



# 取扱説明書

FP シリーズ ファブリペロー共振器

EM ラボ株式会社

2023 年 8 月 20 日

## 内容

第1章	製品概要	3
	共振器の外観と構造	3
	製品仕様	4
	付属品・アクセサリ	4
第2章	測定	5
	試料の準備	5
	加工サイズについて	5
	試料の厚みの計測について	6
	測定開始前の確認事項	7
	共振器とネットワーク・アナライザの接続	7
	正確な測定のために	8
	測定手順	8
第3章	メンテナンスと修理	9
	特性の安定したサンプルによる測定値の確認	9
	日々のクリーニング	9
	おかしいと思ったら	9
	修理	9
付録1.	グラフ：測定できる試料厚と誘電率の関係	10
附録2.	ブロードバンドモデルのサンプルプレートについて	11
	ガイドありサンプルプレート	11
	ガイドなしサンプルプレート	11

初版：2022年9月1日

2版：2023年4月10日

3版：2023年6月1日

4版：2023年7月24日

5版：2023年8月20日

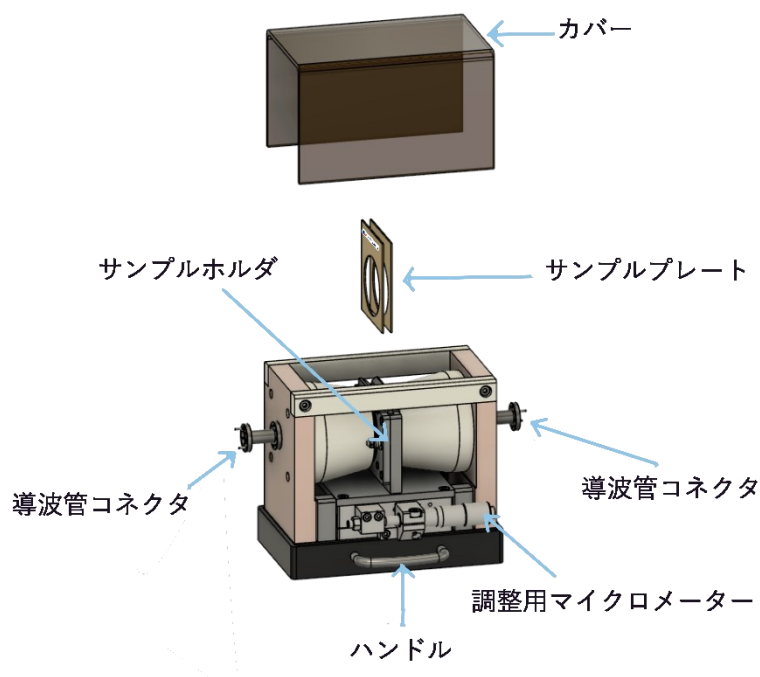
## 第1章 製品概要

ここでは、製品の概要を説明します。

FP シリーズファブリペロー共振器は、ネットワーク・アナライザに接続し、試料による共振特性の変化を用いて複素比誘電率を測定するために設計された共振器です。低誘電率・低損失材料を正確に測定するため、本体の損失は極めて小さく抑えられています。操作しやすさと再現性を追求した設計で、作業や設置環境を選ばず、再現性の高い測定結果が得られます。FP-MA 誘電率測定ソフトウェアの指示にしたがって操作すると、自動測定でバンド内の周波数特性を一気に取得することができます。

### 共振器の外観と構造

(各部の操作については、FP-MA 取扱説明書を参照してください。)



**カバー**：測定時、共振器本体にセットします。

**サンプルプレート**：2枚のサンプルプレートで試料をはさみます。

**サンプルホルダ**：サンプルプレートをサンプルホルダに挿入します。

**導波管コネクタ**：ネットワーク・アナライザを接続します。

**調整用マイクロメーター**：試料挿入後、サンプルホルダの位置調整に使用します。

**ハンドル**：共振器本体を持ち上げる際は、ハンドルを持ってください。

## 注記

1. 共振器本体を持ち上げる際は、必ずハンドルを持ってください。  
導波管コネクタを持つと破損する可能性があります。
2. サンプルプレートが外圧などにより反ってしまうと測定に支障をきたす可能性があります。丁寧に扱ってください。

## 製品仕様

型番	共振特性			接続用 コネクタ
	周波数*	共振 モード	Q値	
FP-BB	ブロードバンド(25-110 GHz)	TEM	100,000 以 上	1mm(f)
FP-E	Eバンド (60-90 GHz)			WR12
FP-W	Wバンド (75-110 GHz)			WR10
FP-D	Dバンド (110-170 GHz)			WR 6.5
FP-G	Gバンド (140-220 GHz)			WR 5.1
FP-J	Jバンド (220-330 GHz)			WR 3.4

\*周波数範囲内の約 2.5 GHz おきに生じる共振で誘電率測定可能

使用温度範囲：10～40℃ （結露しないこと）

## 付属品・アクセサリ

FP-TB 導波管接続用 ミリ波モジュール用テーブル・クランプセット （各2個）  
導波管接続時に必要なアクセサリです。

使用するネットワーク・アナライザに応じて接続用のケーブル類が必要です。E/W バンド  
で同軸接続する場合は、同軸－導波管変換アダプタが必要です。

## 第2章 測定

ここでは、測定を進める方法について、共振器および試料の取り扱いに関する注意を中心に、正しく測定するために知っておくべきことを説明します。

### 試料の準備

測定治具に合わせて試料を板状に加工する必要があります。誘電率の計算に試料の厚さを使用するので、厚さを正確に把握することが重要です。また、厚さを正確に把握するためには、試料が平らで均一であることが理想です。

また、試料の形状にうねりがあると測定結果に顕著な誤差を生じることがあります。

適切に試料を加工することが正確な測定の第一歩です。

### 加工サイズについて

ファブリペロー共振器を用いた測定では、適切な厚さの試料を用意することが正確な測定のために重要です。厚さの適正値は誘電特性と使用する共振器に依存しますが、 $100\mu\text{m}$ が目安になります。周波数が高くなるほど、また、誘電率が高くなるほど試料を薄く加工する必要があります。

測定可能な最大厚さと、誘電率・測定周波数帯の関係は付録1をご参照ください。損失の大きい試料 ( $\tan\delta > 0.01$  が目安) の場合は更に薄い試料が必要になることに注意してください。

大きさ推奨値は以下の表の通りです。推奨値より大きく上回ると試料がサンプルプレートに収まりません。また大きく下回ると、共振器が十分カバーされないために測定誤差が生じます。(下記の「サンプルプレートの形状」を参照してください。)

試料の推奨サイズ	ブロードバンドモデル: 一辺が 65 mm の正方形
	その他のモデル: 一辺が 50 mm の正方形

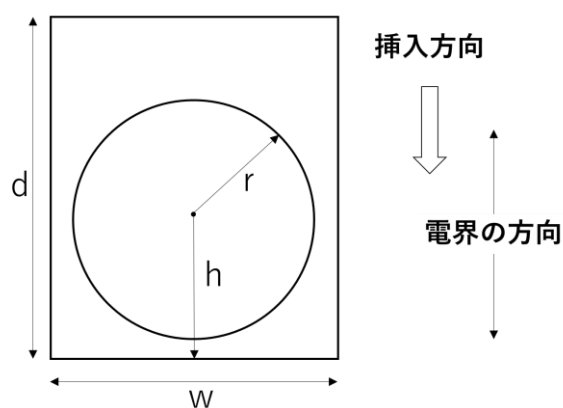
なお、試料を正方形にしておくことで異方性を評価することが可能になります。ファブリペロー共振器の場合、鉛直方向の電界を使用して誘電率を測定します。試料の取り付け方向を90度回転させることで異方性が評価できます。試料の向きが分かるように印を付けておくことをお勧めします。

### 試料の厚みの計測について

実際に誘電率測定を行う際には、試料の厚みを測定ソフトに入力します。そのために試料の厚みを事前に計測する必要があります。入力値の誤差が、そのまま誘電率測定の誤差になりますので、正確な計測が必要です。

試料の加工状況にもよりますが、一般的には 5 カ所程度をマイクロメータなどで計測して平均値を用いることを推奨します。その際、実際に誘電率測定に使用される部分の厚みを計測することが重要です。使用される部分の具体的な位置は下記のサンプルプレートのサイズを参照ください。

### サンプルプレートの形状



	FP-BB(High,Low 用)	FP-BB(High 専用)	FP-E/W/D/G/J
r	30 mm	22.5 mm	21.5 mm
h	39 mm		25.0 mm
d	107 mm		63.0 mm
w	94 mm		55.0 mm

FP-BB 用サンプルプレートには、ガイドあり・ガイドなしの二種類が付属します。ガイドありをご使用の場合、試料がサンプルプレートに納まるように幅(w)より 6 ミリほど小さく加工してください。

### 注記

FP-BB 用サンプルプレートのガイドあり/ガイドなしの使い分けについては付録を参照してください。

## 測定開始前の確認事項

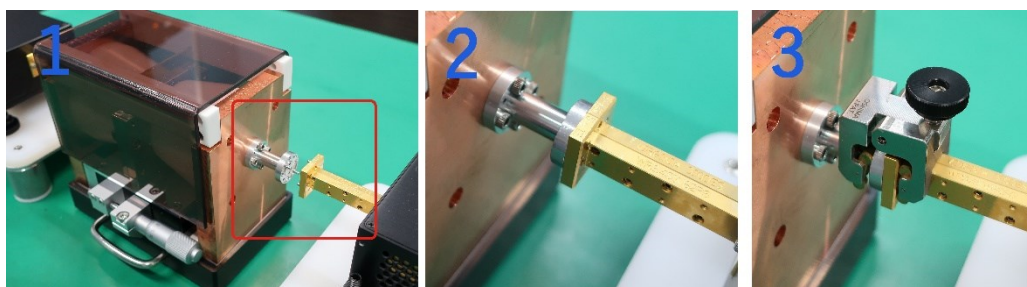
誘電率測定ソフトを開始して実際の測定を始める前に、以下の準備が整っていることを確認してください。

- ・ 共振器の温度が安定していること。少なくとも実際の測定環境に設置後 60 分以上経ってから測定開始することを推奨します。
- ・ ネットワーク・アナライザは十分ウォームアップされていること。(各ネットワーク・アナライザの推奨時間に準拠)
- ・ 試料のサイズが計測・記録されていること。
- ・ 必要に応じて、コネクタ接続のためのトルクレンチ、スパナが用意されていること。試料を扱うためのピンセットや手袋が用意されていること。

## 共振器とネットワーク・アナライザの接続

共振器の接続コネクタとネットワーク・アナライザのポートを導波管/ケーブルで接続します。周波数帯によってコネクタのタイプが異なります。コネクタのタイプは[製品仕様](#)に記載されています。

### 導波管コネクタの接続



1. 共振器と導波管のコネクタの高さを合わせる。(ミリ波モジュール用テーブルを使用)
2. コネクタを結合する。
3. クランプで固定する。(クランプのノブを締める)

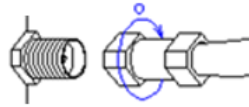
### 同軸コネクタの接続

共振器とネットワーク・アナライザを適切なケーブルを使用し接続してください。

#### 注記

同軸コネクタのナットを締め付ける際にはトルクレンチを使用して適正なトルクをかけることが重要です。過剰なトルクはコネクタの破損につながります。トルク不足は測定誤差や中心導体の回転による不具合を生じます。また、オス型コネクタのナット部分だけを回転

するように注意してください。中心導体が回転するとコネクタの摩擦や破損につながります。



#### 正確な測定のために

ファブリペロー共振器は、高い精度で誘電率を測定するために設計・製造されています。その性能を十分に生かすために気を付けるべきポイントを記載します。

#### カバーについて

試料を出し入れするとき以外は専用のカバーをかぶせてください。測定値が安定します。

#### 振動について

測定実行中は共振器やミリ波モジュールに触れないように注意してください。振動や機械的なストレスにより測定値が影響を受ける可能性があります。除振台を使用する必要はありません。

#### 測定手順

FP-MA 誘電率測定ソフトウェアを起動し、画面の指示に従って、測定を実施します。詳しい手順については、FP-MA ソフトウェアのマニュアルを参照してください。



## 第3章 メンテナンスと修理

ここでは日々のメンテナンスと異常が発生したときの対応について説明します。

### 特性の安定したサンプルによる測定値の確認

定期的に特性の安定したサンプルを測定して、測定系を確認することを推奨します。

### 日々のクリーニング

ファブリペロー共振器は基本的にメンテナンスフリーです。サンプルプレートが汚れた場合は、少量のアルコールを付けた不織布で拭き取ってください。

### 注記

分解掃除は故障の原因になりますので行わないでください。特に共振器の内部には触れないでください。特性が大きく劣化する可能性があります。

### おかしいと思ったら

測定値に異常が発生したときの対応方法について説明します。まずコネクタがしっかり接続されていることを確認してください。次にサンプルプレートに目立った異物が付着していないことを確認してください。それでも改善しない場合は、修理が必要です。

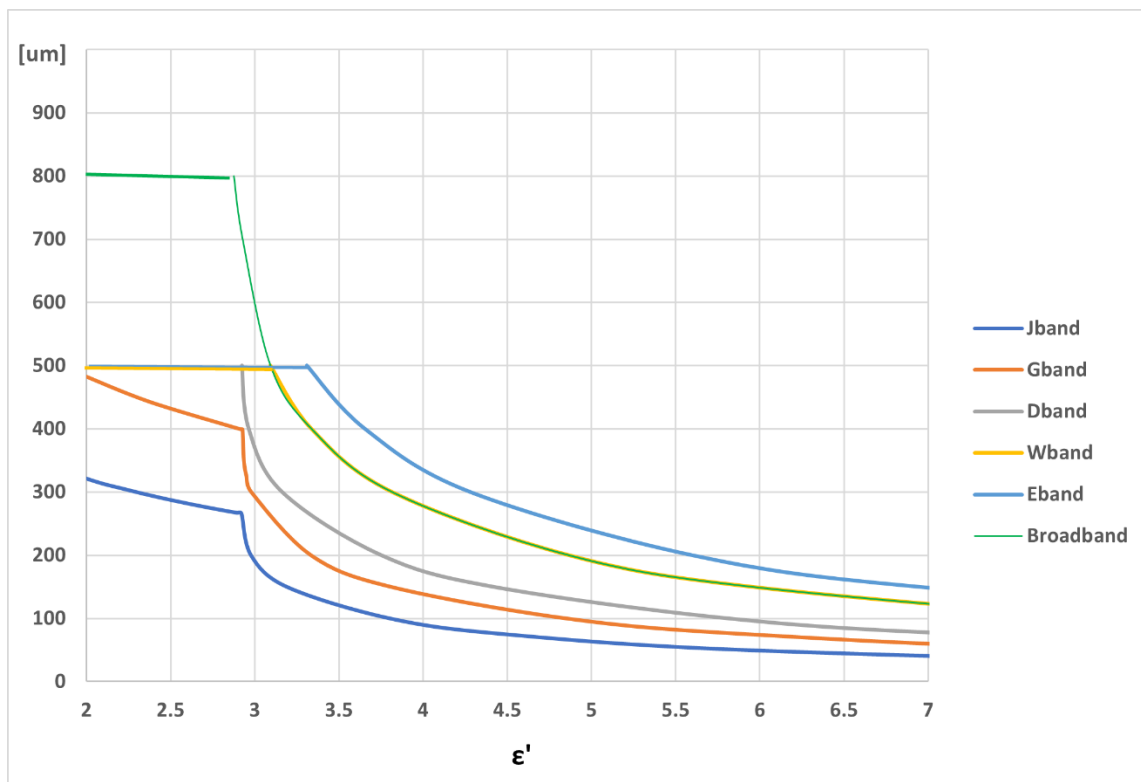
### 修理

修理が必要な場合、弊社 Web サイトから直接お問い合わせください。

<https://www.emlabs.jp>

## 付録1. グラフ：測定できる試料厚と誘電率の関係

各バンドモデルの測定周波数範囲内全域で正しく測定できる最大試料厚を、下記のグラフで示します。



## 附録2. ブロードバンドモデルのサンプルプレートについて

以下の特徴をふまえて適宜使い分けてください。

### 注記

試料単体がサンプルプレートから滑り落ちてサンプルホルダ内部に入らないように十分注意してください。試料単体がサンプルホルダ内部に落ちてしまうと、取り出せなくなってしまう可能性があります。その場合、メーカーでの修理が必要になります。

### ガイドありサンプルプレート

基本的なサンプルプレートです。サンプルプレートのガイドが試料が滑り落ちるのを防止します。下記のような理由がない限り、ガイドありプレートをご使用ください。

### ガイドなしサンプルプレート

薄いフィルム状のサンプルをサンプルプレートに平らに設置するのに上記のガイドが邪魔になる場合があります。その際にご使用ください。

二枚のサンプルプレートの底辺を薄いテープで固定して使用してもかまいません。