

Title	超低周波領域における磁気分散 吸収測定装置の試作- サブリミヘルツまでゆらぎを追う-
Author(s)	片岡, 孝司; 松浦, 基浩
Citation	大阪大学低温センターだより. 1984, 47, p. 12-14
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/3823
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

超低周波領域における 磁気分散吸収測定装置の試作

— サブミリヘルツまでゆらぎを追う —

基礎工学部 松浦基浩, 片岡孝司 (豊中 4674)

強磁性体の帯磁率はキュリー一点に近づくと非常に大きくなる。スピン間の相関距離が限り無く伸びていくからで、それに応じて磁化のゆらぎが成長しその相関時間も限り無く長くなっていく。所謂臨界低速化の現象であって相転移点の近くで低周波の磁気分散吸収が顕著に現れてくるゆえんである。近年スピングラスをはじめ種々の乱れた系やフラストレーションのある系の秩序化に関心が寄せられている。これらの系では低速化現象はより顕著なように見える。低周波のゆらぎといえはすぐ連想されるものに所謂 $1/f$ 雑音がある。半導体、金属、生体系等あらゆる分野に現れて興味深い示唆を与えているが磁性体の中にも現れるのではあるまいか？

我々はこれまで数Hz から数百MHz の領域で $\chi^*(\omega)$ を測定し主に臨界揺動の動的側面をしらべてきたが、二三の例については以前本誌にも紹介した¹⁾。今回は測定領域を更に低い周波数へ拡張する最近の試みについて概略を紹介したい。

低周波での $\chi^*(\omega)$ の測定法の一つに不平衡法がある。試料なしで平衡状態にある相互誘導コイルに試料を挿入したとき誘起される不平衡信号の振幅と位相を測定するものでここで紹介するものと原理的には同じである。但し従来のもとの相違点が二つある。数Hz 以下の遅い励起信号の発生やその応答信号の同期検波に既製市販の標準信号発生器やロックイン増幅器が使えないために、これらの機能をマイクロコンピュータ(マイコン)を用いてデジタル処理する方式を採用したことが第一点である。このように遅い周波数領域でマイコンによるデジタル処理を行うと一回の測定時間が比較的長くなり測定の繰り返し回数を十分多くするのが難しい。従って積算による S/N 比の改善が望めないが高感度信号検出可能なSQUID磁束計と組合せたのが第二点である。図1は我々がこれまで使用してきたSQUID磁束計による磁化と帯磁率の同時測定装置の概略図である。我々は今回の目的にこれをそのまま利用することとし、図中の点線で囲んだ部分を新しく試作した。

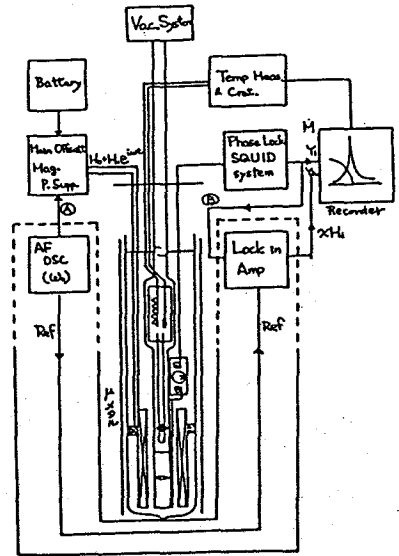


図1. SQUID磁束計を用いた χ , M 同時測定系

図2は試作部分のブロック図である。先ず16.384 MHzの水晶振動子を用いて標準パルス時系列を作り、コンピューターの指令に応じて適当に分周し時間ベースに従って所要の周波数を設定する。この出力パルスを12ビットの自動反転アップダウンカウンタに入れてその出力をP-ROM (Programable-Read Only Memory)のアドレス信号とする。P-ROMには予めマイコンによって正確に計算した正弦関数値を $1/4$ 周期を12ビットに分割して覚え

込ませてあり出力側には図のような 2×12 ビット単位の正弦波半波が得られる。これをD-A変換した後アップダウンカウンタの零点ごとに出る参照信号により半周期ごとに極性変換を行うと所要の正弦波が得られる。一周期は 4×12 ビット = 16384に分割されているので分周を 10^{-3} としておけば丁度1 Hzが得られることになる。現在この装置では $10 \sim 10^{-7}$ Hzを作ることが出来る。さてこうして得られた正弦波出力は適当に増幅などして試料の励振コイルに送られる。受信コイルに誘起された不平衡信号はSQUID磁束計で検出されるがその出力信号は適当に増巾してA-D変換した後マイコンに入力記憶させる。しかる後、予め記憶させた標準参照用信号の位相に同期してマイコンにて積分を実行して x' と x'' とを算出している。ところでマイコンにデータを入力し記憶させるには有限時間が必要で(現在 $\sim 200 \mu\text{sec}$)、一周期 4×12 ビットのデータを全て記憶させることは大変非効率である。従って実際には12ビットのアップダウンカウンタの零点参照用信号を適当に分周してその出力パルスでA-D変換をトリガーし、データの間引きを行っている。現在は $1/32$ に分周して512点のデータを採取している。

さてこの装置を作動させるに当たっての最大の悩みはマイコンとSQUIDの相性の悪さといえる。マイコン本体が様々な機能制御用に出すパルス信号は高感度を旨とするSQUID検出器への格好の雑音源となり動作が不安定になってしまうのである。相性の悪いものは、嫁姑の関係に限らず事情が許せば別居させるのが最良の解決策とされているわけで、我々はSQUID系本体と周辺機器は全て電波暗室の中に入れ、マイコンとそれに近接する上述の試作装置は室外に放り出すことにした。暗室内外の入出力リード線には高域フィルターを介在させた上、適当な「おまじない?」を施して何とか両者をうまくとりなすことが出来るようになった。

さて、1, 2の測定例を図3と図4に示した。図3はランダム希釈系蟻酸マンガン亜鉛混晶の転移点近傍でのCole-Cocceプロットであり、図4は塩化コバルトのグラファイト層間化合物について測定した 0.005 Hz での $\chi'(\omega) - T$ 曲線である。これらの物質の特徴については既に本誌でも紹介した^{2,3)}ことがあるので参照してほしい。まだまだ改善の余地が沢山ありこれは中間報告にすぎないが、こんな

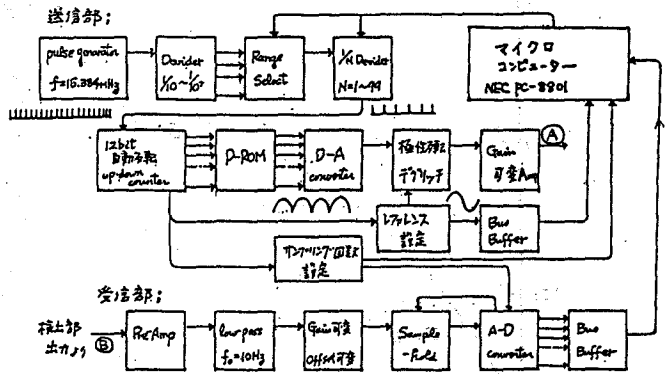


図2. ブロックダイアグラム

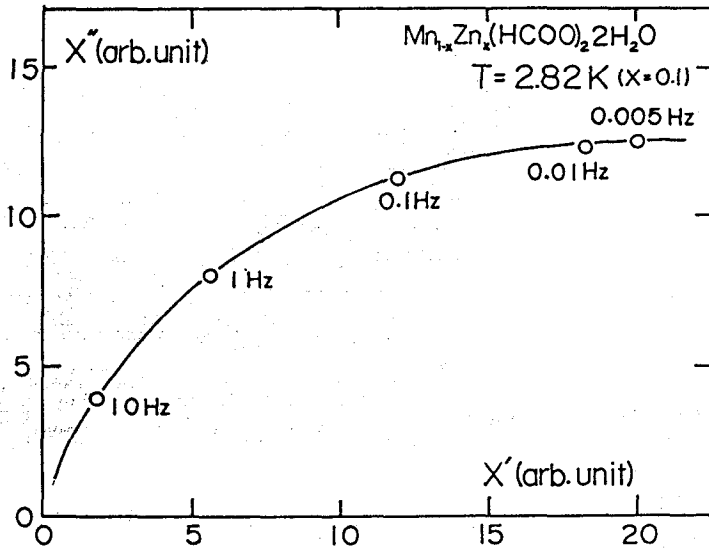


図3. Cole - Cole プロットの例 (蟻酸マンガン亜鉛混晶)

に低い周波数領域でも $\chi^*(\omega)$ が測れてみると何か面白そうなのが期待出来そうだなと感じて下されば幸いである。

この装置の開発試作は遠藤泰永氏(現在住友重機勤務)によってなされた。⁴⁾ 現在は筆者の一人片岡孝司が役を引き継いで漸進的に改良を進めている。最後に超低周波 $\chi^*(\omega)$ の有効性必要性を説き起し常に筆者等を叱咤激励された長谷田泰一郎教授、この装置の設計から製作の各段階で我々の相談に快く応じ、有益な如言をしていただいた本学部制御工学科白江研究室、若林淳右氏に感謝して末筆としたい。

参 考 文 献

- 1) 本誌 25巻 7頁。
- 2) 本誌 10巻 2頁。
- 3) 本誌 39巻 10頁。
- 4) 遠藤泰永: 修士論文(基礎工学部1983年)。

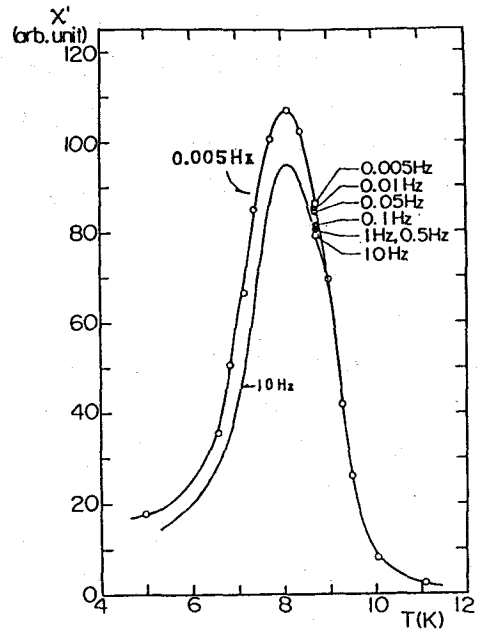


図4. $\chi'(\omega) - T$ 曲線例 (塩化コバルトのグラファイト層間化合物)