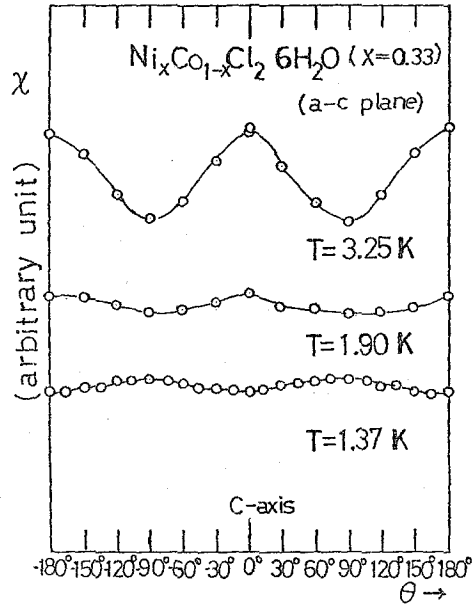


Fig. 3

離れた $a'$ 軸ではないかという結果になっていたのでまずやり直してみた。Fig. 4を見ると $115^\circ$  c軸から離れていることがよく分かる。またFig. 5をみると $x = 0.33$ では容易磁化軸は $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ と同じc軸であることがわかる。

### § 4. 改良型

原型ではサンプルを引き抜かず帯磁率の絶対値は決められない。現在、我々はもう少し前進してサンプルコイル中の試料を抜き出す改良型を完成させた。試料を引き抜いてブランクを測定し、標準塩をコイル中に押しこんで測定すれば、帯磁率の絶対値が求められる。

サンプルコイルはHelmholtz型のようにして、サンプルを抜き出すスリットの大きさ $15\text{mm} \times 10\text{mm}$ をとってある。(Fig. 4) ダミーコイルペアは、先に紹介した原型のサンプルコイルペアのように、

回転軸が真中を突き抜ける形となっている。

- d ; 標準試料容器
- e ; 標準試料
- h ; サンプルコイル (二次 10層)
- i ; サンプルコイルボビン (ベークライト)
- j ; スペース (アクリル)
- k ; サンプルコイル (一次 10層)
- l ; // ボビン (ベークライト)
- m ; ダミーコイル (二次 8層)
- n ; // (一次 8層)

必要な感度を得るために、原型に比して二層多くして10層巻きとした。

◎ 磁場の均一性

サンプルコイルの磁場の均一性を Fig. 5 に示しておく。改良型では勿論もう少し悪くなるがコイルの巻き方を細工すればよい。

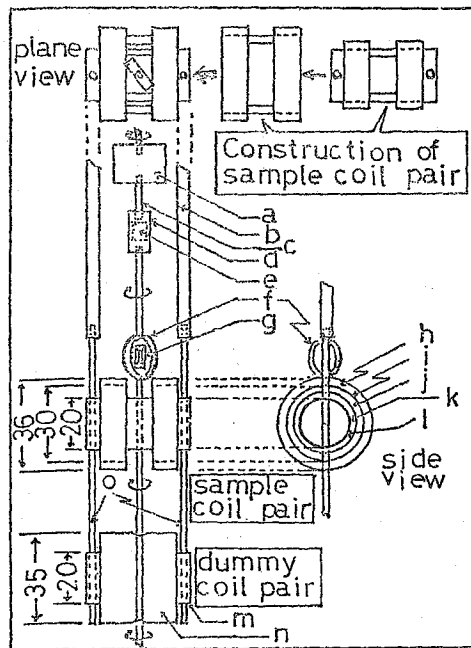


Fig. 4

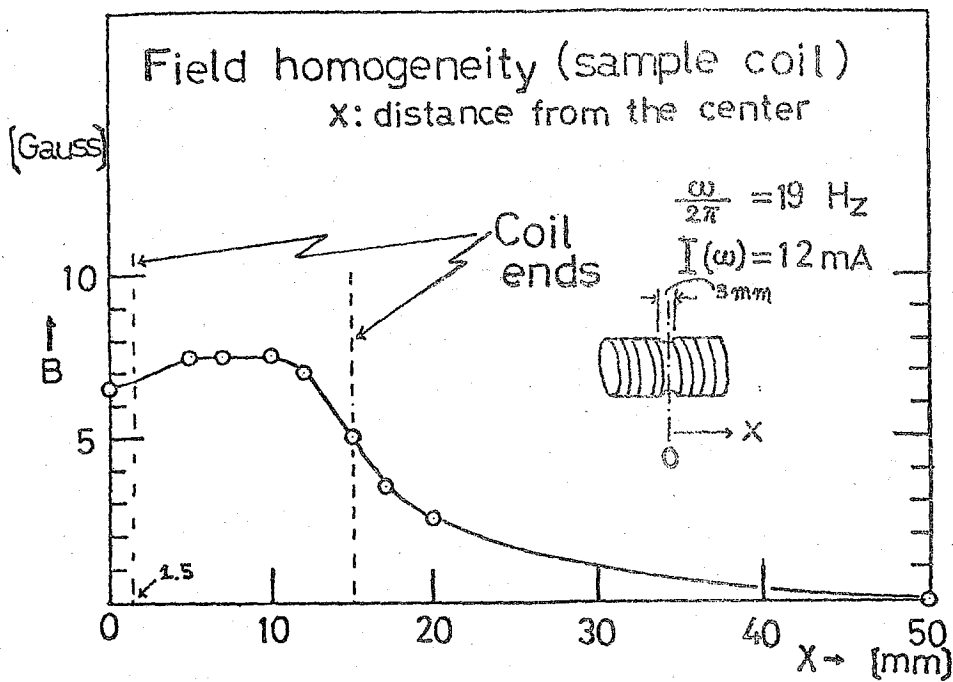


Fig. 5