

卓越した精度：粒子加速器 用のソリューション

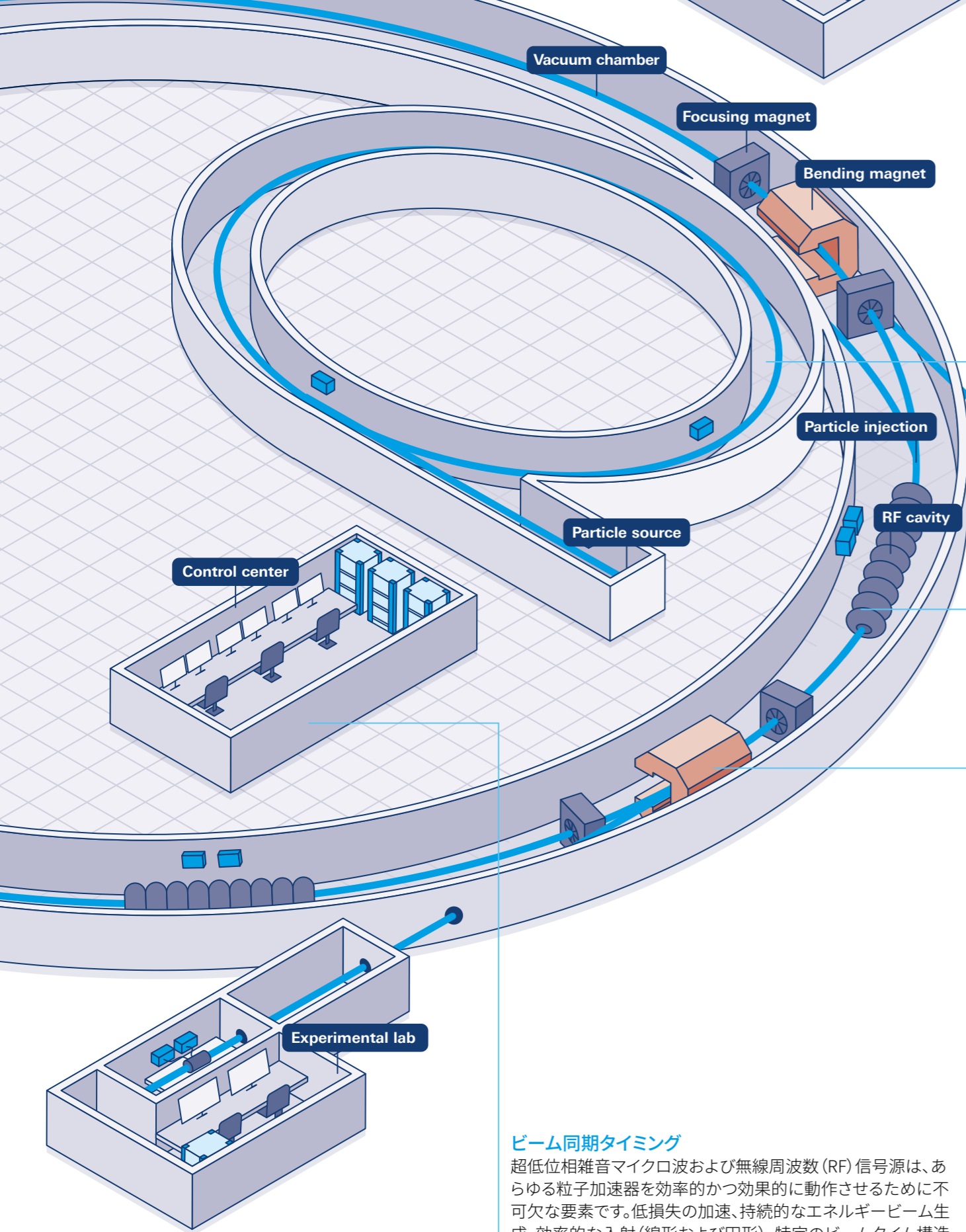
- ▶ 電子計測
- ▶ ハイパワーアンプ

Flyer
Version 03.00

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real





RF信号伝送と増幅における精度と効率

10 kHz~50 GHzの周波数範囲と、10 kW~2 MWの電力範囲をカバーする高出力RF信号源は、真空管(テトロド、クライストロンなど)、高出力VHF/UHFトランスミッター、および増幅器を直列接続することで得られます。ローデ・シュワルツの高効率トランスミッターや広帯域アンプは、このような課題に対応し、最高の振幅/位相安定度、最小の位相雑音、最高のエネルギー効率、小さな設置面積、モジュール設計など、お客様の要求に幅広くお応えします。

ビームの測定および記録

加速器物理学における実験では、パルスパラメータや、2つの信号間のジッタを正確に測定する必要があります。例えば、加速器のクライストロンまたは双極子磁石のいずれかの損傷を防ぐために、RFパルスのパルス形状が連続的に監視されます。このため、1つ1つのパルスを捕捉して、データを連続的に記録する必要がありますが、最新の自由電子レーザーの高い繰り返し周波数を考えると、これは困難な作業です。R&S®RTO6では、最大100 Hzのレートで波形を収集してPCにダウンロードできるため、シングルパルスを見落とすことはありません。

ビーム同期タイミング

超低位相雑音マイクロ波および無線周波数(RF)信号源は、あらゆる粒子加速器を効率的かつ効果的に動作させるために不可欠な要素です。低損失の加速、持続的なエネルギービーム生成、効率的な入射(線形および円形)、特定のビームタイム構造(シングル、少量、マルチバンチなど)の埋め込みなどの各種アプリケーションに対して、R&S®FSWP位相雑音アナライザは非常に高い感度による位相雑音測定および監視が可能です。

ビームモニタリング

高いビームエネルギーや高輝度を求める絶え間ないニーズに伴い、ビーム品質の要件はますます重要かつ困難になっています。加速器の一部にわずかなビーム損失が発生しただけでも、真空装置の破裂や1つまたは多くのダイポール電磁石の破損などの損傷が起こり、コストのかかる修理と数週間のダウンタイムにつながります。さらに、シンクロトロン光源の連続的なトップアップ運転には、完全に自動化された入射プロセスが求められます。これらの要件は、制御システムに大きな変化をもたらし、信頼性の高いビーム監視システムが必要になります。

ローデ・シュワルツはお客様の課題に精通!

粒子加速器は、基礎科学研究、材料科学や医学などの応用分野を含む最先端研究分野の多くで重要な要素です。粒子加速器の技術的なコンポーネントのすべて、特に信号発生、信号増幅、電子計測に関しては、最高水準を満たす必要があります。このフライヤーでは、特に粒子加速器の要件を扱うために最適なローデ・シュワルツの測定器、デバイス、ソリューションの概要を簡単に紹介します。

ローデ・シュワルツは、他にも研究アプリケーション専用の幅広い測定器を提供しています。

詳細情報:
www.rohde-schwarz.com/jp

はじめに

績から、その経験と知見を生かした定評のある高エネルギーRF信号発生器、信号増幅、最先端の電子計測ソリューションを提供しています。

ローデ・シュワルツは、70を超える世界中の子会社および現地法人と協力して、世界的な研究コミュニティと長期にわたる関係を築いてきました。技術的なイノベーションと研究開発への好奇心を原動力にして、当社は提携ネットワークを常に拡大し続け、専門知識と最先端のソリューションをパートナーに提供しています。

グローバル企業としての立ち位置と世界中のサービス/サポートネットワークは、各地域で専門知識やオンサイトサポートを提供する際に決定的なメリットになります。当社はグローバルな活動範囲と技術的な専門知識を生かすことで、今日の国際的なプログラムと世界的なプロジェクトにおける信頼できるパートナーとしてお客様を支援しています。

これから取り組もうとしているお客様のチャレンジが:

- ▶ 素粒子の研究
- ▶ 粒子線治療アプリケーション
- ▶ 材料の特性評価

あるいは、以下の分野におけるサービスなら

- ▶ 高エネルギー粒子加速器
- ▶ 粒子ビームの形成と監視
- ▶ 信頼性の高い安全な粒子貯蔵

ローデ・シュワルツは実証済みのソリューションによって非常に高度な要件のすべてに対応し、信頼できる長年のパートナーとしてお客様を支援します。支援内容の詳細については、以下のウェブページをご覧ください。

詳細情報:

www.rohde-schwarz.com/jp

位相雑音アナライザ

R&S®FSWP 位相雑音アナライザ/VCOテストは、シンセサイザー、OCXO、DRO、VCOなどの発振器の精密な測定に最適なテストソリューションです。R&S®FSWPは、要求されるアプリケーションのニーズに合わせて容易に構成することができ、測定器の相互相関を利用する低ノイズ内蔵局部発振器を最大限に活用したり、パルスソースでもボタンを押すだけで正確な位相雑音測定を実行したりできます。

詳細については、[R&Sのウェブサイト](#)を参照して、[以下のドキュメント](#)をご覧ください。

- ▶ R&S®FSWP製品カタログ (PD 3683.7719.12)
- ▶ R&S®FSWP-K30/R&S®FSWP-K30 雑音指数測定 (PD 5214.6339.22) の仕様

主な特長

- ▶ 周波数範囲: 1 MHz~8/26.5/50 GHz (外部ミキサー使用時は最大500 GHz)
- ▶ 相互相関と極めて低ノイズの内蔵基準信号源による高感度の位相雑音測定
 - 代表値 -172 dBc (1 Hz) (キャリア周波数1 GHz、オフセット10 kHz)
 - 代表値 -153 dBc (1 Hz) (キャリア周波数10 GHz、オフセット10 kHz)
- ▶ 振幅雑音と位相雑音の同時測定
- ▶ ボタンを押すだけのパルス信号源の位相雑音測定
- ▶ パルス信号を含めた相加性位相雑音を測定するための内蔵信号源
- ▶ シグナル・スペクトラム・アナライザおよび位相雑音アナライザを一体化
 - ハイエンド・シグナル・スペクトラム・アナライザ、10 Hz~8/26.5/50 GHz
 - -156 dBm (1 Hz) (ノイズキャンセルなし)の低い表示平均雑音レベル (DANL) と、25 dBm (代表値)の大きいTOIによる、広いダイナミックレンジ
 - 320 MHzの信号解析帯域幅
 - 総合測定不確かさ: <0.3 dB (3.6 GHzまで)、<0.4 dB (8 GHzまで)



R&S®FSWP
位相雑音
アナライザ

オシロスコープ

加速器物理学（シンクロtronラボや自由電子レーザーなど）における実験では、多くの場合、パルスパラメータや、2つの信号間のタイミングジッタを非常に正確に測定する必要があります。このデータは、動作中の連続監視と同様に、実験開始時や、機器の設定時における性能試験において測定する必要があります。ビーム監視のために、例えば、100 Hzで動作する自由電子レーザーのすべてのパルスを捕捉するためには、データを高速な更新レートで保存／ダウンロードする必要があります。

ローデ・シュワルツのオシロスコープの特長

- ▶ 100 Hzでのビーム品質連続監視 (R&S®RTO6の場合)
- ▶ RFパルス／加速測定
- ▶ レーザパルスおよびシンクロtronアプリケーションのジッタ測定
- ▶ 内蔵OCXOとデジタル・トリガ・アーキテクチャーをベースとするトリガ分配回路による正確なタイミング測定

MXO 5シリーズ

新世代オシロスコープ: 守備範囲、さらに拡大

MXO 5は、チャンネルの増強、プロセスの高速化、メモリ容量の拡大により、MXOアーキテクチャーを拡張しています。この測定器は450回／秒の収集により99%のリアルタイム捕捉率をすでに達成していますが、さらに複数のチャンネルと最大1,800万回／秒の収集により高速な捕捉を維持することができます。驚異的な15.6インチのフルHD静電容量式タッチスクリーンを搭載し、処理および応答の性能が向上しているため、快適に測定器を使用することができます。

R&S®RTO6

高速解析による詳細な原因究明

R&S®RTO6は、信頼できるオシロスコープです。R&S®RTO6の優れた確度は、研究者に定評があります。さらに、R&S®RTO6のデジタルトリガ・アーキテクチャーにより1 ps (RMS) の低トリガジッタを実現しています。オープン制御発振器 (OCXO) を搭載すれば、タイムベース確度を0.2 ppmに高めることができます。これは、長期ドリフトを最小限に抑えるために重要です。R&S®RTO6オシロスコープシリーズの豊富な測定ツールセットと使いやすいユーザーインターフェースを組み合わせることで、単純なものから複雑なものまでさまざまな回路の問題をすばやく解決できます。

R&S®RTP

リアルタイムのシグナルインテグリティ

R&S®RTPハイパフォーマンス・オシロスコープは、ハイクラスのシグナルインテグリティと高速な捕捉レートを両立させています。カスタマイズされたフロントエンドASICとリアルタイム処理ハードウェアにより、コンパクトな形状ながら、きわめて正確な測定をこれまでになく速度で実行できます。

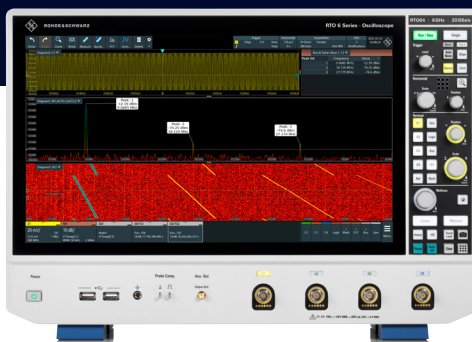
詳細については、[R&Sのウェブサイト](#)を参照して以下のドキュメントをご覧ください。

- ▶ R&S®RTO6 ファクトシート (PD 3609.7848.32)
- ▶ R&S®RTO デジタルオシロスコープによる波形データの高速ダウンロード (PD 3607.2132.92)
- ▶ 加速器物理学用のR&S®RTO/RTP (PD 3606.9740.92)

	MXO 4	MXO 5, MXO 5C	R&S®RTO6	R&S®RTP
最大帯域幅	1.5 GHz	2 GHz	6 GHz	16 GHz
チャンネル数	4	4, 8	4	4
最大サンプリングレート	5 Gサンプル／秒	5 Gサンプル／秒	20 Gサンプル／秒	40 Gサンプル／秒
垂直軸分解能	12ビット (最大18ビット)	12ビット (最大18ビット)	8ビット (最大16ビット)	8ビット (最大16ビット)
最大メモリ	800 Mポイント	1 Gポイント	2 Gポイント	3 Gポイント
更新レート	>450万	>450万	100万	750000
タイムベース確度	2 ppm	0.2 ppm	0.2 ppm	0.2 ppm
主な特長	9.7-ENOB (有効ビット数) により極めて高いシグナルインテグリティを実現	複数チャンネルで最高速度の収集を実現	周波数ゾーントリガ	リアルタイムディエンベディング



MXO5 および MXO 5C シリーズオシロスコープ



R&S®RTO6 オシロスコープ



R&S®RTP オシロスコープ

ハイパワートランスミッター ／アンプ

ローデ・シュワルツのハイパワートランスミッターと広帯域アンプファミリーは、最高の振幅／位相安定度、最小の位相雑音、最高のエネルギー効率、小さな設置面積、モジュール設計など、お客様の要求にお応えします。R&S®BBA150/R&S®BBA300 広帯域アンプファミリーは、9 kHz～6 GHzの周波数範囲でパワーを出力します。このコンパクトなアンプは、高品質で柔軟性を兼ね備えています。R&S®BBL200 広帯域アンプは、9 kHz～250 MHzの周波数範囲で最大10 kWのハイRFパワーを必要とするアプリケーションに最適です。水冷式のR&S®Tx9 ハイパワー・トランスミッター・ファミリーは、元々最新の地上波放送の要件に合うように設計されたもので、最高のエネルギー効率と柔軟性を実現しながら最大100 kWの増幅パワーを出力可能です。

アンプファミリー	周波数レンジ	最大CW出力パワー
R&S®BBA150	9 kHz～6 GHz	2.5 kW/200 W
R&S®BBA300	380 MHz～6 GHz	300 W
R&S®BBL200	9 kHz～250 MHz	10 kW
R&S®TxR9	87.5 MHz～108 MHz	60 kW
R&S®TxV9	170 MHz～254 MHz	32 kW
R&S®TxU9	470 MHz～862 MHz	75 kW
R&S®TxU9evo	470 MHz～680 MHz	100 kW

詳細については、R&Sのウェブサイト参照して以下のドキュメントをご覧ください。

- ▶ R&S®THR9製品カタログ (PD 3606.8595.12)
- ▶ R&S®THU9/THV9製品カタログ (PD 5214.5990.12)
- ▶ R&S®THU9/THV9evo製品カタログ (PD 3607.5860.12)
- ▶ R&S®BBA150製品カタログ (PD 3606.7247.12)
- ▶ R&S®BBA300製品カタログ (PD 3609.5797.12)
- ▶ R&S®BBL200製品カタログ (PD 3606.9456.12)

主な特長

- ▶ 100%ミスマッチ許容範囲
- ▶ 振幅変調、周波数変調、位相変調、およびパルス変調に最適
- ▶ ワールドワイドのサービスネットワークとグローバルサポートスペア部品の提供



R&S®BB200
広帯域アンプ

パワーセンサおよびパワーメータ

ビームラインで最高の品質と安定性を確保するためには、給電RFシステムのパワーを精密に測定することが極めて重要です。同時に、流束およびエネルギーに関する損失レベルをできるだけ低く抑える必要があります。つまり、ビームの発生方法を最適化することが最も重要です。この作業には、効率的で高速かつ正確な測定が不可欠です。どのパワー測定原理が目的に最適なものは、正確な測定アプリケーションに依存します。ローディング・ダイオード・センサ、サーマル・ダイオード・センサ、アベレージ・ダイオード・センサ、RF帯域幅ダイオードセンサを提供することで、これに対応しています。

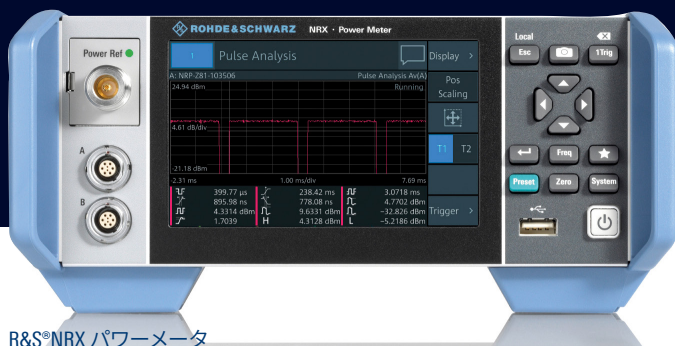
最高の精度が求められる場合、R&S®NRPxxT サーマル・パワーセンサを使用します。こちらの測定範囲は、DCから最大110 GHzです。優れたダイナミックレンジ、感度、測定速度が重視される場合は、R&S®NRPxxS マルチパスセンサを使用すれば、ピーク対アベレージ比がかなり高い信号でも最大93 dBのレンジ全体で非常に高速にパワー測定を実行することができます。R&S®NRPxxP パルス・パワー・センサは、RFパルスの測定が求められるアプリケーションに最適です。パルスを50 nsの時間まで分解することができます。センサの結果を同時に評価できるように、R&S®NRX パワーメータ・ベースユニットは、最大4個の測定チャンネルをサポートしています。各チャンネルは、柔軟に設定可能なタッチ式スクリーンで直感的なGUIを介して操作することができます。多くのパワー・センサ・モデルにはLANバージョンがあり、物理的な距離が長い場合にも対応可能で、PoEによる電源供給も可能です。これらのセンサは、ウェブGUIも提供して容易に操作することができます。

パワーセンサ／パワー・メータ・アプリケーション

- ▶ 超伝導加速器構造の測定および監視
- ▶ パワーアンプのテスト
- ▶ ビーム操作中のアンプと共振器器間のパワー流束の監視

主な特長

- ▶ 高精度
- ▶ 高速
- ▶ 平均パワー測定
- ▶ 粒子加速器ビームの監視に必要な低レベル（最小-70 dBm）で、優れた確度と測定速度を実現



R&S®NRX パワーメータ



R&S®NRP
パワー・センサ・
ファミリー

ローデ・シュワルツのサービス 安心してお任せください！

- ▶ 世界に広がるサービス網
- ▶ 各地域に即した独自性
- ▶ 個別の要望に応える柔軟性
- ▶ 妥協のない品質
- ▶ 長期信頼性

ローデ・シュワルツ

ローデ・シュワルツはテクノロジーグループとして、電子計測、テクノロジーシステム、ネットワーク/サイバーセキュリティの分野の最先端ソリューションを提供することで、安全でつながり合った世界の実現を先導する役割を果たしています。創業から90年を超えるこのグループは、全世界の産業界と政府機関のお客様にとっての信頼できるパートナーです。本社をドイツのミュンヘンに構え、独立した企業として、70か国以上で独自の販売/サービスネットワークを展開しています。

www.rohde-schwarz.com/jp

永続性のある製品設計

- ▶ 環境適合性と環境負荷の低減
- ▶ 高エネルギー効率と低排出ガス
- ▶ 長寿命かつ所有コストの最適化

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

ローデ・シュワルツトレーニング

www.training.rohde-schwarz.com

ローデ・シュワルツ カスタマーサポート

www.rohde-schwarz.com/support



R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。
掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。
PD 3607.4393.36 | Version 03.00 | 3月 2024 (sk)
卓越した精度:粒子加速器用のソリューション
おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。
あらかじめご了承ください。

© 2016 - 2024 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany

