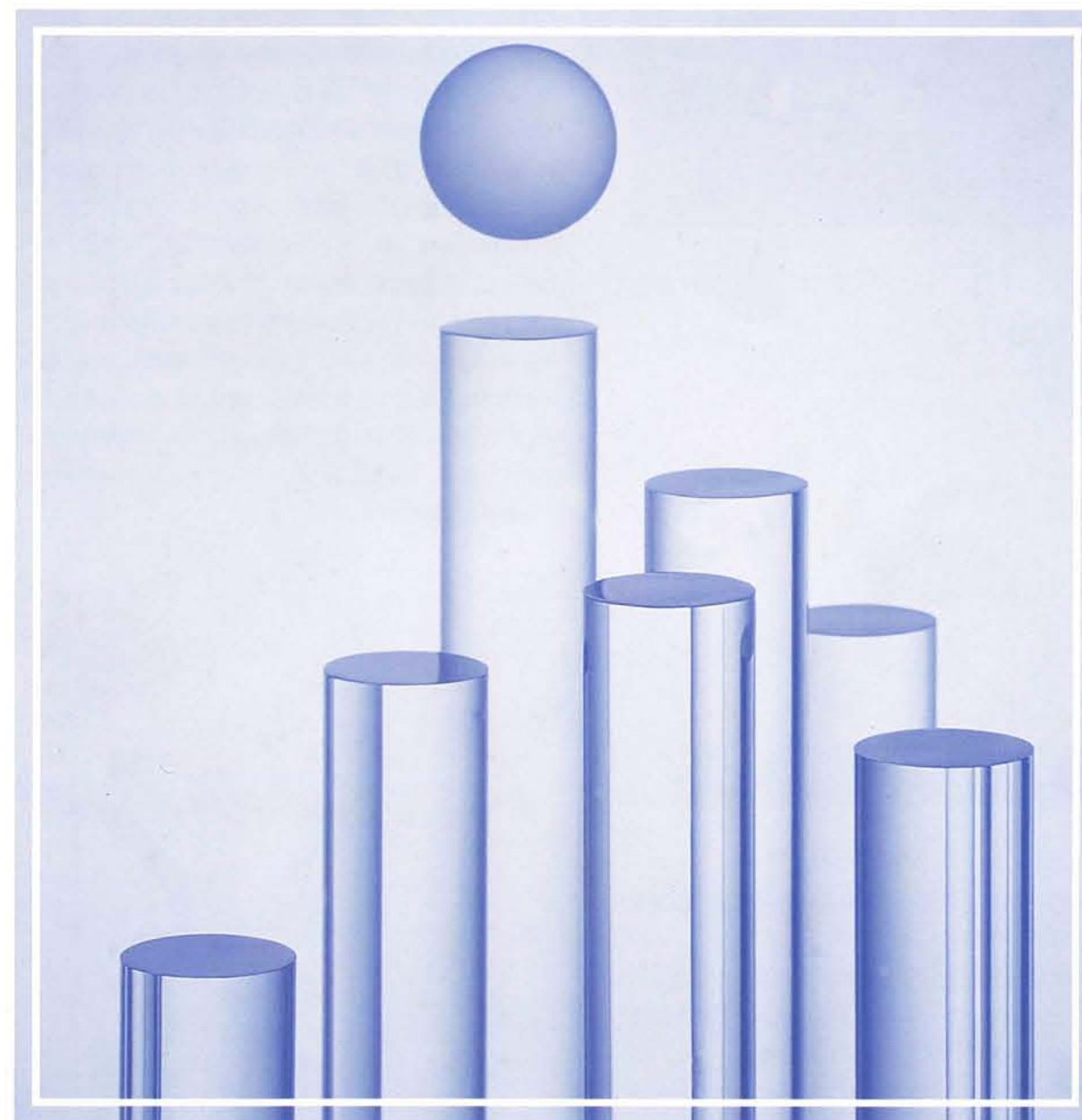


振動試料型磁力計

Vibrating Sample Magnetometer



営業品目

- | | | | |
|-------------|----------------|---------------|-------------|
| ●磁場中熱処理装置 | ●層間抵抗試験機 | ●測定用電磁石 | ●交流磁歪測定装置 |
| ●連続磁性測定装置 | ●MR測定装置 | ●電磁石励磁用電源 | ●磁気異方性トルク計 |
| ●ヘルムホルツコイル | ●残留磁化測定装置 | ●走査型磁気力分布測定装置 | ●単板磁気測定装置 |
| ●配向用ソレイドコイル | ●多試料回転式磁化測定装置 | ●プラズマボタン溶解炉 | ●振動試料型磁力計 |
| ●自動エプスタイン装置 | ●デジタル磁束計 | ●パルス磁化測定装置 | ●磁化ベクトル測定装置 |
| ●ホール効果測定装置 | ●希土類磁石温度係数測定装置 | ●直流自記磁束計 | ●特注計測試験装置 |
| ●磁気シールド評価装置 | ●磁気テープ用脱磁装置 | ●ガウスメータ | ●その他自動省力化装置 |

TOEI 東共工業株式会社

東京都町田市忠生 1丁目8番地13 〒194
TEL. (0427)91-1211 (代表) FAX. (0427)92-0490

販売代理店



VSM

振動試料型磁力計

概要

振動試料型磁力計は、均一磁界中におかれた試料を一定振動数及び一定振幅で単振動させて、試料近傍に配置された検出コイルに誘起する誘導起電力により磁化特性を連続的に測定する装置です。単にVSMと呼ばれることもあります。

また、この方式を開発したS.Fonerの名に因んでフォナー型磁力計ということもあります。従来、磁化の精密測定には、不均一磁界中で磁性体に働く力を測定するFaraday法（磁気天秤、磁気振子等）が使用されていましたが、最大の欠点は残留磁化の測定が出来ない事、連続して磁化曲線が測定出来ない事、取扱がむずかしい事、等です。それに反して、本装置は、残留磁化の測定には最も適し、しかも零点移動がなく、取扱が簡単等の大きな利点があります。

各種磁性材料の帯磁率、角度依存性、磁気変態点、磁化特性等の精密測定や品質管理等に広範囲に亘って使用できます。さらに、パソコンを利用し測定データ処理及び測定制御が可能で、接続の為のインターフェイスやソフトウェアを準備して居ります。

原理

試料が磁気双極子とみなせる場合、下図のように、原点に大きさがMでX方向に向いた磁気双極子があり、Z方向に角振動数 $\omega(2\pi f)$ 、振幅aで単振動をしている場合、検出コイルの中心軸をX軸に平行となるように配置すれば、ある点A(x,y,z)につくる双極子磁界のX成分 H_x は次のようになります。 $Z=asin\omega t$ とすると

$$H_x(A) \approx \frac{M}{4\pi\mu_0} \left\{ \frac{1}{r^3} + \frac{3x^2}{r^5} \right\} + \frac{3M}{4\pi\mu_0} \left\{ \frac{5x^2z}{r^7} - \frac{z}{r^5} \right\} Z$$

となり、点Aに生じる振動磁界 $H_x(A, \omega)$ は

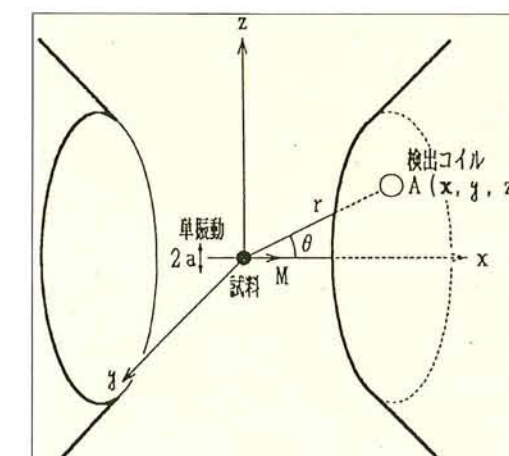
$$H_x(A, \omega) = \frac{3M}{4\pi\mu_0} \left\{ \frac{5x^2z}{r^7} - \frac{z}{r^5} \right\} Z$$

となります。点Aに巻数N、断面積Sのコイルを置くと、この振動磁界によって生じる誘導起電力V(t)は

$$V(t) = \frac{3Ma\omega NS}{4\pi} \left\{ \frac{z}{r^5} - \frac{5x^2z}{r^7} \right\} \cos\omega t$$

となり、誘導起電力の振幅は磁化Mと $a\omega$ の積に比例し、その周波数も ω であることがわかります。

よって、振幅a、周波数fが常に一定になるようにMを振動させれば誘起起電力Vは磁気モーメントMに比例します。磁性体の磁化Mは外部磁界Hにより変化しますので、外部磁界Hを変化させながらサーチコイルに誘起する電圧と磁界Hを検出することによりヒステリシス曲線(M-H曲線)を測定することが出来ます。



磁化検出原理

特長

- 長時間にわたりドリフトがありません。
- 磁界がゼロでも磁化測定が可能のため、残留磁化の測定ができます。
- 均一磁界中で磁化を測定するため、ヘルムホルツコイル電磁石、超電導マグネット等により広範囲な磁界を印加することができます。
- 感度が高く、反磁性体や常磁性体、磁性薄膜等の小さな磁化をもつ試料から、大きな磁化を持つバルク強磁性体まで広範囲な測定領域を持っています。
- 数Kから1200K付近までの広範囲な温度領域にわたり、容易に測定することができます。
- SQUID等に比べて測定時間は大幅に短縮されています。
- 試料形状に依存しないで測定することができます。
- 取扱いが簡単で、初心者でも手軽に扱うことができます。



本システムはオプションの記録計を搭載しています。

用途

- 磁化曲線の測定
- 微分曲線の測定
- 磁化の温度依存性
- 磁化の角度依存性
- レマネンス測定
- ベクトル磁化測定
- 透磁率の測定
- 高保磁力成分の測定
- 磁気転写及び消去効果測定
- 磁性塗料の分散性測定
- 磁気余効の測定
- 可逆、不可逆温度係数の測定
- 酸化物高温超電導体の測定
- 磁性粉の異方性磁界分布測定

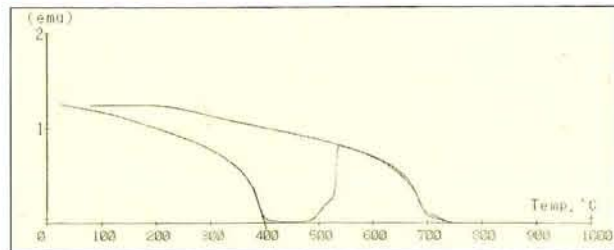
対象試料

- 磁気テープ、磁気ディスク、磁性粉、磁性トナー、磁性塗料、磁気カード
- 垂直磁化膜、光磁気膜
- ソフト・ハード磁性薄膜、人工格子膜、多層膜
- 薄帯、単結晶、微粒子
- 永久磁石、酸化物・金属・合金等のバルク材
- 酸化物高温超電導体 等

測定例

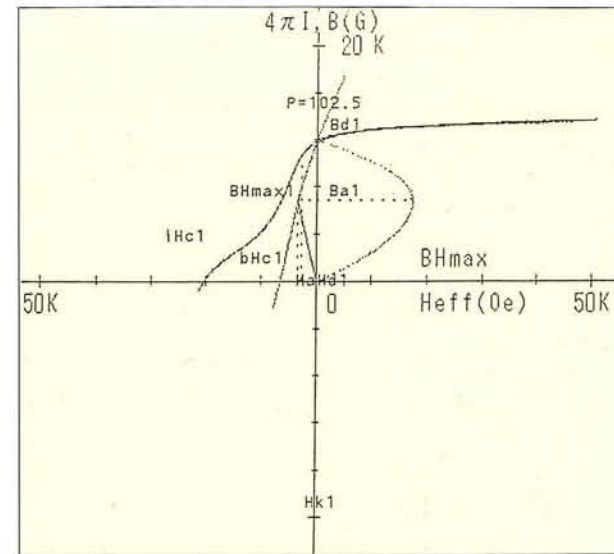
● 磁化の温度依存性 (VSM-5-18)

アモルファス



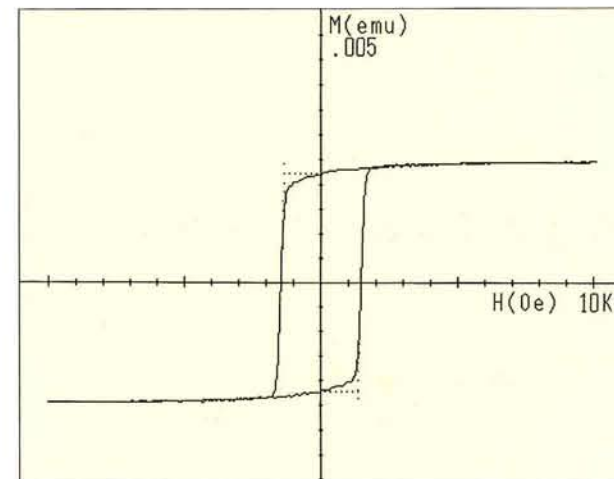
● 減磁曲線 (VSM-5SC-100)

永久磁石



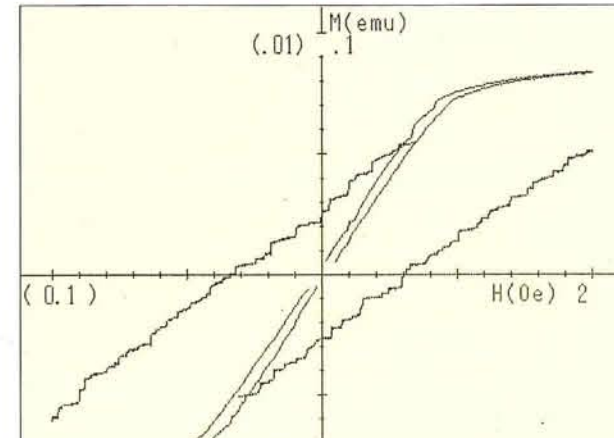
● 磁化曲線 (VSM-P7-15)

ハードディスク



● 磁化曲線 (VSM-P2H-0.2)

磁気ヘッド材料



モデル説明

例) VSM-5-18

- 最大発生磁界 (単位: kOe)
- 型式名
- 振動試料型磁力計の総称

● VSM-5型

電磁石を使用した真空中及びガス雰囲気中での温度変化測定が可能なタイプです。常温測定も可能で、発生磁界は標準で15kOe(約1.2MA/m)、18kOe(約1.4MA/m)の電磁石が用意されています。

● VSM-5SC型

超電導マグネットを使用した高磁界用タイプで、標準で50kOe(約4.0MA/m)、80kOe(約6.4MA/m)、100kOe(約8.0MA/m)が用意されています。また、液体Heを使用しない冷凍機・冷却型超電導マグネットも用意されています。

● VSM-P7型

電磁石を使用した室温専用の高感度タイプです。標準で15kOe(約1.2MA/m)の電磁石が用意されています。また、オプションのガスフロータイプの温度コントローラーを付加することにより、-50℃から200℃までの温度変化測定も可能です。

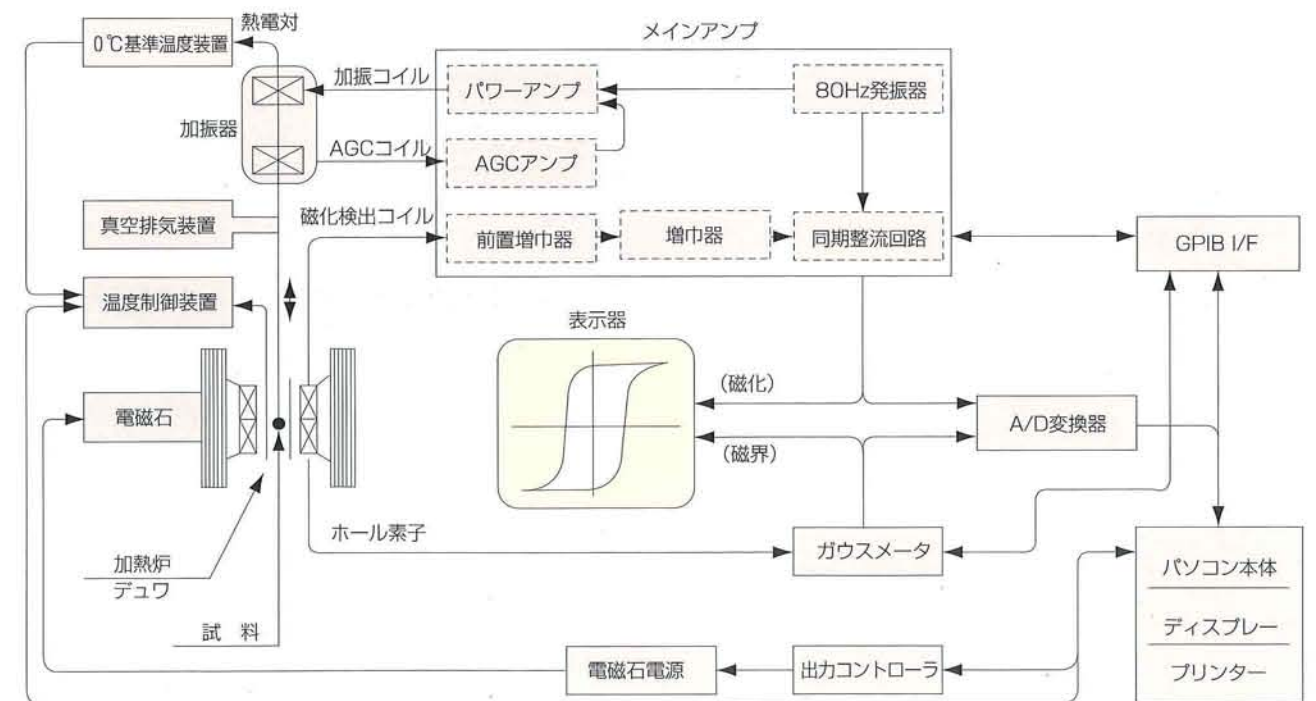
● VSM-C7型

小型電磁石を使用した室温専用のコストパフォーマンスを追求したタイプです。標準で10kOe(約0.8MA/m)の電磁石が用意されています。

● VSM-P2H型

ヘルムホルツコイルを使用したソフト薄膜試料専用の低磁界用タイプです。標準で0.2kOe(約16KA/m)のコイルが用意されています。また、オプションのガスフロータイプの温度コントローラーを付加することにより、-50℃から200℃までの温度変化測定も可能です。

■ ブロック図 (構成例 VSM-5型)



制御・解析機能

■概要

VSMのレンジ及び磁界掃引条件などの設定をパソコンから行なえるため、操作方法は従来の機種に比べてさらに容易になりました。また、データの解析も連続して行ないます。

■特長

1. 制御はGP-IB及びRS232C等を介して行ないます。
2. VSM及びガウスメータのレンジの設定制御を同時に行なうことができます。
3. 磁界の掃引はパソコンで行なうため、非常に精度の高い磁界制御が可能です。
4. 最大発生磁界も任意に設定制御することができるため分解能の高い測定が可能です。
5. データ解析用ソフトウェアは標準で用意されており、レンジの拡大にも対応して、より高精度な解析を行なえます。

■制御

1. 磁力計メインアンプ
測定レンジ及び時定数の設定
2. ガウスメータ
測定レンジの設定
3. 電磁石用電源
最大電流値の設定、電流の増減、停止、極性の切換え
4. 温度制御装置
PID、温度、プログラムパターンの設定

■解析

1. 磁化曲線（微分曲線を含む）
2. 減磁曲線
3. 磁化の温度依存性

■項目

1. 磁化曲線、微分曲線、減磁曲線のCRTへの表示
2. データの登録
3. 解析データの表示
 - 3-1. 磁化曲線及び微分曲線
Hmax, Ms, Mr, Hc, SR, OR, Ha, SFD, S*
 - 3-2. 減磁曲線
Hmax, Ms, Mr, Hc, SR, 4πIs, Br, iHc, bHc, BHmax, Ba, Ha, Bd, Hd, Hk, SR (面積比), P
4. 解析データのプリントアウト
5. 解析データの登録
6. 登録データの読み出し及び解析

■言語

MS-DOS版 BASIC

オプション機器

●低磁界測定ユニット

■概要

磁気ヘッド材料、ソフト磁性薄膜等の微小保磁力Hcの測定に有効です。

■特長

1. 磁界レンジの拡大と掃引速度の自動切換により保磁力Hcが自動拡大記録されます。
2. ヒステリシスループの自動測定が可能です。
3. 励磁方向(X方向)のみホール式ガウスメータを用いて自動的に電磁石の残留磁界をキャンセルします。
4. 磁化の校正は高純度なNi(各種サイズ有り)を用いますので、サンプルの正確な磁化Mの値が得られます。
5. サンプルの温度依存性を測定できます。測定温度範囲は、本体VSMの温度範囲と同じです。
6. 電磁石による印加磁界を併用しての測定も可能です。

■対応機種：VSM-5、VSM-P7

●磁化ベクトル測定ユニット

■概要

XY(Z)の2軸(3軸)に設けたサーチコイルにより、各軸方向のベクトル磁化を検出して、印加磁界H(Oe)との相関を2(3)次元的に測定します。

■特長

磁化ベクトル測定は磁化過程の研究に有効です。

■対応機種：VSM-5

●磁性塗料測定ユニット

■概要

磁性塗料の状態での配向性、分散性を研究評価する為の装置です。

■特長

1. 高精度で磁化の変化に追従することができます。
2. 試料は、わずかな量で測定可能です。
3. 電磁石に残留磁界補正装置及び矩形磁界発生装置を備えている為、高磁界はもちろん低磁界をも正確に発生させることができます。

■対応機種：VSM-5、VSM-P7

●室温専用高感度検出コイルユニット

■概要

室温における磁化の高感度測定に用います。

■特長

1. コイルの交換が容易です。
2. コイル交換時、磁界の校正を新たに行なう必要がありません。
3. VSM-5と重複するレンジでは、測定時間を短縮して測定することができます。

■対応機種：VSM-5

●液体Heクライオスタット

■概要

77K以下の極低温における磁化特性の測定に用います。

■特長

1. 冷却方法はガスフロー方式で、外部から液体Heを供給するため長時間の測定が可能です。
2. 試料付近の材質は非磁性で構成されているため、通常の測定感度を落とすことなく高感度で磁化測定を行うことができます。
3. 試料交換はクライオスタットを取り付けた状態で行うことができます。

■対応機種：VSM-5、VSM-5SC

●-50℃~200℃温度可変ユニット

■概要

乾燥ガス(例.N₂ガス)を液体窒素で冷却して試料に吹きつけるガスフロー方式の温度可変装置です。

■特長

1. 設定温度に達する時間が早い。
2. 試料室を真空中に引く必要がありません。
3. 取り外しが簡単です。

■対応機種：VSM-5、VSM-P7、VSM-P2H

その他のオプション類

○10倍拡大回路

磁化曲線の磁化を10倍に拡大し高磁界帯磁率の測定等に用います。
(VSM-5型の場合：0.5~200emu, VSM-P型の場合：0.2~200emu)

○逆数演算回路

磁化を逆数演算し磁気変態点等の測定に用います。

○4πI/B演算及び反磁界補正回路

低透磁率の永久磁石等の反磁界を補正し減磁曲線の測定に用います。尚、本回路を使用する時は、2ペン記録計を用います。

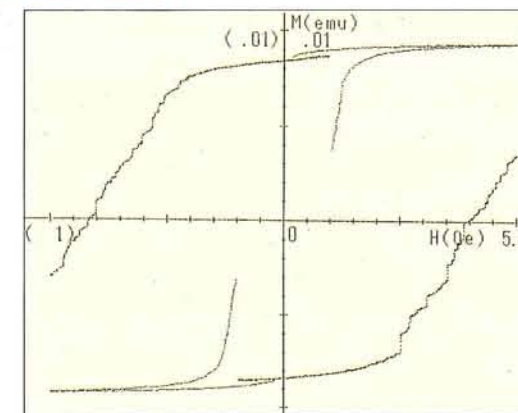
●ソフトウェア

1. 透磁率
初磁化過程から、 μ_0, μ_{max} を測定します。
2. マルテンサイト量
オーステナイト相に含まれるマルテンサイト相の割合を磁化曲線の飽和部分より求めます。
3. 高保磁力成分
所定の磁界から戻した時の残留磁化の割合を求めます。
4. レマネンス曲線
Ir曲線、Id曲線より ΔM 、ヘンケルプロットまで解析します。
5. 酸化物高温超電導体
磁化曲線、臨界電流密度、フラックスクリープ、FC・ZFCの測定ができます。

■測定例

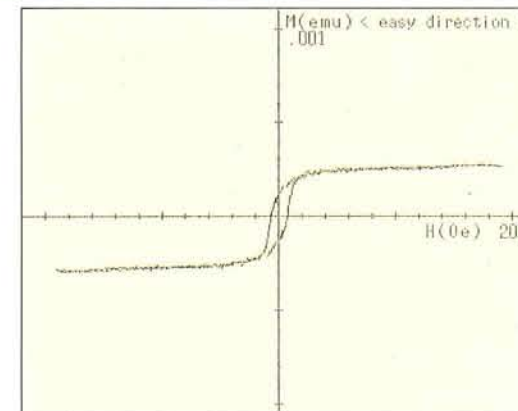
●低磁界測定ユニット

パーマロイ



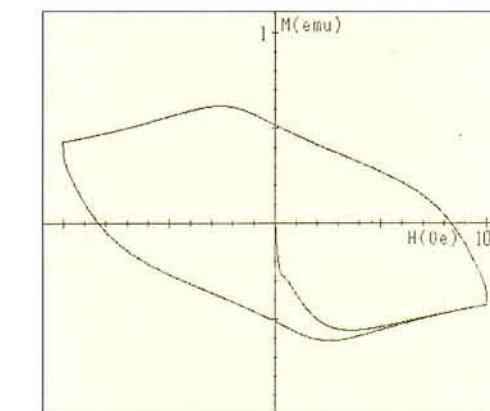
●室温専用高感度測定検出コイルユニット

ハード磁性薄膜



●液体Heクライオスタット(4.4K)

酸化物高温超電導体



●-50℃~200℃温度可変ユニット

磁気ヘッド材料

