

# 取扱説明書

## Rxn-10 ラマン分光プローブ





## 目次

1.1 警告.....	4	5 設置.....	13
1.2 機器のシンボル.....	4	5.1 プローブおよび光ファイバーの接続.....	13
1.3 米国輸出管理規則の遵守.....	4	5.2 オプティックの取付け.....	15
1.4 用語集.....	5	6 設定.....	20
<b>2 安全上の基本注意事項.....</b>	<b>6</b>	6.1 プローブの受入.....	20
2.1 作業員の要件.....	6	6.2 プローブの校正と検証.....	20
2.2 用途.....	6	7 操作.....	22
2.3 労働安全.....	6	8 診断およびトラブルシューティング..	23
2.4 使用上の安全性.....	6	9 メンテナンス.....	24
2.5 レーザーの安全性.....	7	9.1 光ファイバーの検査および清掃.....	24
2.6 サービスの安全性.....	7	10 修理.....	25
2.7 重要安全事項.....	7	11 技術データ.....	26
2.8 製品の安全性.....	8	11.1 仕様.....	26
<b>3 製品説明.....</b>	<b>10</b>	11.2 最大許容露光量 (Maximum permissible exposure).....	27
3.1 Rxn-10 プローブ.....	10	12 補足資料.....	29
3.2 Rxn-10 プローブおよび オプティックアクセサリ.....	10	13 索引.....	30
<b>4 製品の受入検査および製品識別表示..</b>	<b>12</b>		
4.1 受入検査.....	12		
4.2 製品識別表示.....	12		
4.3 納入範囲.....	12		

## 本説明書について

### 1.1 警告

資料構成	意味
 <b>危険</b> <b>原因（/結果）</b> 違反した場合の結果（該当する場合） ▶ 是正措置	危険な状況を警告するシンボルです。この状況を回避できなかった場合、重傷または致命傷を負う可能性があります。
 <b>警告</b> <b>原因（/結果）</b> 違反した場合の結果（該当する場合） ▶ 是正措置	危険な状況を警告するシンボルです。この状況を回避できなかった場合、軽傷またはそれ以上の傷害を負う可能性があります。
 <b>注意</b> <b>原因/状況</b> 違反した場合の結果（該当する場合） ▶ アクション/注記	器物を破損する可能性がある状況を警告するシンボルです。

### 1.2 機器のシンボル

シンボル	説明
	レーザー放射シンボルは、システムの使用時に危険な可視レーザー光に暴露する危険性をユーザーに警告するものです。
	高電圧シンボルは、人体に危害を与えるほどの高電位の存在を作業員に警告するものです。一部の産業では、特定のしきい値を超える高電圧を指します。高電圧のかかる機器や電線については、特別な安全要件と安全手順を満たす必要があります。
	WEEE シンボルは、本製品を未分別の廃棄物として廃棄することが禁止されており、回収/再利用のために分別回収施設に送る必要があることを示します。
	CE マークは、欧州経済地域（EEA）内で販売される製品について、健康、安全、環境に関する保護基準に適合していることを示します。

### 1.3 米国輸出管理規則の遵守

Endress+Hauser の方針では、米国商務省 [産業安全保障局](#) のウェブサイトで詳述されている米国輸出管理法が厳格に遵守されます。

## 1.4 用語集

用語	説明
ANSI	米国規格協会 (American National Standards Institute)
°C	摂氏温度
CDRH	医療機器・放射線保健センター (Center for Devices and Radiological Health)
CFR	連邦規則集 (Code of Federal Regulations)
cm	センチメートル
CSA	カナダ規格協会 (Canadian Standards Association)
EO	電気光学 (Electro-Optical)
°F	華氏温度
FC	ファイバーチャンネル
ft	feet
HCA	ラマン校正用アクセサリ
IEC	国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission)
in	インチ
kg	キログラム
lb	ポンド
LED	発光ダイオード (Light Emitting Diode)
m	メートル
µm	マイクロメートル
mm	ミリメートル
MPE	最大許容露光量 (Maximum Permissible Exposure)
mW	ミリワット
nm	ナノメートル
RD	赤色
WEEE	電気電子機器廃棄物 (Waste Electrical and Electronic Equipment)
YE	黄色

## 2 安全上の基本注意事項

### 2.1 作業員の要件

- 計測システムの設置、設定、操作、メンテナンスは、専門のトレーニングを受けた技術者のみが行うことができます。
- 作業を行う技術者はプラント管理者から特定作業の実施許可を受ける必要があります。
- 作業を行う技術者はこれらの取扱説明書を読んで理解し、その内容に従う必要があります。
- 当該施設は、スタッフがクラス 3B レーザーのすべての操作手順および安全手順に関するトレーニングを受けていることを確認するレーザー安全管理者を指名する必要があります。
- 測定点のエラー対応は、正式に認定された熟練技術者のみが実施できます。本書に記載されていない修理は、製造元において、またはサービス部門のみが実施できます。

### 2.2 用途

Rxn-10 ラマン分光プローブは、ラボ、プロセス開発、製造（一部のシングルユースプローブシステムの場合）環境におけるサンプル測定用に設計されています。プローブヘッドは、市販の豊富なオプティック（浸漬および非接触式）と互換性があり、さまざまなアプリケーション要件に適合します。推奨アプリケーションの例を以下に示します。

- 化学**：反応監視、混合、触媒反応監視、炭化水素定量、プロセスユニットの最適化
- ポリマー**：重合反応監視、エクストルージョン監視、ポリマーブレンド
- 製薬**：原薬反応監視、晶析
- バイオ医薬品**：細胞培養およびファーマンテーションモニタリング、最適化、制御
- 食品・飲料**：肉と魚のゾーン不均一性マッピング

指定用途以外で本機器を使用した場合、作業員や計測システム全体の安全性を損なう危険性があり、あらゆる保証が無効になります。

### 2.3 労働安全

ユーザーは以下の安全条件を遵守する責任があります。

- 設置ガイドライン
- 電磁適合性に関する現地の規格/規制

電磁適合性に関して、本製品は工業用途に適用される国際規格に従って試験されています。

提示される電磁適合性は、アナライザに適切に接続された製品に対してのみ適用されます。

### 2.4 使用上の安全性

全測定点の設定を実施する前に：

- すべての接続が正しいことを確認してください。
- 電気光学ケーブルが損傷していないことを確認してください。
- プローブ/オプティックの浸漬に十分な液位を確保してください（該当する場合）。
- 破損した製品は使用せず、不意の作動を防いでください。
- 損傷のある製品にはその旨を明記したラベルを掲示してください。

使用中：

- 不具合を修正できない場合は、製品の使用を停止し、意図しない作動から保護してください。
- レーザー機器の使用においては、個人用保護具の着用や、機器アクセスを認定ユーザーに限定するなど、現地のレーザーに関する全ての安全規約に必ず従ってください。

## 2.5 レーザーの安全性

Rxn-10 プローブは、Raman Rxn アナライザに接続されます。Raman Rxn アナライザは、以下に定義されるクラス 3B レーザーを使用します。

- 米国規格協会 (ANSI) Z136.1、レーザーの安全な使用に関する米国標準規格
- 国際電気標準会議 (IEC) 60825-1、レーザー製品の安全性 - 第 1 部

### ▲ 危険

#### レーザー放射

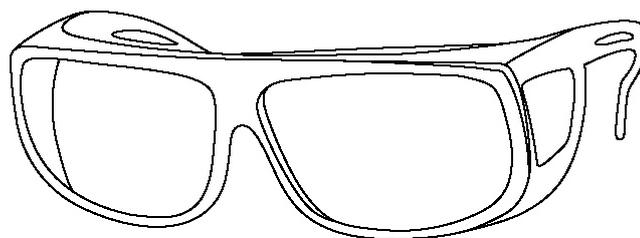
- ▶ ビームに暴露しないようにしてください
- ▶ クラス 3B レーザー製品

### ▲ 警告

**レーザー光は、揮発性有機化合物などの特定の物質の発火を引き起こす可能性があります。**

発火を引き起こす可能性のある 2 つの原因として、発火点までのサンプルの直接加熱とサンプルの発火に結び付く汚染要因物質（粉塵など）の臨界点までの過熱があります。

多くの場合、放射光は不可視またはほぼ不可視であるため、レーザーの設定には安全性に対するさらなる配慮が必要です。レーザーの初期方向と考えられる散乱経路に常に注意してください。532 nm および 785 nm の励起波長には OD3 以上、993 nm の励起波長には OD4 以上のレーザー保護メガネの使用を強く推奨します。



A0048421

図 1. レーザー保護メガネ

レーザーの取扱いとその安全対策において適切な予防措置/設定/管理に関するさらなるサポートが必要な場合は、最新版の ANSI Z136.1 または IEC 60825-14 を参照してください。最大許容露光量 (MPE) および公称眼障害距離 (NOHD) の計算に関連するパラメータについては、技術データ → 図 1 を参照してください。

## 2.6 サービスの安全性

サービスのためにプロセスプローブをプロセスインタフェースから取り外す場合は、使用者が定めた安全指示事項に従ってください。機器のサービスを実施する場合は、必ず適切な保護具を着用してください。

## 2.7 重要安全事項

- Rxn-10 プローブを指定用途以外には使用しないでください。
- レーザー光を直視しないでください。
- レーザーを鏡面/光沢面または乱反射が起こる可能性のある表面に向けしないでください。反射ビームは直接ビームと同様に有害です。
- 使用しない場合は、Rxn-10 プローブのシャッターを閉めてください。オプティックキャップを使用できる場合は、使用されていないオプティックに取り付けてください。
- 常にレーザー光ブロックを使用して、不注意によるレーザー放射の散乱を防止してください。
- プローブヘッドが作業員に向かないよう、常にプローブヘッドを固定してください。プローブヘッドの動作中は、決して固定せずに取り扱わないでください。

## 2.8 製品の安全性

本製品は、現行のすべての安全要件を満たすように設計されており、適切な試験を実施し、安全な動作状態で工場から出荷されます。関連法規および国際規格に準拠します。アナライザに接続する機器も、該当するアナライザの安全基準に適合する必要があります。

Endress+Hauser ラマン分光システムは、以下の安全機能を搭載しており、米国政府の要求事項 21 連邦規則集 (21 CFR) 第 1 章、J 節 (管理/運営機関：医療機器・放射線保健センター (CDRH) ) および IEC 60825-1 (管理/運営機関：国際電気標準会議) に準拠しています。

### 2.8.1 CDRH および IEC 準拠

Endress+Hauser ラマン分光計は、CDRH の要件および国際使用に関する IEC 60825-1 の安全基準を満たすことが Endress+Hauser によって認証されています。

Endress+Hauser ラマン分光計は CDRH に登録されています。既存の Raman Rxn アナライザまたはアクセサリを許可なく変更した場合、危険なレーザー光線暴露が起こる可能性があります。このような変更により、システムは Endress+Hauser が認証済みの連邦要件に適合しなくなる可能性があります。

### 2.8.2 レーザーの安全保護装置

Rxn-10 プローブを取り付けると、インターロック回路の一部として機能します。ファイバークーブルが切断された場合、レーザーは切断後数ミリ秒以内にオフになります。

#### 注意

ケーブルが適切に敷設されていないと、永続的な損傷が生じる可能性があります。

- ▶ プローブとケーブルは慎重に取り扱い、ねじれないように注意してください。
- ▶ ファイバークーブルは、ラマン光ファイバークーブル技術仕様書 (TI01641C) に従い、最小曲げ半径を遵守して取り付けてください。

### 2.8.3 レーザー放射インジケータおよびレーザー光シャッター

Raman Rxn アナライザのベースユニットに装備された CDRH 準拠のインジケータに加え、Rxn-10 プローブにも CDRH 準拠の電動式レーザー放射インジケータが搭載されています。

Rxn-10 プローブに組み込まれたレーザー光シャッターを閉めると、レーザー放射を防止できます。レバーの位置「I」は放射可能であることを示し、レバーが「O」を越えた位置にある場合、放射不可 (シャッターが閉鎖状態) であることを示します。

#### 危険

放射を完全に遮断するために、シャッターレバーは「O」を越えて戻り止めまで動かす必要があります。

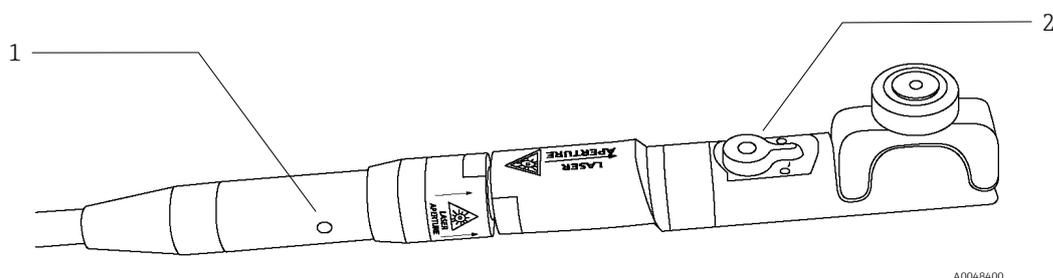


図 2. レーザー放射インジケータおよびレーザー光シャッターの位置

#	説明
1	レーザー放射インジケータ
2	レーザー光シャッター

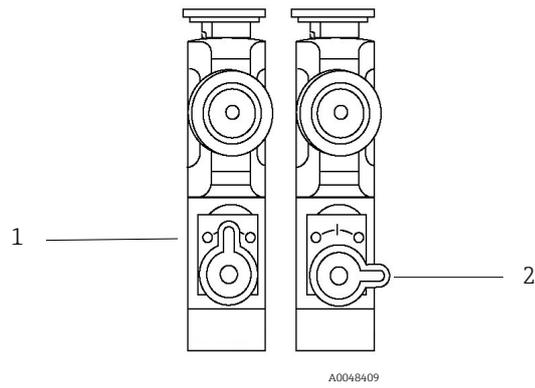


図 3. レーザー光シャッターのオンとオフの位置

#	説明
1	オン
2	オフ

### 3 製品説明

#### 3.1 Rxn-10 プローブ

Kaiser ラマンテクノロジーを搭載した Rxn-10 ラマン分光プローブは、ラボ環境における固体と液体の両方の分析に対応し、多目的に活用できる利便性を提供します。本プローブは、レーザー波長 532 nm、785 nm、993 nm で動作する Endress+Hauser の Raman Rxn アナライザに適合します。各 Rxn-10 プローブは単一のレーザー励起波長専用に設計されています。

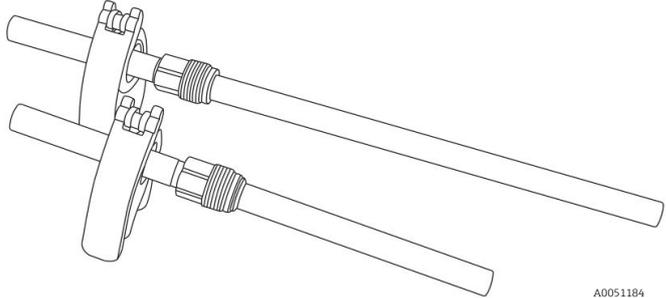
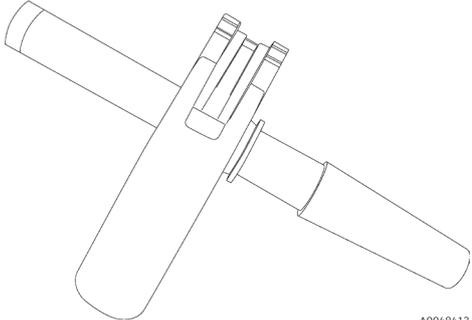
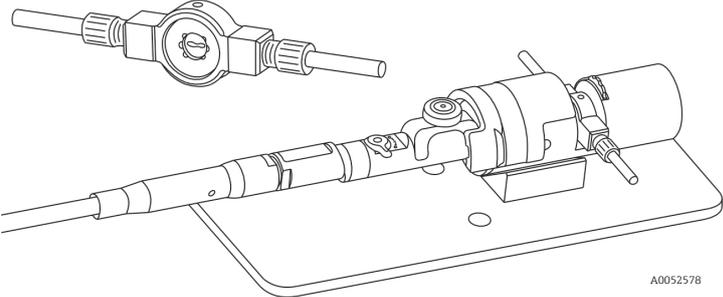
ファイバークーブルを Rxn-10 プローブ本体から取り外すことはできません。

#### 3.2 Rxn-10 プローブおよびオプティックアクセサリ

プローブヘッドは、以下のオプティックアクセサリと互換性があり、さまざまなアプリケーション要件に適合します。追加の詳細情報については、以下を参照してください。

- Rxn-10 プローブ用オプティックアクセサリ取扱説明書 (BA02171C)
- ラマンフローアセンブリ校正および検証キット取扱説明書 (BA02295C)

オプティック		アプリケーション
非接触式 オプティック		固体や混濁測定物の場合に使用します。非常に傷みやすい液体や、サンプルの汚染または光学部の損傷が懸念される腐食性液体の場合にも適しています。
浸漬オプティック (IO)		反応容器、ラボ用リアクタ、またはプロセスストリームで使用します。
bIO オプティック		ヘッドプレート接続口を必要とする卓上型バイオリアクタ/ファーマンタアプリケーションにおける連続インライン測定で使用します。

オプティック		アプリケーション
<p>バイオマルチ オプティックおよび バイオスリーブ</p>	 <p>A0051184</p>	<p>ヘッドプレート接続口を必要とする卓上型バイオリアクタ/ファーマンタアプリケーションにおける連続インライン測定で使用します。</p>
<p>シングルユース向け ラマンオプティック システム</p>	 <p>A0048413</p>	<p>シングルユースアプリケーション用の使い捨てフィッティングとともに使用します。</p>
<p>ラマンフロー アセンブリ (マイクロフローベンチおよびマイクロフローセルを含む)</p>	 <p>A0052578</p>	<p>低流量液体の場合に使用します。このアプリケーションでは、動的なプロセスストリームの監視から有益な情報が得られ、検出速度と検出限界が特に重要となります。</p>

## 4 製品の受入検査および製品識別表示

### 4.1 受入検査

1. 梱包が破損していないことを確認してください。梱包が破損している場合は、サプライヤに通知してください。問題が解決されるまで破損した梱包を保管してください。
2. 内容物が破損していないことを確認してください。納品物が破損している場合は、サプライヤに通知してください。問題が解決されるまで破損した製品を保管してください。
3. すべての納入品目が揃っており、欠品がないことを確認してください。発送書類と注文内容を比較してください。
4. 保管および輸送用に、衝撃や湿気から確実に保護できるように製品を梱包してください。納入時の梱包材を使用すると、最適な保護効果が得られます。許容周囲条件を必ず遵守してください。

ご不明な点がありましたら、弊社販売窓口にお問い合わせください。

#### 注意

梱包が不適切な場合、輸送中にプローブが損傷する可能性があります。

### 4.2 製品識別表示

#### 4.2.1 ラベル

プローブとタグには、少なくとも以下の情報を示すラベルが貼付されています。

- Endress+Hauser ブランド
- 製品識別表示（例：Rxn-10）
- シリアル番号

サイズに余裕がある場合は、以下の情報も記載されています。

- 拡張オーダーコード
- 製造者データ
- プローブの主要な機能特性（例：材質、波長、焦点深度）
- 安全上の警告と認証情報（該当する場合）

プローブ/タグの情報をご注文内容を照合してください。

#### 4.2.2 製造者所在地

Endress+Hauser  
371 Parkland Plaza  
Ann Arbor, MI 48103 USA

### 4.3 納入範囲

以下に納入範囲を示します。

- Rxn-10 プローブ
- Rxn-10 ラマン分光プローブ取扱説明書
- Rxn-10 製品性能証明書
- 各国の適合宣言（該当する場合）
- Rxn-10 プローブのオプションアクセサリ（該当する場合）
- 材料証明書（該当する場合）

ご不明な点がございましたら、最寄りの弊社販売窓口までお問い合わせください。

## 5 設置

設置するときは、クラス 3B レーザー製品に対する目と皮膚の標準的な安全対策（EN 60825/IEC 60825-14 または ANSI Z136.1 準拠）に従ってください。また、以下も遵守してください。

<b>▲ 危険</b>	<p><b>レーザー製品に対する標準的な予防措置を実施してください。</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ プローブがサンプルチャンバ内に設置されていない場合は、必ずシャッターを閉めて、人に向けず、拡散ターゲットに向けておく必要があります。</li> </ul>
<b>▲ 警告</b>	<p><b>Rxn-10 プローブへのレーザー入力が 499 mW を超過しないようにしてください。</b></p> <p>使用されていないプローブに迷光が入射すると、使用中のプローブから収集されるデータが干渉を受け、校正エラーや測定誤差が発生する可能性があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 迷光がプローブに入るのを防止するために、使用されていないプローブは必ずシャッターを閉めてください。オプティックキャップを使用できる場合は、使用されていないオプティックに取り付けてください。</li> </ul>
<b>注意</b>	<p>プローブヘッドを現場で設置するときには、設置場所でファイバーケーブルに張力がかからないように配慮し、ファイバーケーブル仕様で定められた曲げ半径を遵守してください。</p>

### 5.1 プローブおよび光ファイバーの接続

Rxn-10 プローブは、Endress+Hauser Raman Rxn アナライザのすべてのモデルに適合します。

Rxn-10 プローブは、以下のいずれかを使用して Raman Rxn アナライザに接続します。

- ファイバーチャンネル (FC) ケーブルアセンブリ（使用する Raman Rxn アナライザの製造時期が 2019 年 9 月より前の場合）
- 電気光学 (EO) ファイバーケーブル（使用する Raman Rxn アナライザの製造時期が 2019 年 9 月以降の場合）

ファイバーケーブルを Rxn-10 プローブ本体から取り外すことはできません。オプションの延長ファイバーケーブルを使用できます。

アナライザ接続の詳細については、該当する Raman Rxn アナライザの取扱説明書を参照してください。

#### 注意

**プローブを FC ケーブルアセンブリまたは EO ファイバーケーブルに接続する作業については、資格のある Endress+Hauser のエンジニアまたは専門のトレーニングを受けた技術者が行う必要があります。**

- ▶ 有資格者によるトレーニングを受けていないユーザーがプローブを光ファイバーケーブルに接続しようとした場合、損傷が発生し、保証が無効になる可能性があります。
- ▶ プローブとファイバーケーブルの接続に関する追加のサポートについては、最寄りの Endress+Hauser サービス担当者にお問い合わせください。

### 5.1.1 FC ケーブルアセンブリ

FC ケーブルアセンブリは、以下を使用して Rxn-10 プローブをアナライザに接続します。

- 電氣的インターロックコネクタ
- 黄色 (YE) の励起用ファイバー (レーザー出力用)
- 赤色 (RD) の収集用ファイバー (分光器入力用)

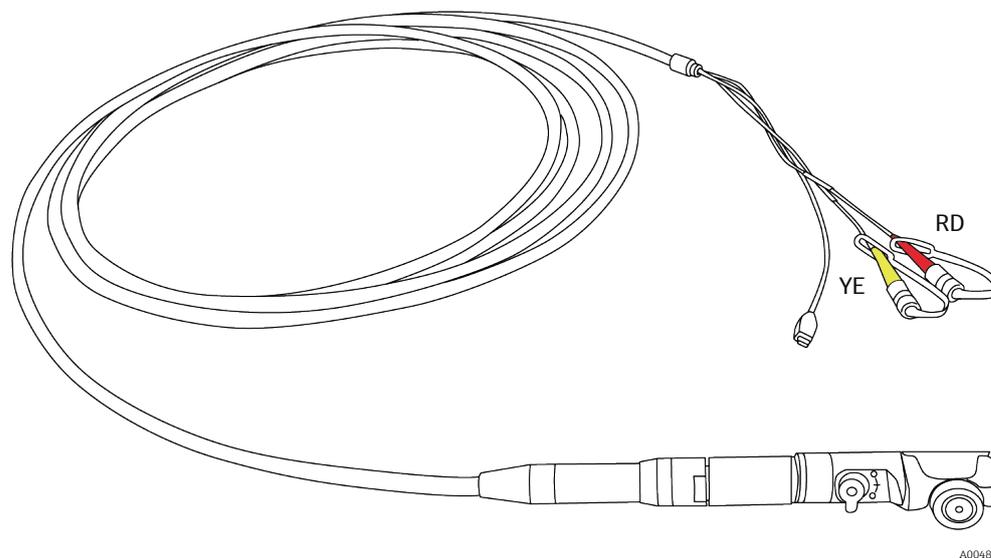


図 4. アナライザ用コネクタを備えた FC ケーブルアセンブリ

### 5.1.2 EO ファイバーケーブル

EO ファイバーケーブルは、励起用/収集用ファイバーおよび電氣的レーザーインターロックを含む、堅牢なシングルコネクタを使用して、Rxn-10 プローブをアナライザに接続します。

ケーブル経路が長い場合やコンジットに敷設する場合には、EO 延長ケーブルを使用できます。

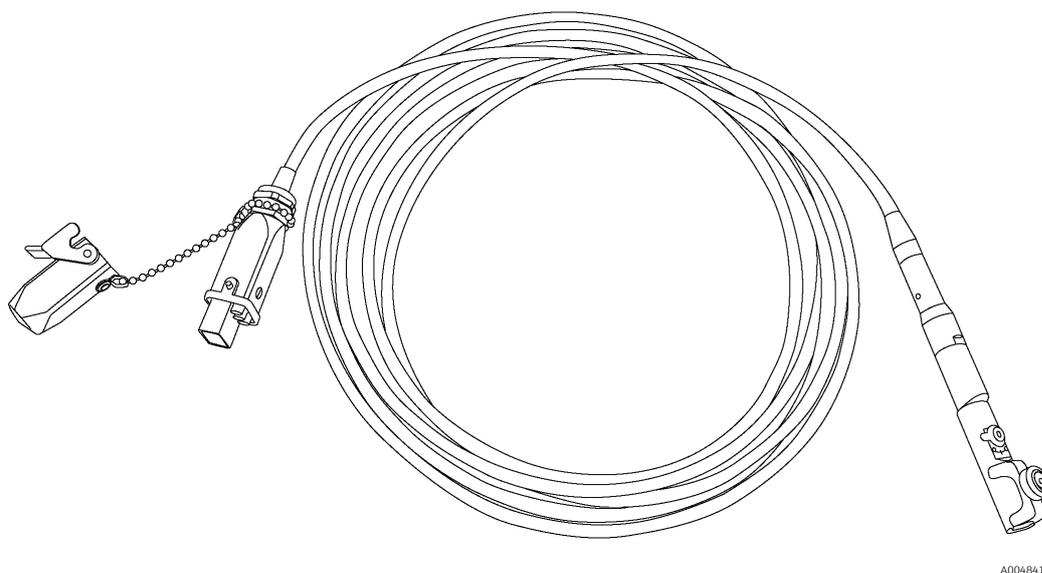


図 5. アナライザ用コネクタを備えた EO ファイバーケーブル

## 5.2 オプティックの取付け

Rxn-10 プローブは、さまざまな浸漬オプティック、非接触式オプティック、およびマイクロフローセル付きマイクロフローベンチに適合します。プローブヘッドには、浸漬オプティックまたはマイクロフローベンチを固定する圧縮クランプが搭載されています。このクランプは非接触式オプティック用のアダプタも固定できます。

取り付ける前に、オプティックから保護カバーが取り外されていることを確認してください。

プローブヘッドのオプティックを交換した場合は、プローブの校正と検証 → 5.1 を参照して、新しいオプティックを取り付けたプローブヘッドの強度校正を実施してください。

### 5.2.1 浸漬オプティックおよび bIO オプティックの取付け

Endress+Hauser の浸漬オプティックおよび bIO オプティックは、Rxn-10 プローブに差し込み、トルク制限付きつまみネジ式クランプで固定します。Rxn-10 プローブのつまみネジを完全に抜いてしまわないでください。

#### ▲ 危険

**浸漬オプティックの取付け/取外しを行うときには、レーザーがオフであり、レーザー光シャッターが閉鎖位置にあることを確認してください。**

浸漬オプティックを取り付ける方法：

1. 必要に応じて、Rxn-10 プローブのトルク制限付きつまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩めます（ネジを抜いてしまわないでください）。オプティックのプローブ終端（製品のマーキングがある終端部）を確認します。
2. オプティックのプローブ終端をオプティック用エンドクランプに挿入します。
3. オプティックを停止するところまで差し込みます。
4. つまみネジを時計回りにそっと回して、「カチッ」という音がするまで締め付けます。これはつまみネジが必要なトルクに達したことを示しています。ネジを締め付けなかった場合、オプティックの接続が緩み、オプティックが損傷する可能性があります。
5. プローブヘッドへのオプティックの取付けが完了したら、使用する前にラマン校正用アクセサリを使用して、新しいオプティックを取り付けたプローブヘッドの強度校正を実施します。

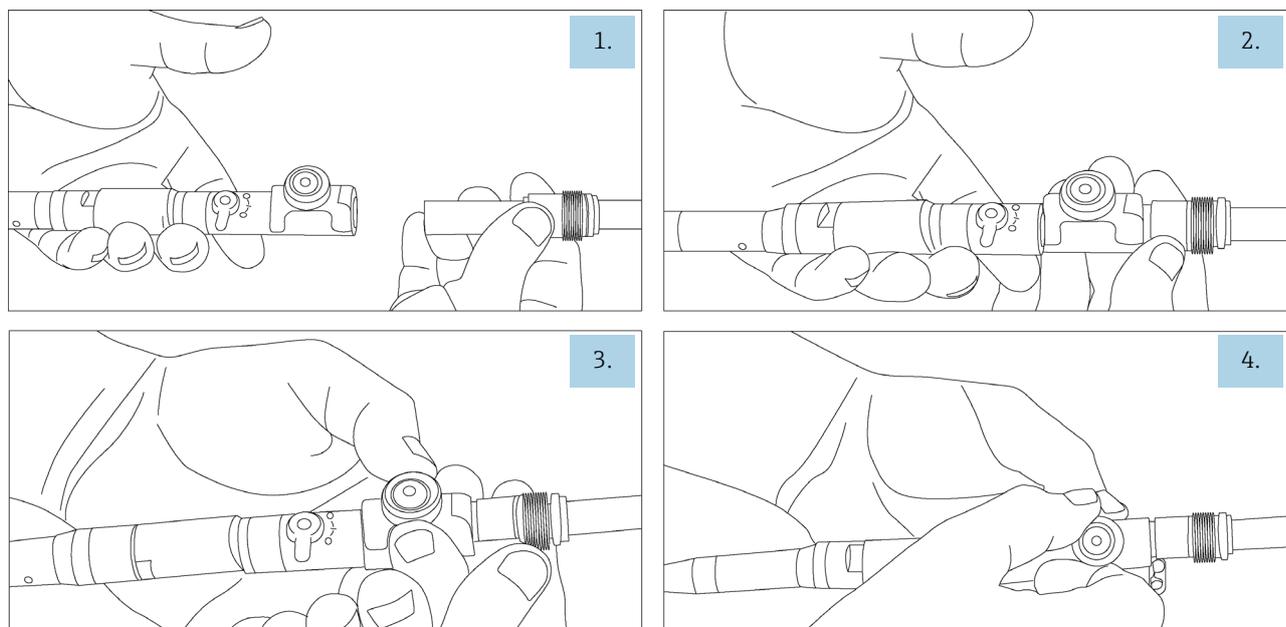


図 6. Rxn-10 プローブへの浸漬オプティック (IO) または bIO オプティックの取付け

浸漬オプティックを取り外す方法：

トルク制限付きつまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩め、浸漬オプティックをクランプから外します。ネジを抜いてしまわないでください。次に、浸漬オプティックを引き抜きます。

## 5.2.2 バイオマルチオプティックの取付け

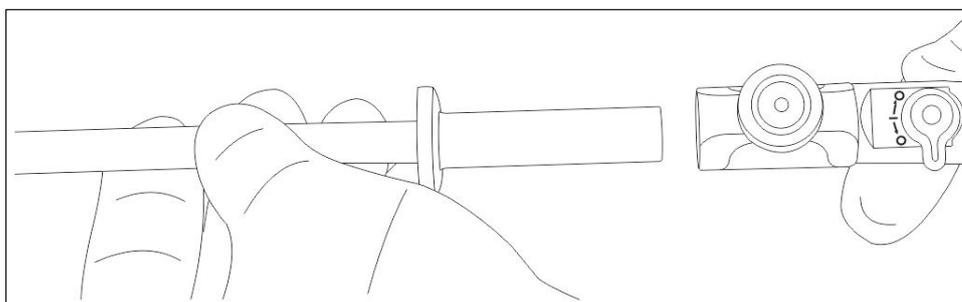
Endress+Hauser のバイオマルチオプティックは、Rxn-10 プローブに差し込み、トルク制限付きつまみネジ式クランプで固定します。Rxn-10 プローブのつまみネジを完全に抜いてしまわないでください。

### ⚠ 危険

オプティックの取付け/取外しを行うときには、レーザーがオフであり、レーザー光シャッターが閉鎖位置にあることを確認してください。

オプティックをプローブに取り付ける方法：

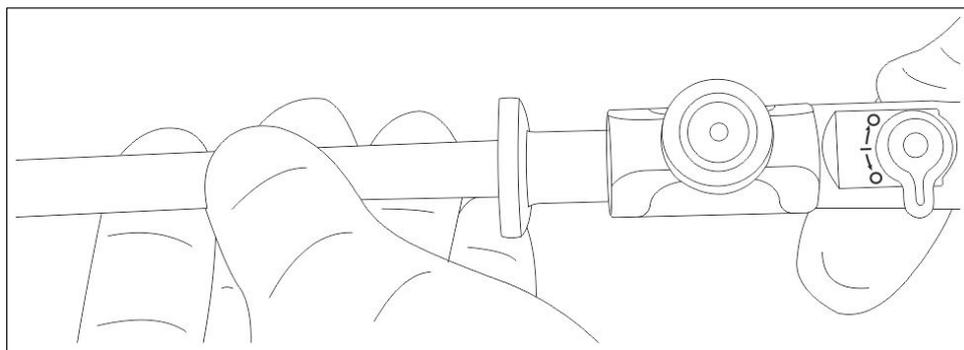
1. 必要に応じて、Rxn-10 プローブの金属製つまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩めます（ネジを抜いてしまわないでください）。
2. オプティックをオプティック用エンドクランプに挿入します。



A0051185

図 7. バイオマルチオプティックを Rxn-10 プローブに挿入

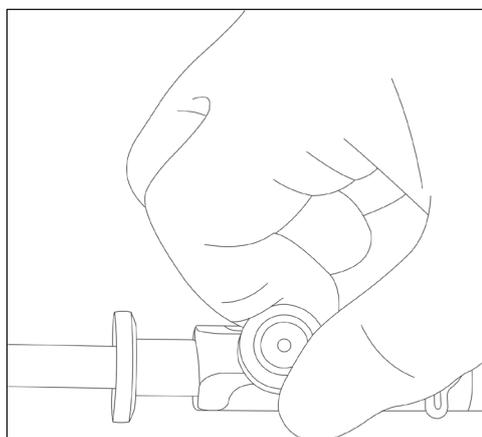
3. オプティックを停止するところまで差し込みます。



A0051186

図 8. Rxn-10 プローブ内のバイオマルチオプティックの最終位置

4. つまみネジを時計回りにそっと回して、「カチッ」という音がするまで締め付けます。これはつまみネジが必要なトルクに達したことを示しています。ネジを締め付けなかった場合、オプティックの接続が緩み、オプティックが損傷する可能性があります。



A0051187

図 9. Rxn-10 プローブのつまみネジの締め付け

5. プローブへのオプティックの取付けが完了したら、マルチオプティック校正用アクセサリを使用して、新しいオプティックを取り付けたプローブの強度校正を実施します。代わりにラマン校正用アクセサリ (HCA) も使用できますが、バイオスリーブが必要になります。

バイオマルチオプティックを Rxn-10 プローブから取り外す方法：

トルク制限付きつまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩め、オプティックをクランプから外します。ネジを抜いてしまわないでください。次に、オプティックを引き抜きます。

### 5.2.3 シングルユース向けラマンオプティックシステムの取付け

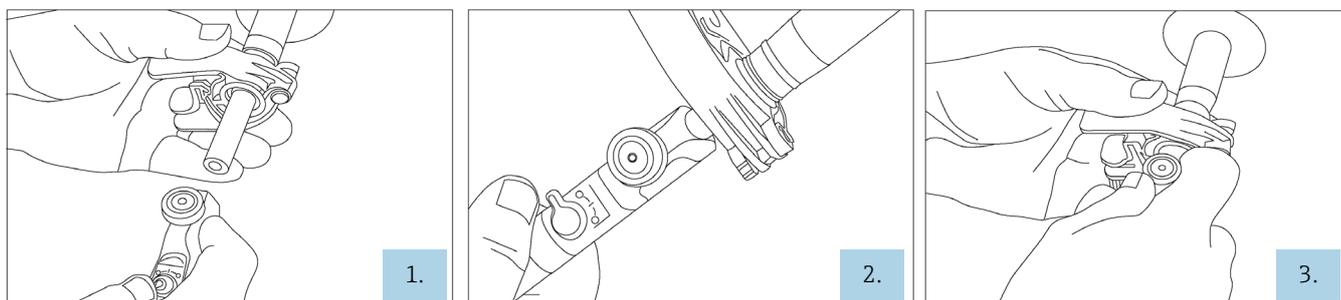
Endress+Hauser のシングルユース向 ラマンオプティックシステムは、Rxn-10 プローブに差し込み、トルク制限付きつまみネジ式クランプで固定します。Rxn-10 プローブのつまみネジを完全に抜いてしまわないでください。

#### ▲ 危険

**オプティックの取付け/取外しを行うときには、レーザーがオフであり、レーザー光シャッターが閉鎖位置にあることを確認してください。**

シングルユース向けラマンオプティックシステムを取り付ける方法：

1. Rxn-10 プローブの金属製つまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩めます (ネジを抜いてしまわないでください)。次に、オプティックをオプティック用エンドクランプに挿入します。
2. オプティックを停止するところまで差し込みます。
3. つまみネジを時計回りにそっと回して、「カチッ」という音がするまで締め付けます。これはつまみネジが必要なトルクに達したことを示しています。ネジを締め付けなかった場合、オプティックの接続が緩み、オプティックが損傷する可能性があります。



A0049417

図 10. Rxn-10 プローブへのシングルユース向けラマンオプティックシステムの取付け

4. プローブへのオプティックの取付けが完了したら、フィッティングに接続する前に、マルチオプティック校正用アクセサリを使用して、新しいオプティックを取り付けたプローブの強度校正を実施します。代わりに、ラマン校正用アクセサリ (HCA) およびシングルユース用校正アダプタも使用できます。

シングルユース向けラマンオプティックシステムを取り外す方法：

トルク制限付きつまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩め、オプティックをクランプから外します。ネジを抜いてしまわないでください。次に、オプティックを引き抜きます。

### 5.2.4 非接触式オプティックの取付け

Rxn-10 プローブとともに提供される非接触式オプティックはネジ接続式のため、オプティックを Rxn-10 プローブに取り付けるにはネジ込みアダプタが必要になります。

#### ▲ 危険

**非接触式オプティックの取付け/取外しを行うときには、レーザーがオフであり、レーザー光シャッターが閉鎖位置にあることを確認してください。**

非接触式オプティックを取り付ける方法：

1. Rxn-10 プローブの金属製つまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩めます（ネジを抜いてしまわないでください）。次に、アダプタのネジ山のない細い方の端部を確認します。
2. アダプタの細い方の端部をクランプに挿入します。アダプタを停止するところまで差し込みます。
3. つまみネジを時計回りにそっと回して、「カチッ」という音がするまで締め付けます。これはつまみネジが必要なトルクに達したことを示しています。ネジを締め付けなかった場合、アダプタの接続が緩む可能性があります。
4. 非接触式オプティックの、外側にネジ山の付いた方の端部を確認します。
5. 非接触式オプティックをアダプタのネジ山の付いた端部にねじ込みます。
6. プローブヘッドへのオプティックの取付けが完了したら、使用する前にラマン校正用アクセサリを使用して、新しいオプティックを取り付けたプローブヘッドの強度校正を実施します。

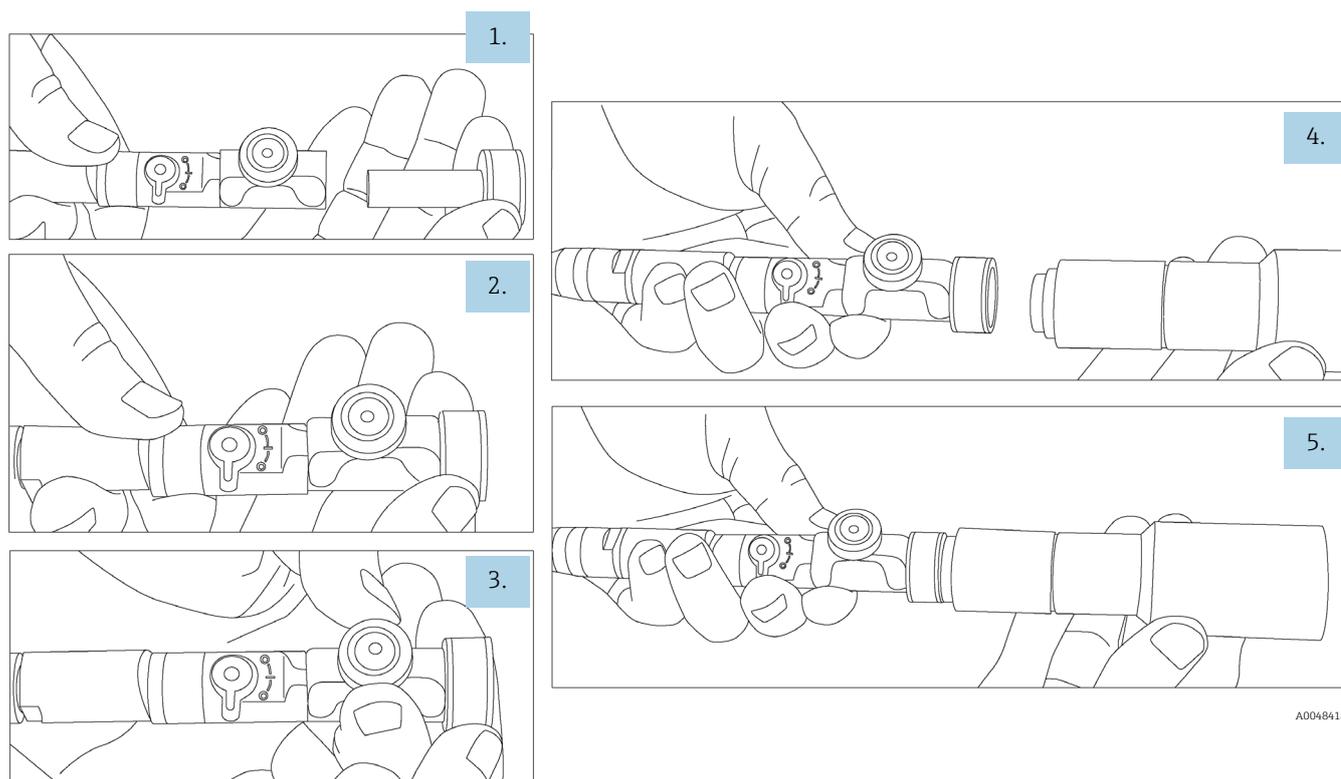


図 11. Rxn-10 プローブへのアダプタおよび非接触式オプティックの取付け

非接触式オプティックを取り外す方法：

非接触式オプティックを回して緩め、アダプタから外します。浸漬オプティックを使用する場合は、アダプタがクランプから外れるまでトルク制限付きつまみネジを反時計回りに約 1 回転させて、アダプタを取り外します。次に、アダプタを引き抜きます。

## 5.2.5 マイクロフローベンチの取付け

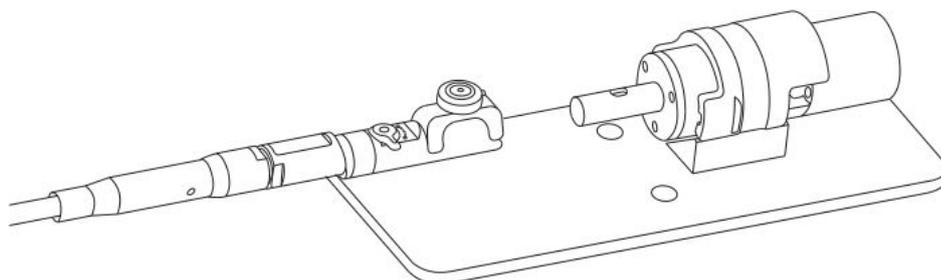
Endress+Hauser のマイクロフローベンチは、Rxn-10 プローブに差し込み、トルク制限付きつまみネジ式クランプで固定します。Rxn-10 プローブのつまみネジを完全に抜いてしまわないでください。

### ▲ 危険

オプティックの取付け/取外しを行うときには、レーザーがオフであり、レーザー光シャッターが閉鎖位置にあることを確認してください。

マイクロフローベンチをプローブに取り付ける方法：

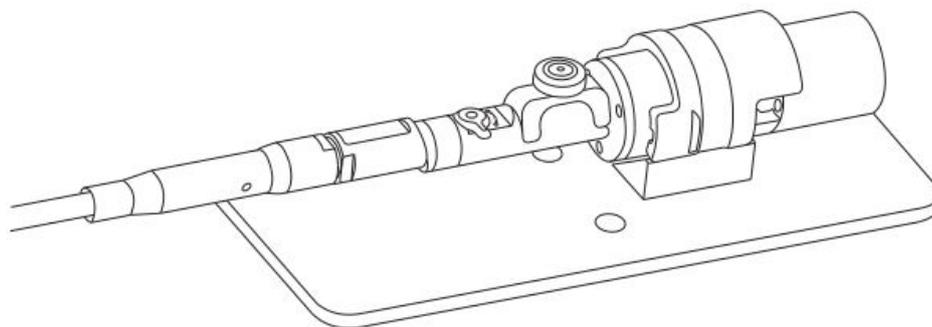
1. 必要に応じて、Rxn-10 プローブの金属製つまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩めます（ネジを抜いてしまわないでください）。
2. プローブのオプティック用エンドクランプをマイクロフローベンチの Rxn-10 アダプタに装着します。



A0052579

図 12. Rxn-10 プローブをマイクロフローベンチの Rxn-10 アダプタに装着

3. プローブをマイクロフローベンチの Rxn-10 アダプタ上で停止するところまでスライドさせます。



A0052580

図 13. Rxn-10 プローブとマイクロフローベンチの最終位置

4. つまみネジを時計回りにそっと回して、「カチッ」という音がするまで締め付けます。これはつまみネジが必要なトルクに達したことを示しています。ネジを締め付けなかった場合、オプティックの接続が緩み、オプティックが損傷する可能性があります。
5. マイクロフローベンチの取付けが完了したら、マイクロフローベンチ校正キットを使用して、新しいオプティックを取り付けたプローブの強度校正を実施します。

Rxn-10 プローブをマイクロフローベンチから取り外す方法：

トルク制限付きつまみネジを反時計回りに約 1 回転させて緩め、Rxn-10 アダプタをクランプから外します。ネジを抜いてしまわないでください。次に、プローブをアダプタから引き抜きます。

## 6 設定

Rxn-10 プローブは、Raman Rxn アナライザに接続可能な状態で納入されます。プローブに対する追加調整は不要です。プローブを使用するために設定する場合は、以下の説明に従ってください。

### 6.1 プローブの受入

受入検査 → ④ の説明に従って、製品の受入検査手順を実行してください。

### 6.2 プローブの校正と検証

プローブおよびアナライザは、使用する前に校正する必要があります。

#### 6.2.1 マルチオプティックの校正および検証用アクセサリ

マルチオプティックの校正および検証用アクセサリの追加情報については、マルチオプティック校正および検証キット取扱説明書 (BA02173C) を参照してください。

##### 6.2.1.1 マルチオプティック校正用アクセサリ

Rxn-10 プローブへのバイオマルチオプティックまたはシングルユース向けラマンオプティックシステムの取付けが完了したら、マルチオプティック校正用アクセサリを使用して、新しいオプティックを取り付けたプローブヘッドの強度校正を実施してください。

マルチオプティック校正用アクセサリを使用できない場合は、ラマン校正用アクセサリ (HCA) と以下を使用して校正することもできます。

- バイオマルチオプティック：バイオスリーブおよび 12 mm HCA アダプタを使用
- シングルユース向けラマンオプティックシステム：シングルユース用校正アダプタおよび 12 mm HCA アダプタを使用

##### 6.2.1.2 マルチオプティック検証用アクセサリ

マルチオプティック検証用アクセサリは、バイオマルチオプティックまたはシングルユース向けラマンオプティックシステムの検証に使用する必要があります。

#### 注意

**バイオマルチオプティックまたはシングルユース向けオプティックを直接サンプルに浸漬しないでください。**

マルチオプティック検証用アクセサリを使用できない場合、バイオマルチオプティックまたはシングルユース向けラマンオプティックシステムの検証は、bIO サンプルチャンバおよび追加のバイオスリーブ（バイオマルチオプティックの場合）またはシングルユース用校正アダプタ（シングルユース向けオプティックの場合）を使用して実行できます。bIO サンプルチャンバの使用方法については、該当する Raman Rxn アナライザの取扱説明書を参照してください。

#### 6.2.2 ラマン校正用アクセサリ

プローブヘッドへの浸漬オプティック、非接触式オプティック、または bIO オプティックの取付けが完了したら、ラマン校正用アクセサリ (HCA) を使用して、新しいオプティックを取り付けたプローブヘッドの強度校正を実施してください。

シングルユース向けラマンオプティックシステムに HCA を使用する場合は、追加のシングルユース用校正アダプタをオプティックに取り付けます。次に、取り付けたオプティック/校正アダプタを、HCA ヘッドに取り付けられた HCA アダプタに装着します。

HCA および アダプタの追加情報については、ラマン校正用アクセサリ取扱説明書 (BA02173C) を参照してください。

## 6.2.3 マイクロフローベンチの校正/検証セル

マイクロフローベンチの校正/検証セルは、マイクロフローベンチを校正/検証するためのものです。その他の用途には適合しません。

マイクロフローベンチの校正/検証セルの追加情報については、ラマンフローベンチ校正キット取扱説明書 (BA02295C) を参照してください。

### 注意

マイクロフローベンチの校正/検証セルをサンプルに直接浸漬したり、サンプルで汚染したりしないでください。

### 6.2.3.1 マイクロフローベンチ校正セル

マイクロフローベンチの取付けが完了したら、マイクロフローベンチ校正セルを使用して、プローブヘッドおよびマイクロフローベンチの強度校正を実施してください。

### 6.2.3.2 マイクロフローベンチ検証セル

マイクロフローベンチ検証セルは、マイクロフローベンチを使用する場合のプローブ検証に使用します。

## 6.2.4 校正および検証の実行

プローブおよびアナライザは、使用する前に校正する必要があります。内部機器校正の詳細については、該当する Raman Rxn2 または Raman Rxn4 アナライザの取扱説明書を参照してください。

Raman Rxn-10 プローブは、測定値の収集前やオプティックの交換時に強度校正を実施する必要があります。ラマン校正用アクセサリ (HCA) と適切なオプティックアダプタまたは適切なラマン校正/検証キット (バイオマルチオプティック/フローセルの場合) を使用して、プローブ校正を実施してください。すべてのアクセサリ情報と校正手順については、これらの製品の各取扱説明書を参照してください。

オプティック	参考資料
ラマン校正用アクセサリと適切なアダプタ	ラマン校正用アクセサリ取扱説明書 (BA02173C)
ラマンバイオマルチオプティック	マルチオプティック校正および検証キット取扱説明書 (BA02294C)
ラマンフローセル	ラマンフローアセンブリ校正および検証キット取扱説明書 (BA02295C)

内部アナライザ校正とプローブ校正に合格しない限り、Raman RunTime ソフトウェアはスペクトルを収集できません。

校正後に、ラマンシフト標準物質を使用して Raman RunTime チャンネル検証を実行してください。校正結果の検証が推奨されますが、必須ではありません。ラマンシフト標準物質を使用した検証手順については、校正用アクセサリの取扱説明書も参照してください。

推奨される校正および適格性評価のシーケンスは、以下の通りです。

1. 分光器およびレーザー波長の内部アナライザ校正
2. 適切な校正用アクセサリを使用したシステム強度校正
3. 適切な標準物質を使用したシステム機能検証

プローブ、オプティック、サンプルシステムに関する具体的なお問い合わせについては、お客様の営業担当者にお問い合わせください。

## 7 操作

Endress+Hauser Rxn-10 プローブは、製品およびプロセス開発向けに設計された汎用性の高いプローブです。各種プローブバージョンは、レーザー波長 532 nm、785 nm、993 nm で動作する Endress+Hauser の Raman Rxn アナライザに適合するように設計されています。Rxn-10 プローブには、互換性のあるさまざまなオプティックを使用できます。

使用方法に関する追加情報については、該当する Raman Rxn アナライザおよびオプティックの取扱説明書を参照してください。

## 8 診断およびトラブルシューティング

Rxn-10 プローブに関する問題のトラブルシューティングを行う場合は、下表を参照してください。取り付けられたプローブを使用していない場合は、プローブのレーザー光シャッターを OFF 位置 (0) に設定して、迷光がシステムに入らないようにしてください。

プローブが損傷している場合は、評価を行う前にプローブをプロセスストリームから切り離してレーザーをオフにしてください。サポートが必要な場合は、サービス担当者にお問い合わせください。

オプティックアクセサリに関連する措置（清掃など）の詳細については、該当する取扱説明書を参照してください。

故障状態	考えられる原因	措置
1 信号比または信号対ノイズ (S/N) 比の大幅な低下	取り付けられたオプティックの窓の汚れ	1. プローブに取り付けられたオプティックをサンプリング環境から慎重に取り外し、汚染を除去して光学窓を検査します。 2. 必要に応じて、窓を清掃してからオプティックを元の環境に戻します。
	ファイバーに亀裂が入っているが断線はしていない	ファイバーの状態を確認し、交換が必要な場合はサービス担当者にお問い合わせください。
2 レーザーの電源が投入され、レーザー放射インジケータが点灯しているにもかかわらず信号が完全に消失する	ファイバーの破損（インターロックワイヤは破損していない）	すべてのファイバー接続が確実に行われていることを確認します。
	レーザー光シャッターが閉鎖位置 (0) にある	レーザー光シャッターを開放位置 (I) に設定します。
3 プローブのレーザー放射インジケータが点灯しない	ファイバーアセンブリの損傷	ファイバーに破損の形跡があるかどうかを確認します。交換が必要な場合はサービス担当者にお問い合わせください。
	ファイバーケーブルの EO コネクタが固定/ラッチされていない	EO コネクタがプローブ（該当する場合）とアナライザに正しく接続され、ラッチされていることを確認します。
	リモートインターロックコネクタが外れている	アナライザの背面（ファイバー EO コネクタの横）にあるツイストロック式リモートインターロックコネクタが特定のチャンネル用に接続されていることを確認します。
4 信号が不安定であり、オプティックの窓の裏側に汚染が確認される	取り付けられたオプティックの窓のシール不良	1. 取り付けられたオプティックの窓の内側部分について、水分や結露の有無を調べます。 2. 取り付けられたオプティック本体について、流体の浸透やサンプル流体の形跡の有無を調べます（例：腐食、残留物）。 3. スペクトル偏差の兆候の有無を確認します。 4. 上記のいずれかに該当する場合は、サービス担当者にご連絡の上、プローブを弊社に返却してください。
5 レーザー出力または収集効率の低下	ファイバー接続の汚れ	プローブのファイバー終端部を丁寧に清掃します。 清掃方法および新しいプローブの始動手順については、該当する Raman Rxn アナライザの取扱説明書を参照してください。
6 アナライザのレーザーインターロックによりレーザーが停止する	レーザーインターロックの作動	接続されている光ファイバーケーブルのすべてのチャンネルでファイバー破損の有無を確認し、リモートインターロックコネクタが各チャンネルに適切に配置されていることを確認します。
7 スペクトルの帯域やパターンが認識されない	ファイバーに亀裂が入っているが断線はしていない	考えられる原因を確認し、損傷した製品の返却が必要な場合はサービス担当者にお問い合わせください。
	取り付けられたオプティックの先端の汚染	
	プローブの内部光学系の汚染	
8 その他の説明できないプローブの望ましくない動作	オプティックが適切に取り付けられていない	オプティックを取り付け直してプローブ校正を実施します。 プローブの校正手順については、該当する Raman Rxn アナライザの取扱説明書を参照してください。
	つまみネジがプローブに適切に固定されていない	六角スパナを使用して、つまみネジの中央にあるナットを締め付けます。
	プローブヘッドまたはオプティックの物理的な損傷	損傷した製品の返却が必要な場合はサービス担当者にお問い合わせください。

## 9 メンテナンス

### 9.1 光ファイバーの検査および清掃

最適な性能を確保するには、光ファイバーコネクタ（FC または EO）を清浄に保ち、破片や油の付着がない状態にする必要があります。清掃が必要な場合は、該当する Raman Rxn アナライザまたは光ファイバーケーブルの取扱説明書を参照してください。

## 10 修理

本書に記載されていない修理は、直接製造元において、またはサービス部門のみが実施できます。技術サービスについては、弊社ウェブサイト (<https://www.endress.com/contact>) からお近くの販売窓口をご確認の上、そちらにお問い合わせください。

修理または交換のために製品を返却する必要がある場合は、サービスプロバイダが提示するすべての汚染除去手順を実行してください。

 危険

**返却の前に接液部を適切に汚染除去しなかった場合、重傷または致命傷を負う可能性があります。**

安全かつ適切な製品返却を迅速に行うために、サービス部門にお問い合わせください。

製品返却に関する追加情報については、以下のサイトを参照し、適切な市場/地域を選択してください。

<https://www.endress.com/en/instrumentation-services/instrumentation-repair>.

## 11 技術データ

### 11.1 仕様

項目	説明	
レーザー波長	非接触式または浸漬オプティックを使用する場合	532 nm、785 nm、993 nm
	bIO オプティックまたはシングルユース向け Raman オプティックシステムを使用する場合	785 nm または 993 nm
	バイオマルチオプティックとバイオスリーブまたはマイクロフローベンチとマイクロフローセルを使用する場合	785 nm
プローブヘッドへの最大レーザー出力	< 499 mW	
作動距離	選択したサンプリングオプティックに基づく	
サンプルインタフェース	選択したサンプリングオプティックに基づく	
サンプルにおける偏光	非偏光	
プローブ温度	-10~+70 °C (14~158 °F)	
温度ランプ	≤ 30 °C/min (≤ 54 °F/min)	
プローブ相対湿度	20~60 %、結露無き事	
プローブスペクトル範囲	プローブスペクトル範囲は、使用されるアナライザの範囲によって制限されます。	
サンプルにおけるレーザー出力	532 nm (標準 120 mW レーザーの場合)	> 45 mW
	785 nm (標準 400 mW レーザーの場合)	> 150 mW
	993 nm (標準 400 mW レーザーの場合)	> 150 mW
構成材料	プローブ本体	6061 アルミニウム、SUS 316L 相当ステンレス、SUS 303 相当ステンレス
	光ファイバークーブル	構造：PVC 被覆、独自構造 接続：独自の電気光学 (EO) 式または FC~EO ファイバーコンバータ (非組込みシステムの場合)
プローブ	長さ (ファイバークーブルの曲げ半径を含まない)	203 mm (8 in)
	長さ (ファイバークーブルの曲げ半径を含む)	356 mm (14.02 in)
	直径 (ケーブルを含まない)	19 mm (0.75 in)
	重量 (ケーブルを含む)	0.5 kg (約 1 lb)
光ファイバークーブル	温度*	-40~+70 °C (-40~+158 °F)
	長さ	標準長さ 5~25 m (16.4~82.0 ft)、増分単位 5 m (16.4 ft)  長さ 5~200 m (16.4~656.2 ft) (増分単位 5 m (16.4 ft)) の延長ファイバークーブルも使用可能 (アプリケーションによる長さ制限あり)
	最小曲げ半径	152.4 mm (6 in)
	難燃性	認証：CSA-C/US AWM I/II、A/B、80C、30V、FT1、FT2、VW-1、FT4 定格：AWM I/II A/B 80C 30V FT4

\* 光ファイバークーブルは 80 °C (176 °F) までの耐熱性を備えますが、プローブヘッドに接続するケーブルのインタフェースの耐熱性は 70 °C (158 °F) に制限されています。

## 11.2 最大許容露光量 (Maximum permissible exposure)

最大許容露光量 (MPE) は、目や皮膚が損傷を受けることなく暴露可能な最大レベルのレーザー被曝を示します。MPE の計算には、レーザー波長 ( $\lambda$ ) (ナノメートル単位)、暴露時間 (秒単位 ( $t$ ))、および関与エネルギー ( $J\text{ cm}^{-2}$  または  $W\text{ cm}^{-2}$ ) を使用します。

補正係数 ( $C_A$ ) も必要になる場合がありますが、これは以下に従って求めることができます。

波長 $\lambda$ (nm)	補正係数 $C_A$
400~700	1
700~1050	$10^{0.002(\lambda-700)}$
1050~1400	5

### 11.2.1 眼球暴露に関する MPE

ANSI Z136.1 規格では、眼球暴露に対する MPE 評価を実施するための手段を提供しています。Rxn-10 プローブからのレーザー暴露および発生確率の低い損傷した光ファイバーからのレーザー暴露における該当 MPE レベルの計算基準を参照してください。

レーザー光への点源眼球暴露に関する最大許容露光量 (MPE)			
波長 $\lambda$ (nm)	暴露時間 $t$ (s)	MPE の計算方法	
		( $J\text{ cm}^{-2}$ )	( $W\text{ cm}^{-2}$ )
532	$10^{-13}\sim 10^{-11}$	$1.0 \times 10^{-7}$	-
	$10^{-11}\sim 5 \times 10^{-6}$	$2.0 \times 10^{-7}$	-
	$5 \times 10^{-6}\sim 10$	$1.8 t^{0.75} \times 10^{-3}$	-
	$10\sim 30,000$	-	$1 \times 10^{-3}$

レーザー光への点源眼球暴露に関する最大許容露光量 (MPE)				
波長 $\lambda$ (nm)	暴露時間 $t$ (s)	MPE の計算方法		MPE : $C_A = 1.4791$ の場合
		( $J\text{ cm}^{-2}$ )	( $W\text{ cm}^{-2}$ )	
785 および 993	$10^{-13}\sim 10^{-11}$	$1.5 C_A \times 10^{-8}$	-	$2.2 \times 10^{-8}$ ( $J\text{ cm}^{-2}$ )
	$10^{-11}\sim 10^{-9}$	$2.7 C_A t^{0.75}$	-	時間 ( $t$ ) を代入して計算
	$10^{-9}\sim 18 \times 10^{-6}$	$5.0 C_A \times 10^{-7}$	-	$7.40 \times 10^{-7}$ ( $J\text{ cm}^{-2}$ )
	$18 \times 10^{-6}\sim 10$	$1.8 C_A t^{0.75} \times 10^{-3}$	-	時間 ( $t$ ) を代入して計算
	$10\sim 3 \times 10^4$	-	$C_A \times 10^{-3}$	$1.4791 \times 10^{-3}$ ( $W\text{ cm}^{-2}$ )

### 11.2.2 皮膚暴露に関する MPE

ANSI Z136.1 規格では、皮膚暴露に対する MPE 評価を実施するための手段を提供しています。Rxn-10 プローブからのレーザー暴露および発生確率の低い損傷した光ファイバーからのレーザー暴露における該当 MPE レベルの計算基準を参照してください。

レーザー光への皮膚暴露に関する最大許容露光量 (MPE)				
波長 $\lambda$ (nm)	暴露時間 $t$ (s)	MPE の計算方法		MPE : $C_A = 1.4791$ の場合
		( $J \cdot cm^{-2}$ )	( $W \cdot cm^{-2}$ )	
532、785、993	$10^{-9} \sim 10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	$2.9582 \times 10^{-2}$ ( $J \cdot cm^{-2}$ )
	$10^{-7} \sim 10$	$1.1 C_A t^{0.25}$	-	時間 ( $t$ ) を代入して計算
	$10 \sim 3 \times 10^4$	-	$0.2 C_A$	$2.9582 \times 10^{-1}$ ( $W \cdot cm^{-2}$ )

## 12 補足資料

すべての関連資料は、以下から入手できます。

- Endress+Hauser モバイルアプリから：[www.endress.com/supporting-tools](http://www.endress.com/supporting-tools)
- Endress+Hauser ウェブサイトの「ダウンロード」エリアから：[www.endress.com/downloads](http://www.endress.com/downloads)

本資料は、以下の資料パッケージの必須資料です。

資料番号	資料の種類	資料タイトル
KA01546C	簡易取扱説明書	Rxn-10 ラマン分光プローブ 簡易取扱説明書
TI01629C	技術仕様書	Rxn-10 ラマン分光プローブ 技術仕様書
BA02173C	取扱説明書	ラマン校正用アクセサリ 取扱説明書
BA02294C	取扱説明書	マルチオプティック校正および検証キット 取扱説明書
BA02295C	取扱説明書	ラマンフローアセンブリ校正および検証キット 取扱説明書

## 13 索引

### C

CDRH 適合性, 5, 8

### I

IEC 適合性, 5, 7, 8, 13

### M

MPE

眼球暴露, 27

皮膚暴露, 28

### あ

アクセサリ, 5, 12, 15, 20

アダプタ, 15, 18, 20

シングルユース用校正, 20

安全, 7

労働, 6

安全上

基本, 6

安全性

サービス, 7

使用上, 6

製品, 8

皮膚, 13, 28

目, 13, 27

レーザー, 7, 8

### き

技術データ, 26

### し

修理, 25

仕様, 26

温度, 26

湿度, 26

重量, 26

直径, 26

長さ, 26

ファイバーケーブル

長さ, 26

レーザー出力, 23, 26

シンボル, 4

### て

電気接続, 6

### に

認証, 8

CSA, 5

適合性, 5, 8

### ふ

ファイバーケーブル

EO, 5, 13, 14

FC, 5, 13, 14

最小曲げ半径, 8, 26

洗浄, 24

レーザーインターロック, 14

プローブ

bIO オプティック, 10, 15

受入, 12, 20

クランプ, 15

検証, 20, 21

校正, 20, 21

構成材料, 26

シングルユースシステム, 11, 17

浸漬オプティック, 10, 15

設置, 6

操作, 22

トラブルシューティング, 23

バイオマルチオプティック, 16

バイオマルチオプティックおよびバイオスリーブ, 11

非接触式オプティック, 10, 15, 18

補足資料, 29

マイクロフローベンチ, 19

マイクロフローベンチおよびマイクロフローセル, 11

用途, 6

### ゆ

輸出管理規則の遵守, 4

### よ

用語集, 5

### れ

レーザーインターロック, 8, 14, 23

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---