

# MAGNATEST® D

磁気および電気特性を利用した  
電磁誘導による部品検査



proof.

## 会社案内

フェルスター社は、金属素材の非破壊検査を行う世界的テクノロジーリーダーです。「隠れたチャンピオン」の一つでもあるフェルスター社は、子会社10社と60ヶ国以上の代理店からなる広範囲に及ぶネットワークを通じて世界中のお客様と密接に協力しています。

### フェルスター社の部品検査

部品検査部門は、カーメーカー及びその部品サプライヤー向けに検査装置や金属部品の非破壊での品質管理を行うために特化した仕様の完全自動検査システムを開発しています。

弊社の装置は渦電流法を用いて、割れや空孔等の表面欠陥を感度に優れ、再現性良く検出し、記録を行います。非接触による検査は繊細な表面での使用にも適しています。

もう一つの応用分野は、異材混入の防止や熱処理条件が間違っている場合の早期発見を目的とした材料特性の検査です。このような電磁誘導システムは、特に多様な部品形状の表面硬度や硬化層深さを確定するのに適しています。

部品検査装置とシステムを開発し、自動車産業やその部品の一次および二次サプライヤーのニーズを満たしてきました。世界中の企業が、フェルスター社の検査技術による安全性と高耐用性にとって極めて重要な部品（ホイールハブ、ブレーキディスク、カムシャフト、ドライブシャフト、バルブ等）の完全性を確認するための優れた検査性能に信頼を寄せています。



## 部品の電磁誘導検査



### 定性的構造の検査が簡単に

完全に自動化された生産工程でも材料が混ざってしまうことがあります。その結果、最終工程の設備に経済的損害をもたらすだけでなく、利用者に間接的損害を及ぼす可能性もあります。MAGNATEST Dは、バルブ、ラック、カム等の金属部品の生産における自動化された非破壊識別検査で使用することができます。様々な形状や外径の違うセンサーを用意しているので、検査を行う材料に、より細かく合わせることができます。

### MAGNETST® Dを使用した完全自動化検査

フェルスター社のMAGNATEST Dは最高水準での電磁誘導検査を保証します。このシステムでは材料特性検査を完全自動化で行います。この検査は一つのコイルで行いますので、比較コイルが不要になります。非常に小さな結晶構造の相違でさえも、高い励磁電流と複雑な評価電子回路を組み合わせることにより目に見えるようにすることができます。さらに、MAGNATEST Dを使用すると、大画面カラーディスプレイにも表示される試料統計、ヒストグラム表示、テストデータのEXPORT等の検査結果の文書化を行うことができます。装置の設定を行う際にも直観的操作でユーザーをサポートします。

### MAGNATEST® Dの長所

- 一つのコイルでの運用により、比較用の基準コイルが不要です。
- 電気抵抗の影響を受けない励磁電流による均一磁場の強度
- ヒステリシスの変調から得られる磁気特性の検査感度を上げるために高い励磁電流をかけることが可能です。
- 多周波検査により検査の安全性が強化
- 検査周波数: 2 Hz ~ 128 kHz
- 8つのライン入・出力
- フルネットワーク集積とプロセス統合のためのリモートアクセス
- 校正ピースの数に準じた統計的に有効な分類閾値の自動作成
- 動的校正モードの起動による統計的确实性の継続的増加
- 検査中の分類エリアのトレンド観察の起動
- Microsoft® Windows 7搭載の統合オペレーターPC
- 使い易いファンクションボタンと高解像度TFTカラー表示
- 周辺機器 (キーボード、マウス、プリンター、USB、ネットワーク等) の標準インターフェース
- 制御キャビネットに容易に統合
- オプション: 4チャンネルのマルチプレクサ (8チャンネルに拡張可能)



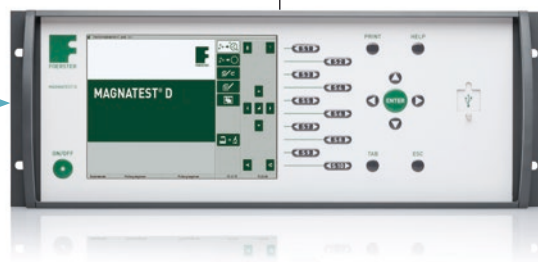
## 統合および操作原理

外部SPS / PC等を介して制限なくアクセス可能

点検・修理の際のリモートアクセス

IOインターフェース：  
■ 光電管近接スイッチ  
■ SPS等

IOインターフェース（振り分け  
■ 信号等）



MAGNATESTセンサーシステム

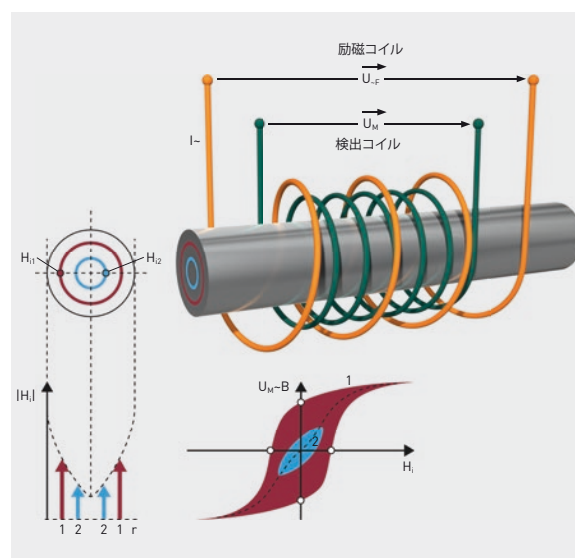
### 手動または完全に自動化された検査

MAGNATEST Dは検査ラインに組み込んで使用されたり、または材料研究所での手動検査で使用されたりしています。デジタル入／出力が8個あるのでラインに組み込むことが可能です。イーサネット接続も使用できるので、リモートアクセスを介して、例えば外部PCに現在の検査結果を転送することができます。装置の前面にあるファンクションボタンを使って直接操作を行うことも可能です。さらに、モニター、キーボード、マウス、プリンターを接続することもできます。筐体が非常にコンパクトで頑丈な4 HUなので、産業環境での使用に最適です。

### 材料特性検査

材料特性の検査を行う際、被検査材が貫通型検査コイルを通ります。表面硬度や硬化層深さ等の部分的な検査といったある特定のアプリケーションに対してはその材料に特化したセンサーシステムが使用されます。各センサーが検出した電圧は、被検査材の磁気特性と電気

特性によるものです。正確な電圧が測定点として表示されます。校正中は、分類の限界値が複数の測定値の統計的評価に基づき自動的に生成されます。後続の連続検査では、全測定点が特定の許容限界に対して比較されます。パーツはそれぞれの検査結果に従って分類されます。

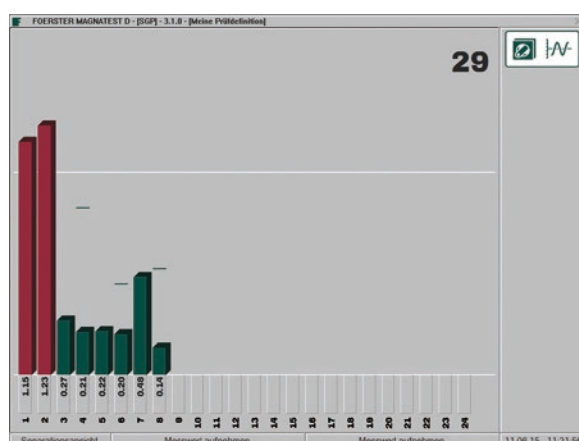


磁気誘導検査により、強磁性部品の電气的特性と磁気特性から重要な材料特性を割り出します。

## 多周波検査と高調波解析

### 多周波検査

複数の周波数と磁界強度を組み合わせることにより、様々な材料特性の評価を同時に実施したり、あるいは妨害要因を抑制したりして行えます。連続的な多周波検査は、複数の検査周波数で行うことができます。各ピークの検査情報は、それぞれの周波数設定による検査手順により判定され、それは自動化検査システムに反映されます。検査が順次行われ、全検査時間は設定された周波数の数によって決まります。

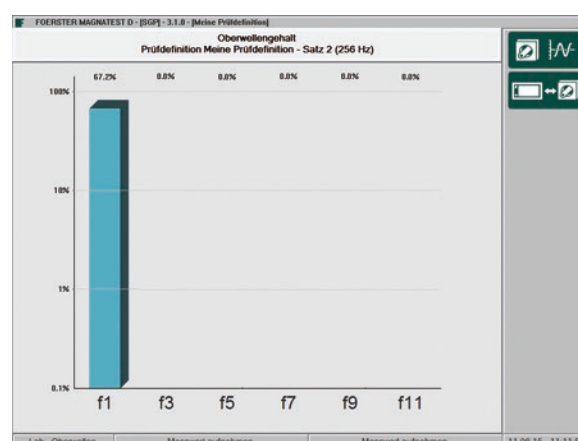


多周波検査で最大24個の周波数の結果がその分類インデックスと一緒に表示されます。

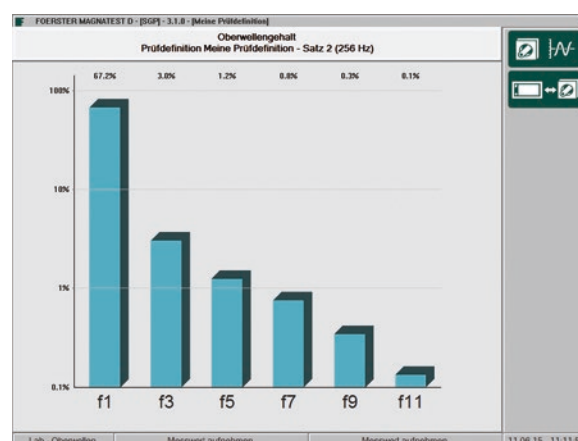
### 高調波解析

高調波解析法は、被検査材の温度が変わりやすかったり、テストコイル内で被検査材がずれたりする等の障害があっても優れた再現性が必要とされる際に非常に役に立ちます。通常の単一または多重周波数の渦電流検査とは対照的に、この方法は安定した検査結果を保証します。さらに、バッチまたは温度が変化しても再校正の必要はありません。

MAGNATESTの強力なリアパワーアンプがあるおかげで高調波解析が可能となります。高エネルギーモードでは、強い交番磁界がMAGNATEST Dコイル内にある検査される部品に浸透します。その結果、強磁性部品の磁化がいわゆるヒステリシスループを生成し、それが材料の結晶構造あるいはグレインサイズの異常を示す非常に重要な指標になります。そのため、非常に高い磁場をかけることにより、試料のヒステリシスループを評価することができます。その際にMAGNATEST D装置が高調波（励磁周波数の奇数倍）として分析します。しかし、多くの受信周波数（各励磁周波数に一つにつき）を使った高調波解析の原理は複数の励磁周波数を使う単純な多重周波数検査と区別する必要があります。



基本波または多重周波数検査の評価を示す受信信号のスペクトル



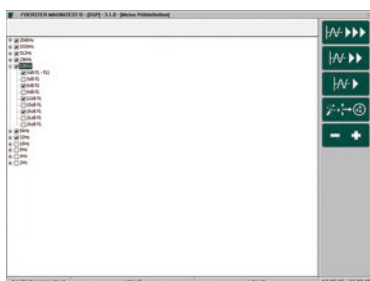
高エネルギー高調波解析を示す受信信号のスペクトル

## 専門的なソフトウェアによるサポート

### アプリケーションアシスタントがオペレーターの作業を軽減

磁気誘導検査で標準を満たしていないパーツを分離する能力は、検査パラメーター、特に検査周波数や磁場強度等に左右されます。事前に選択されたパラメーターに基づき、アプリケーションアシスタントが確実な材料識別の最適設定を自動で割り出します。その結果、ユーザーの作業量が大幅に軽減されます。

- 最適化過程を通じた段階的な操作指示
- 良品部品を5個以上収集した後の分離計算
- 分離対象部品の検査後に最適な検査設定を表示
- 定期検査用検査パラメーターのオペレーターによる有効化



検査システムMAGNATEST Dのパラメーターの可能な組み合わせの表示

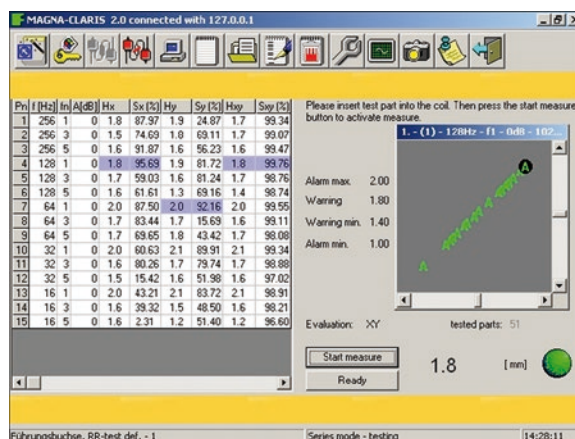
Frequenz [Hz]	Abschleichen	Hierarchische	Elipse	Kern	Feedback	Bewertung
20Hz	0.00	P1	8.02	8.73	10.05	20.00
2048Hz	0.00	P1	8.81	9.45	20.21	90.00
2048Hz	0.00	P1	7.24	5.13	10.34	40.51
2048Hz	1.00	P1	7.75	5.89	8.96	34.38
1024Hz	0.00	P1	6.17	5.02	4.22	20.07
1024Hz	0.00	P1	5.84	5.36	5.42	21.73
128Hz	0.00	P1	5.77	5.08	5.81	20.08
128Hz	1.00	P1	5.04	5.30	5.03	18.00
128Hz	1.00	P1	5.15	5.10	5.18	19.81
64Hz	0.00	P1	6.20	5.14	5.07	18.00
64Hz	0.00	P1	5.27	5.10	5.37	18.07
1024Hz	0.00	P1	4.02	4.46	5.32	18.02
2048Hz	1.00	P1	8.81	6.09	9.25	17.00
2048Hz	0.00	P1	5.77	5.71	5.71	17.00

分類の条件が二つある場合、最適な分類（分類インデックスの最高値）のパラメーター式に印がつけられています。分類能力は許容フィールドの種類によって決まります。そのため、可能なすべてのカテゴリーの値が表示されます。

### マグナクラリス

磁気誘導検査の結果はテストピースの電気特性と磁気特性によって決まります。この特性は、材料の技術的特性と密接に関係しています。MAGNATEST Dからの検査データとテストピースの技術的特性の間にはほぼ線形の相関があります。それにより（校正後）、線形回帰計算に基づいた技術値を求めることができます。従来の方式で割り出された数値である2次元のインピーダンス平面上の渦電流値も一緒に保存されます。

次の段階で、ソフトウェアが回帰直線を計算します。相関の品質測定結果は、数値またはパーセンテージで相関係数として定義されます。値が高ければ高いほど、パラメーターがより正確になります。つまり、未知のパーツの技術の数値を渦電流値で計算することができます。アプリケーションフィールドはどのような場合でも確認することができます。



マグナクラリスの検査結果表示

## 正確な検査結果に貢献する頑丈なセンサー

### 質の高い検査結果を出すために必要なフェルスター社のセンサー

検査コイルの主要開発会社として、お客様が最善の検査結果を残すことができるように、常に努力して革新的なソリューションをご提供しています。そのため、様々な形状や外径のセンサーを多数ご用意しているので、安全性に関連する部品や機能重視の部品等それぞれの特性に合わせて選択することができます。数十年にわたり使用され証明されてきたセンサーは、品質保証や工程管理において再現性のある検査結果を出しています。



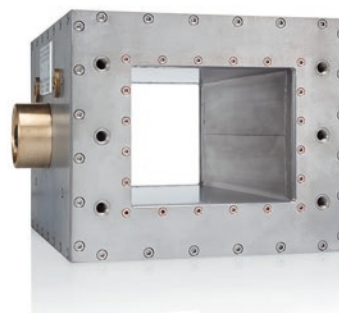
#### コイル

フィードスルーコイルの穴のサイズは被検査材によって異なります。コイルは、必要に応じて、被検査材の形状や断面によって適応させることができます。そのため、他の機能に合わせて検査システムを簡単に変えることができます。



#### プローブ

貫通コイルを使用することができなくても、特別に適応されたプローブを使用することができます。そのため、アクセスが困難な部分の検査を行ったり、非常に部分的な微細構造特性の測定を行ったりすることができます。



#### 水冷コイル

非常に高温な被検査材の組織の微細結晶構造を検査するには、特殊な水冷コイルを使用します。頑強な設計のため、過酷な環境に適しています。さらに、冷却回路が組み込まれているのでコイルの寿命が延びます。



#### 形状に適合したプローブ

特殊な形状のプローブは、硬化層深さの検査等、主に被検査材の内側を検査する際に使用されます。従来型コイルと比べると、相互作用が最適化されることにより、分離がより正確に行われ、結果の再現性が高くなります。

foerstergroup.de



## 世界各国の営業所および支援事務所



### ドイツ本社

- Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG (ドイツ)

### グループ会社

- Magnetische Pruefanlagen GmbH (ドイツ)
- FOERSTER Tecom, s.r.o. (チェコ)
- FOERSTER France SAS (フランス)
- FOERSTER Italia S.r.l. (イタリ)
- FOERSTER Russland AO (ロシア)
- FOERSTER U.K. Limited (英国)
- FOERSTER (Shanghai) NDT Instruments Co., Ltd. (中国)
- FOERSTER Japan Limited (日本)
- NDT Instruments Pte Ltd (シンガポール)
- FOERSTER Instruments Inc. (米国)

フェルスターグループは世界60ヶ国以上にグループ会社や代理店があります。

### Magnetische Pruefanlagen GmbH

In Laisen 65  
72766 Reutlingen  
Germany  
+49 7121 1099 0  
info@mp-ndt.de  
www.mp-ndt.de

