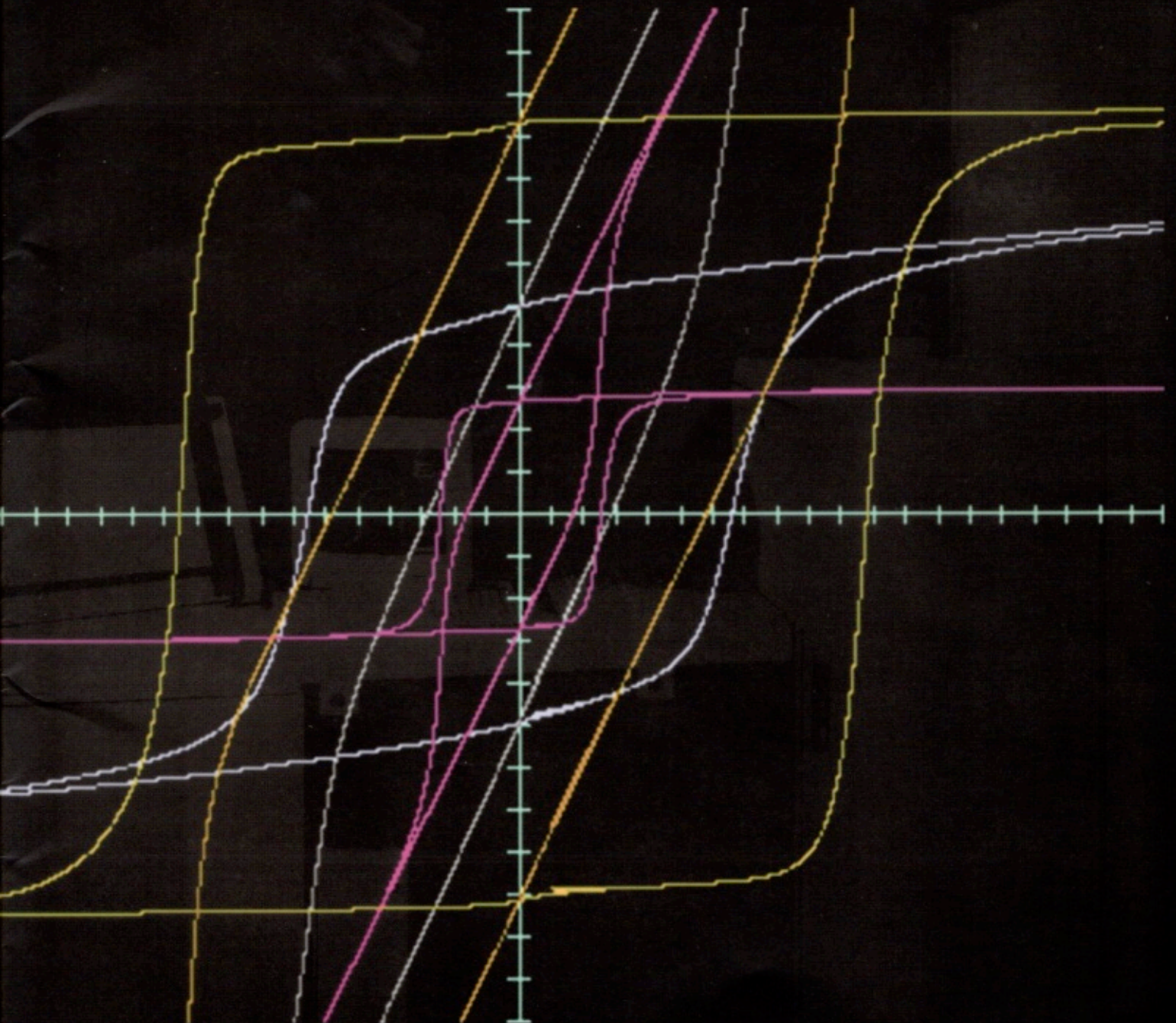


Pulsed Field Magnetometry Dual Pulse PFM 02

Pulstelmess-technik
Doppelpuls PFM 02

パルス磁界磁力計学
二重パルスPFM02



Hirst

Hirst Magnetic Instruments Ltd

In the continuing search for new Permanent Magnet materials, researchers need to measure magnetic characteristics at higher and higher fields using shorter measurement cycle times.

Pulsed Field Magnetometry not only offers an alternative to existing techniques but also offers major advantages over all established methods.

This booklet provides information on the Pulsed Field Magnetometer for research application developed by Hirst Magnetic Instruments Ltd.

In ihren fortlaufenden Bemühungen bei der Suche nach neuen Permanentmagnetwerkstoffen müssen Forscher magnetische Eigenschaften unter Einsatz von immer höheren Feldstärken und mit immer kürzeren Meßzyklen messen.

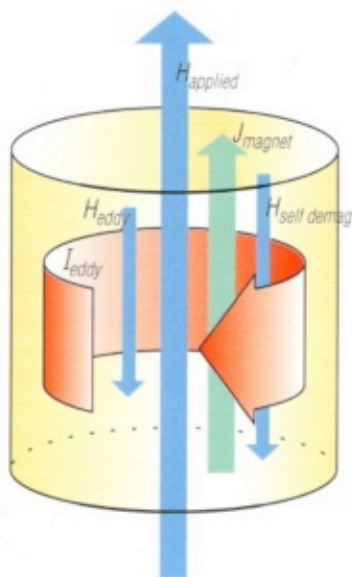
Die Pulsfeldmagnetmeßtechnik bietet eine Alternative zu den bekannten Verfahren und darüber hinaus auch wesentliche Vorteile gegenüber allen etablierten Methoden.

Diese Broschüre liefert Informationen über den von Hirst Magnetic Instruments Ltd für den Forschungsbereich entwickelten Pulsfeldmagnetometer.

新しい永久磁石材質の継続的な探究において、研究者がもっと短い時間の測定サイクルを使用して出来るだけ強い磁界で磁気特性を測定する必要があります。

パルス磁界磁力計学は既存のテクニックにとって代わるのみでなく、既成する方法よりも大きな有利をもたらします。

この小冊子はリサーチ応用としてハースト磁気計器（株）が開発したパルス磁界磁力計に関するインフォメーションについて述べてあります。



Introduction

With the arrival and continuing development of high-coercivity rare-earth permanent magnets, increasingly higher magnetic fields need to be applied to these materials to measure their magnetic characteristics.

The limited fields of electromagnets (2-2.4 Tesla) has led to the widespread use of superconducting magnets in Vibrating Sample Magnetometers (VSM's). These are typically limited to fields of less than 10 Tesla and have the inconvenience of requiring liquid Helium cooling. Their slow performance (measurement cycles of 10 minutes plus) make them unsuitable for many applications and a time consuming operation for others. Where superconducting magnets are required to generate higher fields their costs become prohibitive.

Academic and research institutes developing new materials need to apply high fields of 20 Tesla plus to

determine their full magnetic characteristics including anisotropy data obtained through Single Point Detection (SPD) techniques. This can be achieved utilising Pulsed Field Magnetometry without the need for liquid Helium cooling and with considerably shorter measurement cycle times than available with other techniques.

Pulsed Field Magnetometry

Pulsed Field Magnetometry utilises capacitive discharge to generate high magnetic fields - current laboratory record of 60 Tesla - in conventional resistive solenoids. The duration of the magnetising current is very short, of the order of milliseconds.

The technique therefore employs short measurement cycles with a small time overhead of post processing of data giving overall measurement cycles significantly shorter than available through other techniques.

Einführung

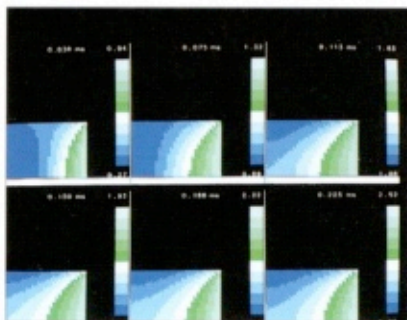
Für die in letzter Zeit entwickelten und in Zukunft zu erwartenden hochkoerzitativen Seltenerdmetall-Permanentmagneten müssen immer höhere Feldstärken aufgebracht werden, um ihre magnetischen Eigenschaften messen zu können.

Die begrenzte Feldstärke von Elektromagneten (2-2,4 Tesla) führte zu einem verstärkten Einsatz von supraleitenden Magneten in sogenannten Vibrating Sample Magnetometers (VSM, Schwingproben-Magnetometer). Diese sind gewöhnlich auf Feldstärken von weniger als 10 Tesla begrenzt und erfordern darüber hinaus Kühlung mit Flüssighelium. Aufgrund ihrer langsamen Leistung (Meßzyklen von 10 Minuten und mehr) sind sie für viele Anwendungen ungeeignet und zeitaufwendig für die restlichen. Durch den Einsatz von supraleitenden Magneten für die Erzeugung von höheren Feldstärken werden auch ihre Kosten untragbar.

Akademische und Forschungsinstitute benötigen für die Entwicklung von neuen Werkstoffen hohe Feldstärken von über 20 Tesla, um sämtliche magnetischen Eigenschaften bestimmen zu können, wie z.B. anisotropische Daten mit Hilfe von Single Point Detection (SPD, Einpunktmessung). Dies läßt sich mit Hilfe der Pulsfeldmeßtechnik realisieren, ohne Kühlung durch Flüssighelium und mit weitaus schnelleren Meßzyklen als bei anderen Verfahren.

Pulsfeldmeßtechnik

Bei der pulsfeldmeßtechnik können durch kapazitive Entladung hohe magnetische Feldstärken - der derzeitige Laborrekord liegt bei 60 Tesla - in herkömmlichen Elektromagneten erzeugt werden. Die Wirkungsdauer des Magnetisierungsstroms ist sehr kurz (im Millisekundenbereich). Das Verfahren hat also kurze Meßzyklen mit geringfügigem Zeitaufwand für die Datenausarbeitung, wodurch die Gesamtmeßzeiten weitaus kürzer sind als bei anderen Verfahren.



Simulation using finite element analysis of Dynamic magnetisation of NdFeB during magnetisation pulse.

Simulation unter Einsatz finiter Elementanalyse dynamischer Magnetisierung von NdFeB während des Magnetisierungspulses.

磁化パルス中にNdFeBのダイナミックな磁化の有
限要素分析を使用しているシミュレーション。

紹介

高飽和保磁力、希土類、永久磁石の到来とその継続的開発に沿って、これらの材質の磁気特性を測定する為に益々強力な磁界を応用する事が必要となります。

電磁石 (2-2.4テスラ) の限られた磁界は振動サンプル磁力計 (VSM's) に超伝導磁石の使用普及を導きました。これらは通常10テスラ以下の磁界に限られており液体ヘリウムを冷却しなければならぬ不便さが伴います。そして又、これらの遅い性能は (10分以上の測定サイクル) 多くに応用する事が出来ず、出来たとしても時間が掛かります。強力磁界を発生するのに超伝導磁石が必要な場合は法外なコストとなります。

新しい材質を開発している高等教育機関とリサーチ研究所は単一ポイント検出 (シングル・ポイント・デテクションSPD) テクニックから得られる異方性データを含めた材質の完全な磁

気特性を測定するのに20テスラ以上の強力磁界を応用する必要があります。これはパルス磁界磁力計学を利用してなされ、液体ヘリウムを冷却する必要がない上に、他のテクニックを使用するよりかなり短い時間の測定サイクルとなります。

パルス磁界磁力計学

パルス磁界磁力計学は容量放電を利用して強力磁界を発生します。現在の研究所の記録は在来の抵抗ソレノイドで60テスラです。磁化電流の時間の長さは大変短く約ミリ秒です。

テクニックは、それ故、データ・ポストプロセスには少し時間がかかりながらも、短い測定サイクルを使用するので、測定サイクルは総合的には他のテクニックを使用するよりかなり短くなります。

PFM Theory

Samples of permanent magnetic material to be measured, in cylindrical or similar regular shape, are exposed to a large applied pulsed magnetic field. Inductive pick up coil arrangements are positioned so that they are magnetically coupled with the sample under measurement.

The inductive pick up coil arrangement detects the applied magnetic field (H) and the magnetisation of the sample (M) the signals are digitised by high speed Analogue to Digital Converters (ADC's) and stored in memory.

This recorded raw data is then processed to remove eddy current effects, self demagnetisation factors etc and obtain the four quadrant J/H hysteresis loop measurement, anisotropy data etc.

PFM-Theorie

Zylindrische bzw. ähnlich regelförmige Proben des zu messenden Permanentmagnetwerkstoffes werden einem starken pulsierenden Magnetfeld ausgesetzt. Induktive Sondenspulen werden so angeordnet, daß sie mit der gemessenen Probe magnetisch gekoppelt sind.

Durch die induktiven Sondenspulen wird die magnetische Feldstärke (H) und die Magnetisierung der Probe (M) erfaßt und die Signale werden mittels schnellen Analog-/Digitalwandlern (ADS) digitalisiert und gespeichert.

Die aufgezeichneten Daten werden dann aufbereitet, um Wirbelstromeffekte, Eigenmagnetisierungsfaktoren usw. zu eliminieren und die Vierquadranten-J/H-Hystereseschleifenmeß- und anisotropischen Daten usw. zu erhalten.

ハルス磁界磁力計学 (PFM) 理論

円筒か同じような立方体の形の中で測定された永久磁石材質のサンプルは強いハルス磁界にさらされます。誘導性ピックアップコイルは位置に配列されているので、この配列されたコイルは測定するサンプルに磁氣的に結合されます。

誘導性ピックアップコイル配列はこの応用された磁界 (H) とサンプルの磁化 (M) を検出し、信号は高速アナログ・デジタル変換器 (ADC'S) によりデジタル化しメモリーに記録されます。

この記録された原データは渦電流の影響や自己減磁要因等を取り除く為に処理された後、四分円弧J/Hヒステリシス曲線測定、異方性データ等を出します。

Dual Pulse Technique *

A significant innovation offered only by Hirst Magnetic Instruments Ltd, is that of mathematical reduction of eddy current errors.

When a conductive material is subjected to a changing magnetic field, eddy currents will be induced, introducing possible errors in the measurement.

The PFM can be configured to keep these errors small. The Dual Pulse Technique can dramatically reduce any eddy current errors or confirm that they are insignificant.

Applying a magnetic field of a known rate of change to a sample will result in an unknown eddy current and unknown magnetisation of the sample. Application of a magnetic field with a different but known rate of change will result in a different eddy current but the same magnetisation. As the rates of

Doppelpulstechnik*

Eine bedeutende Innovation von Hirst Magnetic Instruments Ltd ist die mathematische Ausscheidung von Wirbelstromfehlern.

Wenn ein leitendes Material einem wechselnden, magnetischen Feld ausgesetzt wird, werden Wirbelströme induziert, die zu möglichen Meßfehlern führen.

Das PFM kann entsprechend konfiguriert werden, um diese Fehler gering zu halten. Mittels der Doppelpulstechnik können Wirbelstromfehler besonders stark reduziert bzw. gewährleistet werden, daß sie nicht ins Gewicht fallen.

Wenn an einer Probe ein magnetisches Feld, dessen Wechselhaftigkeit bekannt ist, angelegt wird, entsteht ein unbekannter Wirbelstrom und eine unbekannt Magnetisierung der Probe. Wenn ein magnetisches

change of magnetic fields are known, the relationship between the resultant magnetic fields are known and can therefore be calculated and removed from the magnetisation during the automatic post processing. This techniques is unique to Hirst Magnetic Instruments Ltd.

* Patent Applied for.

Feld mit einer anderen, ebenfalls bekannten Wechselhaftigkeit angelegt wird, entsteht ein anderer Wirbelstrom, jedoch die gleiche Magnetisierung. Da die Wechselhaftigkeit der magnetischen Felder bekannt ist, ist auch das Verhältnis zwischen den resultierenden magnetischen Feldern bekannt, daher ist es möglich, die jeweiligen Faktoren mittels der automatischen Datenaufbereitung zu berechnen und von der Magnetisierung zu trennen. Dieses Verfahren wird einzig und allein von Hirst Magnetic Instruments Ltd angewandt.

*Patent angemeldet.

二重ハルス テクニック*

ハースト磁気計器 (株) だけが提供出来る著しい技術革新は渦電流エラーの数学的な減少です。

導電材質が変動磁界にさらされている時、渦電流は誘導されて測定に起こりうるエラーをもたらします。

PFMはこれらのようなエラーを少なくするように設定されます。二重ハルステクニックはどんな渦電流エラーでも劇的に減少又は無視してもよい渦電流エラーである事を確認します。

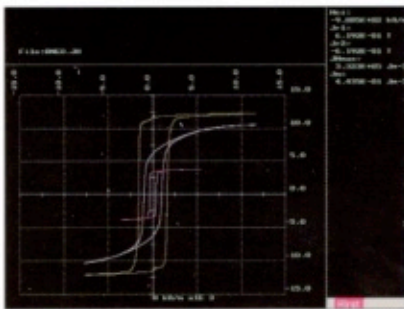
サンプルに既知の変更率の磁界を応用するとサンプルの未知の渦電流と未知の磁化の結果となります。既知の変更率、しかし異なった率での磁界を応用すると上記と異なった渦電流であるが磁化は上記と同じ結果となります。磁界の変更率は分かっているので上記の結果として生じ

る磁界間の関係も分かります。それ故、自動ポストプロセス中にこの関係を計算する事が出来るので磁化から取り除く事が出来ます。このテクニックはハースト磁気計器 (株) 独特のものです。

* 特許権申請中

Hirst Magnetic Instrument's Dual Pulse, Pulsed Field Magnetometer PFM02

PFM02

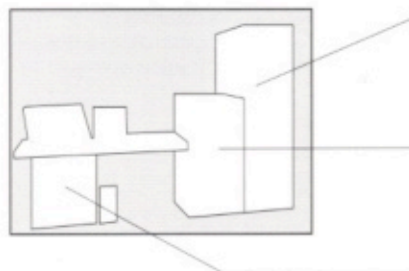


Full loop measurements of sintered and bonded Neodymium Iron Boron and Barium Ferrite.

Hirst Magnetic Instruments' 20 Tesla Dual Pulse, Pulsed Field Magnetometer PFM02 with manual sample loading.

Das Doppelpuls-Pulsfeldmagnetometer PFM02 mit 20 Tesla von Hirst Magnetic Instruments mit manueller Probeneinführung.

ハースト磁気計器の20テスラ二重パルス手動式サンプル積載付きパルス磁界磁力計PFM02。



Capacitive Discharge Unit
Der Kapazitätsentladungsteil
容量放電ユニット

Measurement Unit
im Meßteil
測定ユニット

Instrumentation Unit
Das Meßinstrument

The PFM02 Pulsed Field Magnetometer utilises the Dual Pulse Technique and is designed to generate fields up to 20 Tesla for the measurement of Permanent Magnet materials for research and development applications.

The Capacitive Discharge Unit controls, stores and discharges the electrical charge on the main capacitor bank. When discharged current flows from this unit through the Measurement Unit.

The Measurement Unit contains the main magnetising solenoid, inductive pick up coils, magnet sample and sample holding mechanism together with temperature controlled environment (option). During the discharge signals from the inductive pick up coil arrangement are fed to the Instrumentation Unit.

The Instrumentation Unit integrates and digitises the incoming measurement signals and caches them in a high speed memory. This is then down loaded after the discharge to the host computer for post processing, data storage and record handling.

Das Pulsfeldmagnetometer PFM02 beruht auf der Doppelpulstechnik und kann Feldstärken bis zu 20 Tesla erzeugen, die für die Messung von Permanentmagnetwerkstoffen im Forschungs- und Entwicklungsbereich dienen.

Der Kapazitätsentladungsteil regelt, speichert und entlädt die elektrische Ladung der Hauptkondensatorbatterie. Bei Entladung fließt von diesem Teil Strom zum Meßteil.

Im Meßteil befinden sich der Hauptmagnetisierungsmagnet, die induktiven Sondenspulen, die Magnetprobe und die Probenhalterung in einer temperaturgeregelten Umgebung (Option). Während der Entladung gelangen von den induktiven Sondenspulen Signale zum Meßinstrument.

Das Meßinstrument integriert und digitalisiert die eingehenden Meßsignale und überträgt diese in einen Speicherspeicher. Der Speicherinhalt wird nach der Entladung in den Hostcomputer übertragen und dort aufbereitet, gespeichert und registriert.

PFM02パルス磁界磁力計は二重パルス・テクニックを利用しリサーチと開発応用の目的で永久磁石材質の測定をする為に20テスラ迄の磁界を発生するようデザインされています。

容量放電ユニットは主要キャパシタバンクの電荷を制御し、蓄電し、そして放電します。放電された時電流は測定ユニットを通過してこのユニットから流れます。

測定ユニットは温度調整環境（オプション）と共に主要磁化ソレノイド、誘導性ピックアップコイル、磁石サンプルとサンプル保持メカニズムを収容しています。放電の間、誘導性ピックアップコイル配列からの信号は計器ユニットへ伝えられます。

計器ユニットは受信測定信号を積分しデジタル化し、これを高速メモリーに貯えます。そして放電した後ポストプロセスをする為やデータ貯蔵そして記録処理をする為に中核コンピューターにダウンロード（送る）します。

Samples to be tested are mounted in the sample holders and are then individually attached to the plunger and inserted into the Measurement Chamber of the PFM02 for measurement (manual system). Using the host PC the researcher initiates pre programmed measurement routines.

The PFM02 then carries out an automatic process, provided that all safety interlocks are correct.

Data is downloaded to the Host PC and the researcher permits the PFM02 to process the raw data by a pre programmed post processing routine to give full magnetic measurement information. Records of measurements are filed on the PC hard disk in a structured form including comprehensive data.

The results are displayed in graphical and tabular form on the Host PC with hard copy being supplied by colour ink jet printer or plotter (option).

Die zu testenden Proben werden in der Probenhalterung befestigt und dann einzeln an der Schwingspule angebracht und in die Meßkammer des PFM02 zur Messung eingeführt (manuel). Unter Einsatz des Hostcomputers leitet der Tester vorprogrammierte Meßroutinen ein.

Das PFM02 startet anschließend einen automatischen Ablauf (nur wenn alle Sicherheitsverriegelungen in Ordnung sind).

Die Meßdaten werden zum Hostcomputer übertragen und der Tester läßt das PFM02 die Rohdaten eine vorprogrammierte Aufbereitungsroutine ausarbeiten, um vollständige magnetische Informationen zu erhalten. Die Meßdaten werden auf der Computerfestplatte in strukturierter und umfassender Form registriert.

テストされるサンプルはサンプルホルダーに置かれ、個々にプランジャにつけられてから測定のためにPFM02の測定室へ差し込みます (手動式)。ホストPCを使用して研究員は事前にプログラムされた測定順序を始めます。

PFM02は全ての安全インターロックが正確であれば、自動処理を行います。

データはホストPCにダウンロードされ、PFM02が完全な磁気測定インフォメーションを出す為に研究員は事前にプログラムされたポストプロセスをする手順で原データを処理し始めます。測定の記録は包括的なデータを含む整理された形でPCハードディスクにファイルされます。

The pre programming of measurements and post processing routines enables a high throughput of samples. All pre programming is carried out by selecting options within a windowing user interface.

Die Ergebnisse werden am Hostcomputer in grafischer und tabularischer Form angezeigt, eine Hardcopy wird durch einen Farbstrahldrucker oder Plotter (Option) produziert.

Durch die Vorprogrammierung der Messungen und der anschließenden Datenaufbereitungsroutinen ist ein hoher Probendurchsatz möglich. Die Vorprogrammierung erfolgt durch einfache Auswahl von Optionen über eine fenstergesteuerte Benutzeroberfläche.

結果は図式と表式でホストPC画面にディスプレイされ、ハードコピーはカラーインク・ジェットプリンターやプロッター (オプション) で得られます。

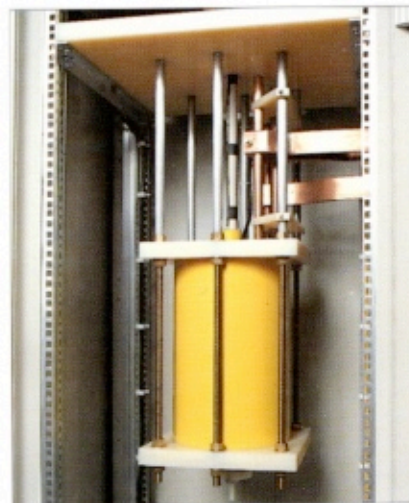
測定とポストプロセスをする手順の事前プログラムは多くのサンプルを扱う事を可能にします。全ての事前プログラムはウインドウ型ユーザーインターフェース内でオプションを選択して行われます。



Various sizes of sample can be positioned in the appropriate sample holder. These are fitted to the sample rod and inserted into the Measurement Chamber. (Manual sample system)

Verschiedene Probengrößen können an den Probenhaltern befestigt werden. Diese werden am Probenstab angebracht und in die Meßkammer eingeführt (manuelles System).

各種サイズサンプルは適切なサンプルホルダーに定置されます。そしてサンプルロッドに取り付け測定室へ差し込みます。(手動サンプルシステム)



The PFM02 magnetising solenoid assembly and suspension with Temperature Controlled Environment removed.

Die Magnetisierungsmagneteinheit des PFM02, ohne temperaturgeregelte Umgebung.

PFM02誘導性ビックアップコイルのアッセンブルと調整メカニズム。

Option - Temperature Controlled Environment

The PFM02 can be supplied with a Temperature Controlled Environment in which samples can be measured at temperatures other than room temperature. This is particularly important when considering Anisotropy measurements. For details contact Sales Office.

Option - Automatic Sample Loading

Enabling multiple samples to be measured automatically to pre programmed requirements. For details contact our Sales Office.

Option - Temperaturgeregelte Umgebung

Das PFM02 kann mit einer temperaturgeregelten Umgebung geliefert werden, in der Proben nicht nur bei Raumtemperatur, sondern auch unter anderen Temperaturen gemessen werden können. Dies ist vor allem für anisotropische Messungen von Bedeutung. Nähere Informationen sind vom Verkauf erhältlich.

Option - Automatische Probeneinführung

Dadurch können automatisch mehrere Proben gemäß Vorprogrammierung gemessen werden.

Option - Farbdrucker

Zur Ausgabe von farbigen Druckausgaben steht ein passender Farbstrahlendrucker/-plotter zur Auswahl. Genaue Angaben sind vom Verkauf erhältlich.

Option - Colour printer

A suitable ink jet printer/plotter can be supplied to produce colour hard copy. For detailed specification contact our Sales Office.

Option - Additional pickup coils

These are available for smaller sample sizes including flake samples. For details contact Sales Office.

Option - Sample Holders

Sample Holders are supplied with the PFM02. Additional holders can be supplied or easily manufactured locally.

Option - Zusätzliche Sondenspulen

Können für kleinere Proben - wie z.B. Flockenproben - angefordert werden. Nähere Informationen sind vom Verkauf erhältlich.

Option - Probenhalter

Das PFM02 wird mit Probenhaltern geliefert. Zusätzliche Halter können geliefert oder einfach vor Ort angefertigt werden.



PFM02 inductive pickup coil assembly and adjustment mechanism.

Induktive Sondenspulen und Einstellmechanismus des PFM02.

温度調整環境を取り外したPFM02磁化ソレノイドアセンブリとサスペンション。

オプション - 温度調整環境

PFM02は温度調整環境と共に供給する事が出来、サンプルは室内温度の他に環境温度で測定出来ます。これは異方性測定を考える時に特に重要になります。詳細はセールスオフィス迄連絡下さい。

オプション - 自動サンプル積載

事前にプログラムされた必要条件に一致して多数のサンプルを自動的に測定する事が出来ます。詳細はセールスオフィス迄連絡下さい。

オプション - カラープリンター

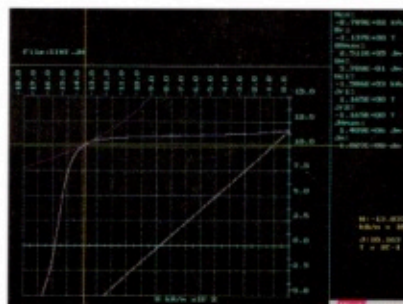
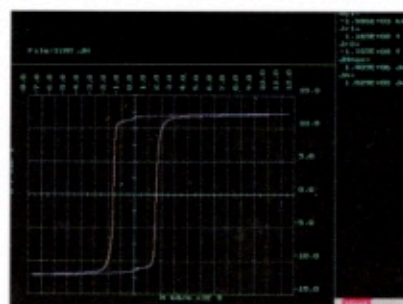
カラー・ハードコピー用に適したインクジェットプリンター/プロッターが供給出来ます。詳細な仕様はセールスオフィス迄連絡下さい。

オプション - 予備ピックアップコイル

薄片サンプルを含めた小さめのサンプルサイズがあります。詳細はセールスオフィス迄連絡下さい。

オプション - サンプルホルダー

サンプルホルダーはPFM02と共に供給されます。予備ホルダーは供給出来、また、地元で簡単に製造出来ます。



Vacodym 370HR sintered Neodymium Iron Boron. 15 T full loop and second quadrant J and B detail.

PFM02 is a *Dual Pulse Pulsed Field Magnetometer* designed to generate 20 Tesla pulsed fields for the Magnetic Materials Research and Development application specification:

Das PFM02 ist ein *Doppel-puls-Pulsfeldmagnetometer*, das für die Erzeugung von Pulsfeldern mit 20 Tesla ausgelegt ist und für die Entwicklung von magnetischen Werkstoffen dient.

PFM02は二重パルス・パルス磁界磁力計で磁気材質リサーチ及び開発応用仕様の目的で20テスラパルス磁界を発生するようデザインされたものです。

Maximum Field (H): 20 Tesla Peak (15.9 x 10⁶ A/m)
 Max. Feldstärke (H):
 最大磁界 (H) : 20テスラ ピーク (15.9x10⁶ A/m)

Reverse field: 15 Tesla (11.9 x 10⁶ A/m min)
 Gegenfeld:
 逆磁界 : 15テスラ (11.9x10⁶ A/m min)

Maximum sample diameter: 10 mm
 Max. Probedurchmesser:
 最大サンプル直径 :

Maximum Sample Length: 15 mm
 Max. Probenlänge:
 最大サンプル長さ :

Field reproducibility: better than 1 part in 10³
 Feldwiederholbarkeit:
 磁界再現性 : 10³に1より良い :

Maximum energy: 20 K Joules
 Höchstenergie:
 最大エネルギー :

Maximum working voltage: 3 KV
 Max. Betriebsspannung:
 最大使用電圧 :

Mains input: 110/240 volts 50/60 Hz
 Netzeingang:
 電力 : 110/240ボルト50/60ヘルツ

Weight: 800 kg approx.
 Gewicht:
 重さ :

Instrumentation

計器

Data rate: Selectable - up to 10 megasamples per second
 Datenrate:
 データ率 : 選択可能-各チャンネルは1秒毎10メガサンプル迄

Resolution: 12 bits including sign
 Auflösung:
 分解能 : サインを含めて12ビット

Integrator type: Differential type with auto drift correction.
 Integrator typ: Software selectable gains.
 積分器タイプ : オート・ドリフト補正付き差動形ソフトウェア選択可能ゲイン

H measurement accuracy: better than 1.5% (traceable)
 H-Meßwiederholbarkeit:
 H測定正確度 :

H measurement reproducibility: better than 0.5%
 H-Meßgenauigkeit:
 H測定再現性 : 0.5%より良い

J measurement accuracy: 1.5% (traceable) dependant on sample geometry.
 J-Meßgenauigkeit:
 J測定正確度 : サンプルの形により1.5% (起因発見可能)

J measurement reproducibility: better than 0.8%
 J-Meßwiederholbarkeit:
 J測定再現性 : 0.8%より良い

Hirst Magnetic Instruments Ltd reserve the right to change specifications without notice.

Änderungen vorbehalten.

ハースト磁気計器 (株) は、予告なく仕様を変更する権利を有します。

Hirst Magnetic Instruments Ltd also manufactures wide ranges of magnetic instruments, magnetisers, demagnetisers, precision demagnetisers and special magnetic systems.

Hirst Magnetic Instruments Ltd fertigt auch eine große Auswahl von magnetischen Instrumenten, Magnetisierungs-, Entmagnetisierungsgeräten, Präzisionsentmagnetisierungsgeräten und Spezialmagnetsystemen.

ハースト磁気計器 (株) は又、広範囲にわたる磁気計器、磁化機、減磁化機、精密減磁化機、と特殊磁気システムの製造をしています。

Hirst Magnetic Instruments Ltd

Tesla House,
 Tregoniggle,
 Falmouth,
 Cornwall TR11 4SN

National Telephone: 01326 372734

National Fax: 01326 37806

International Telephone: + 44 1326 372734

International Fax: + 44 1326 378069

