

# MFIA 5 MHz インピーダンスアナライザ 高精度LCRメータ



Release date: January 2019

## 主な特長

- DC~5MHz、1mΩ~1TΩ
- 基本精度 0.05% @測定レート 20ms / データポイント
- LabOneパラメータスイーパーによる、周波数、バイアス電圧、テスト信号振幅応答測定
- 精度の高い測定のための補償アダプタと信頼性インジケータ
- 起動時間 25秒、高い再現性
- LabOne API: C、MATLAB®、LabVIEW®、Python、.NET
- MFLIロックインアンプ機能: 336ns~83sの時定数
- < 20μsecの高速測定



## MFIAアプリケーション

- 電気工学: 高Qおよび高分子誘電体、スーパーキャパシタ、半導体ウエハ構造、ソーラ材料、LEDおよびLCDテスト、超高抵抗
- 電気化学: バッテリ、燃料電池、腐食
- 材料研究: 量子輸送、セラミックス/複合材料、薄膜/ナノ構造特性解析
- ライフサイエンス: 組織インピーダンス解析、単一細胞インピーダンス分光法 (マルチ周波数)
- その他: 走査型容量顕微鏡、食品研究、MEMSセンサ

## 斬新なアプローチ

MFIA 5MHz インピーダンスアナライザ / 高精度 LCR メータは、広いインピーダンス範囲にわたって高速かつ正確な測定を提供します。他のインピーダンスアナライザとは異なり、MFIAは、例えば平衡ブリッジ構成といったフィードバックループを必要とせず、直接電圧と電流信号を測定します。その結果、MFIAは最低1mHzの周波数で測定することができ、1TΩまでの信頼性の高いインピーダンス測定を提供します。

## 違いを生み出すソフトウェア LabOneツールセット

LabOneユーザインターフェースは、ユーザが作業効率を最大化するのを助けます。特別なソフトウェアをインストールすることなく、柔軟なパラメータスイーパー、データ収集モジュール、および関連するすべてのインピーダンスパラメータの数値表示を含む完全なツールセットがユーザに提供されます。機器やユーザインターフェースの設定は保存・復元することで、後に測定を繰り返すことができます。すべての測定機能は、C、MATLAB®、Python、LabVIEW®、および .NETによって計測器を制御できるAPIレベルでも利用できます。

MFIAにはLabOne機器制御ソフトウェアが付属しており、イーサネットでMFIAをローカルネットワークに追加するか、USBで直接接続し、機器のアドレスをWebブラウザに入力して、LabOneツールセットにアクセスするだけです。

各ツールからのデータは、1回のマウスクリックでベクトルグラフィックまたはプレーンデータファイルとして保存できます。他のソフトウェアでさらに分析するために、MATLAB®、およびカスタマイズされたCSVエクスポートファイル形式がサポートされています。基本的なカーソルと統計機能は、時間領域または周波数領域での初期データ解析にも使用できます。

## パラメータスイーパー

スイーパーを使用すると、設定可能なスキャンステップ数で、線形または対数的に、定義された範囲にわたって機器パラメータをスキャンすることで、測定を自動化できます。最も重要なことには、周波数依存性の記録ならびにバイアス電圧または試験信号振幅の変動が容易に自動化することができることです。さまざまなアプリケーションモードにより、ユーザは最適な設定で測定することができ、面倒な手動調整なしに、最小限の測定時間で最も正確な結果を得ることができます。典型的なスイーパーアプリケーションは次のページに示されています。

## [数値] タブ

数値ツールは、すべての測定値とモデルパラメータをユーザ設定可能な形式で表示します。どのパラメータが最も重要かを決定し、自分の作業に関連するものだけを表示できます。各インピーダンスユニットは、基礎となる電流および電圧の測定値に加えてモデルベースの導出パラメータ (L、C、Rなど) に加えて、インピーダンス値の同時表示を可能にします。

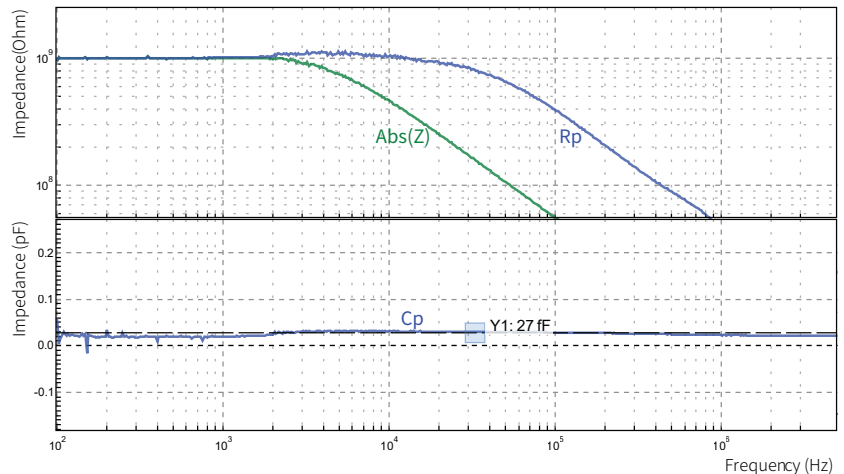
## プロッタとデータ取得

プロッタとデータ取得モジュールは、時間領域で測定データとモデルパラメータを解析するためのツールです。プロッタは連続的に複数のデータストリームを表示することができます。ウィンドウ長が10秒の場合、時間分解能は10 $\mu$ sになります。データ取得モジュールは、さまざまな内部および外部のトリガ条件に基づいて個々のショットをキャプチャして表示します。

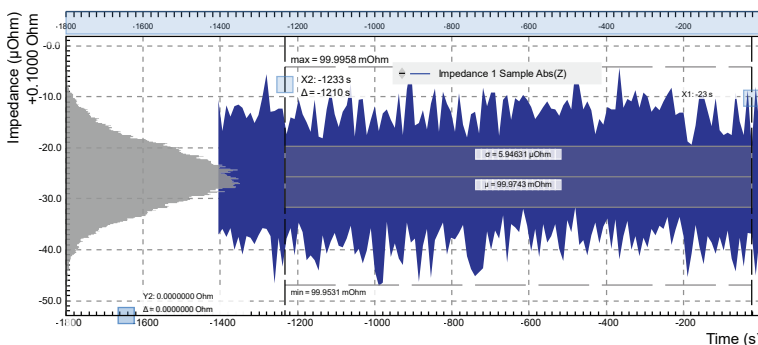
## 信頼性インジケータ

すべての測定データは、さまざまなツールでユーザに提示される前に信頼性推定に合格します。測定値が抑制、アンダーフロー、補正エラーなどによって妥協されたときはいつでも、警告フラグが立てられ、データが不正確である可能性があることがユーザに通知されます。警告の種類に応じて、結果を改善するための提案が行われます。

**パラメータスイーパー**で測定を自動化  
周波数、バイアス電圧、テスト信号振幅をスキャンします。右の例は、デュアルプロット表現で1G $\Omega$ 抵抗の100 Hzから5 MHzの周波数掃引を示しています。上のプロットは、インピーダンスの絶対値  $|Z|$  と抵抗  $R_p$  を示しています。下のプロットは、全スキャン範囲にわたって浮遊容量  $C_p$  が約30 fF で一定に保たれていることを示しています。自由に選択可能な追加パラメータは、同時に視覚化することができます。



**プロッタ**は、インピーダンスデータの時間変化を継続的に表示します。以下に、20分間にわたる100m $\Omega$ 抵抗からのデータを表示します。ヒストグラムは、わずか6 $\mu\Omega$ の標準偏差を示しています。



## 補償アドバイザー

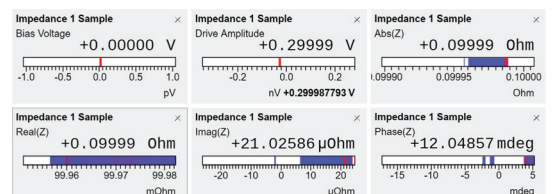
高い測定精度を達成するためには、テストフィクスチャまたは機器と被試験デバイス (DUT) 間のケーブル接続によって引き起こされる寄生効果を補償する必要があります。LabOne 補償アドバイザーは、最大の測定性能を達成するための段階的なガイダンスと効率的なワークフローをユーザに提供します。Short-Open (SO) および Short-Open-Load (SOL) 補償に加えて、他のさまざまな補償方式が提供されています。測定誤差を補正するためにデータが取得される前に、各補正ステップが検証され、ユーザにフィードバックが提供されます。

## テストフィクスチャ 及び 他のインターフェース

最良の測定結果は、MFITFテストフィクスチャを使用することによって得られます。テストフィクスチャとDUTキャリアの双方とも、寄生成分と減衰を最小限に抑えるように設計されています。ただし、この機器は他の市販のテストフィクスチャおよびインピーダンス測定用ツールと完全に互換性があるように作られています。

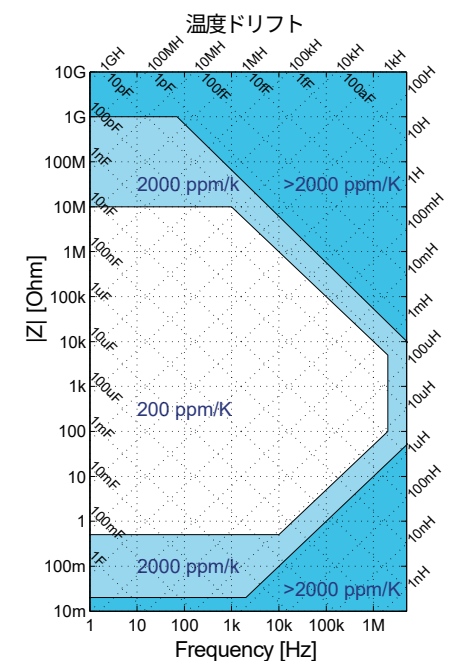
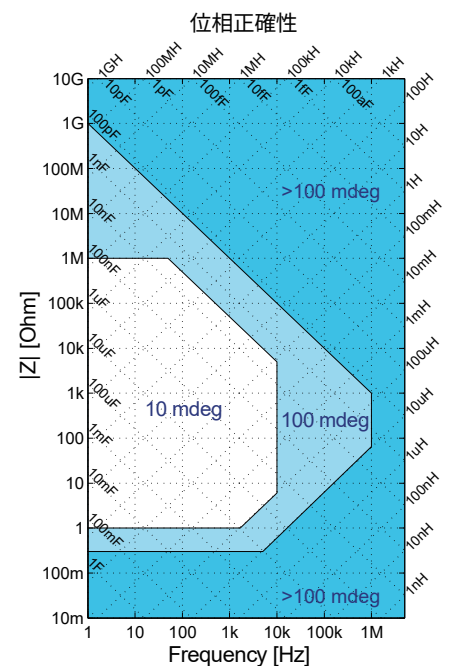
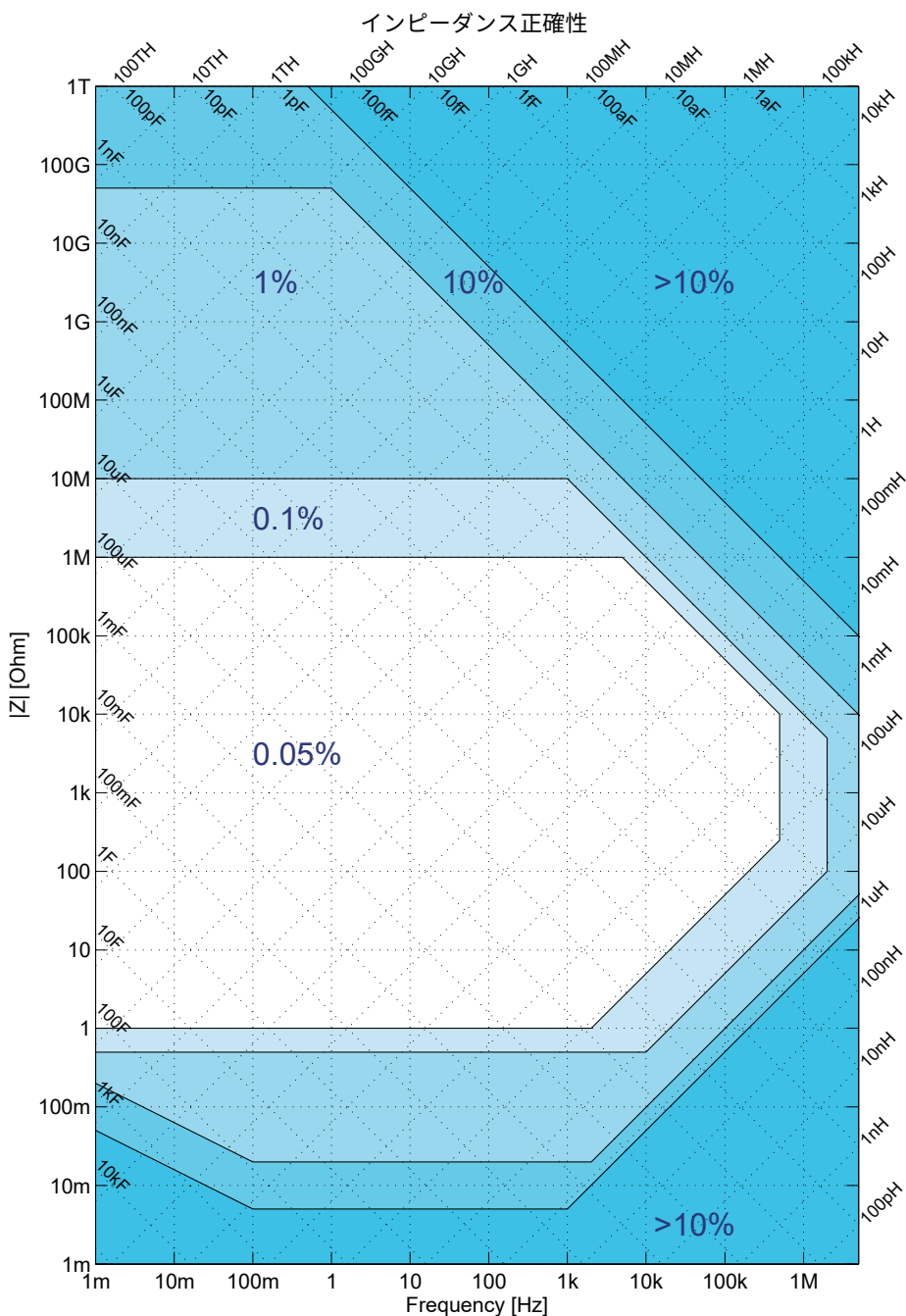
補助出力と入力、DUTへの追加制御信号や他の計測器へのアナログフィードバックを送受信します。DIOコネクタとトリガポートは、セットアップの他の部分との正確な同期を必要とする測定方法を可能にします。

**0.058 Numeric** LabOneの[数値]タブには、モデルパラメータ、バイアス電圧、テスト信号振幅など、インピーダンス関連のすべてのパラメータが一目で表示されます。この配置は、マウスを数回クリックするだけでユーザが自由に設定できます。各値は、視覚的な知覚を向上させるためのグラフィカルインジケータによって補完されます。



## 精度と測定範囲

以下のリアクタンスチャートは、特定の周波数とインピーダンス値に対する機器の精度を示しています。白で表示された広いコア領域では、0.05%の精度が1 mHz~500 kHz、および1Ω~1MΩの間で規定されています（より高い周波数に対しては制限があります）。測定範囲は、0.1%と1%の指定精度を下げてさらに拡大し、20mΩ~50GΩの測定範囲をカバーします。この範囲外であっても再現性のある測定は可能ですが、精度は1%を下回る可能性があります。低い周波数で高いインピーダンスを測定することは、値をライン周波数に近い値で取得する必要がある場合には特に困難です。適切なサンプルシールドとSincフィルタ、そしてバッテリー駆動の可能性により、最も正確な結果が得られます。



これらのリアクタンスチャートは、MFIAのさまざまな測定範囲に対する精度仕様と温度ドリフトを示しています。

## 高い再現性、素早い起動

装置の温度が変化すると、起動速度と測定の再現性が大幅に制限される可能性があります。下のリアクタンスチャートと次のページのスタートアップドリフトグラフからわかるように、MFIAは両方の面で非常によく機能します。装置の電源を入れてから25秒後に最初の測定を開始できます。

## 二重周波数オペレーション

MF-MDオプションでは、2台目のフル4端子測定ユニットを機器に追加し、ユーザは2つの周波数でDUTを同時にプローブできます。複数の周波数での測定を定期的に行わなければならないときはいつでも、この機能はセットアップを単純化し、測定を最大2倍までスピードアップするのに役立ちます。

# 仕様

## General

Dimensions	28.3 × 23.2 × 10.2 cm 11.1 × 9.2 × 4 inch
Weight	3.8 kg; 8.4 lbs
Power supply	AC: 100–240 V; DC: 12 V, 2 A
Interface	USB 2.0, LAN 1GbE

## Basic specification

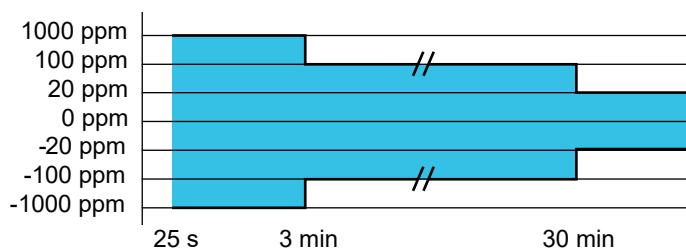
Frequency range	DC to 5 MHz
Frequency resolution	1 μHz
Basic accuracy	0.05% (1 mHz to 500 kHz)
Basic temp. stability	<200 ppm/K
Test signal level	0 V to 2.1 V <sub>rms</sub> , incl. monitoring
Bandwidth	276 μHz to 206 kHz
DC bias signal level	2T: ±10 V, 4T: ±3 V
Compensation	SO, SOL, LLL, SL, L, OL

## Measurement parameters, range and typ. accuracy

Impedance Z	1 mΩ to 1 TΩ, 0.05%
Admittance Y	100 pS to 1 kS, 0.05%
Voltage V	0 V to 3 V, 1%
Current I	0 mA to 10 mA, 2%
Phases $\theta_Z, \theta_Y, \theta_V, \theta_I$	±180 deg, 10 μdeg resolution
Resistance R <sub>s</sub> , R <sub>p</sub>	1 mΩ to 1 TΩ, max(10 μΩ, 0.05%) <sup>1</sup>
Capacitance C <sub>s</sub> , C <sub>p</sub>	10 fF to 1 F, max(10 fF, 0.05%) <sup>1</sup>
Inductance L <sub>s</sub> , L <sub>p</sub>	100 nH to 1 H, max(10 nH, 0.05%) <sup>1</sup>
DC Resistance R <sub>DC</sub>	1 mΩ to 1 TΩ, 2%
Reactance X	1 mΩ to 1 TΩ, 0.05%
Conductance G, Susceptance B	1 nS to 1 kS, max(100 nS, 0.05%)
Loss coefficient D	10 <sup>-5</sup> to 100'000
Q factor	10 <sup>-5</sup> to 100'000

<sup>1</sup>Accuracy valid if parameter is the dominant value of the circuit representation.

## 起動時のドリフト動作



光技術をサポートする  
株式会社オプトサイエンス

<https://www.optoscience.com>

東京本社 〒160-0014 東京都新宿区内藤町1番地 内藤町ビルディング TEL:03-3356-1064  
大阪営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島7-7-2 新大阪ビル西館 TEL:06-6305-2064  
名古屋営業所 〒450-0002 名古屋市中村区名駅2-37-21 東海ソフトビル TEL:052-569-6064

E-mail : [info@optoscience.com](mailto:info@optoscience.com)

## LabOne Sweeper

Sweep parameters	frequency, test signal amplitude, bias voltage, etc.
Sweep points	2 to 100'000
Sweep resolution	arbitrary, defined by start value, stop value and number of sweep points
Display parameters	Z <sub>X</sub> , Z <sub>Y</sub> , Z <sub>R</sub> , Z <sub>θ</sub> , V <sub>X</sub> , V <sub>Y</sub> , V <sub>R</sub> , V <sub>θ</sub> , I <sub>X</sub> , I <sub>Y</sub> , I <sub>R</sub> , I <sub>θ</sub> , model parameter 1/2, frequency, Aux. Input
Display options	single plot, dual plot (e.g. for Bode plots), multitrace
Application modes	impedance, FRA, 3-omega, etc.
Sweep modes	sequential, binary, bidirectional, reverse
Sweep step modes	linear, logarithmic
Sweep speed	20 ms/pt for f > 10 kHz

## Additional tools and features

LabOne toolset	Numerical view, Spectrum Analyzer, Plotter, Data Acquisition, Oscilloscope
APIs	C, MATLAB®, LabVIEW®, Python, .NET
Modes	2-Terminal, 4-Terminal
Confidence Indicator	suppression, compensation, open, underflow, overflow
Input range control	auto, impedance, manual
Test signal amplitude	auto, manual
Bandwidth control	auto, manual
Replacement circuit models	R <sub>p</sub>    C <sub>p</sub> , R <sub>p</sub>    L <sub>p</sub> , R <sub>s</sub> +C <sub>s</sub> , R <sub>s</sub> +L <sub>s</sub> , G-B, D-C <sub>s</sub> , Q-C <sub>s</sub> , D-L <sub>s</sub> , Q-L <sub>s</sub>
DCR measurements	yes
Test fixture compatibility	yes

## アップグレードオプションとアクセサリ

オプション	説明
<b>MFITF</b>	インピーダンステストフィクスチャは低寄生容量用に最適化されており、12個のDUTキャリアモジュールが含まれています。
<b>MF-MD</b>	マルチデモモジュレータオプションは、2番目の周波数でDUTを分析するために2番目の4端子測定ユニットを追加します。
<b>MF-DIG</b>	デジタイザオプションは、2番目のチャンネル、連続ストリーミング、およびクロスドメイントリガによってオシロスコープの機能を拡張します。

Ver.1.0\_1907