

取扱説明書

Rxn-41 ラマン分光プローブ



目次

1	一般的注意事項	3
1.1	警告	3
1.2	機器のシンボル	3
1.3	米国輸出管理規則の遵守	3
1.4	用語集	4
2	安全上の基本注意事項	5
2.1	作業員の要件	5
2.2	用途	5
2.3	労働安全	5
2.4	操作上の安全性	5
2.5	圧力の安全性	6
2.6	レーザーの安全性	6
2.7	サービスの安全性	7
2.8	重要安全事項	7
2.9	製品の安全性	7
3	製品ライフサイクルの各段階	10
3.1	関連資料	10
3.2	受入検査	10
3.3	取付け	11
3.4	設定	13
3.5	操作	14
3.6	診断およびトラブルシューティング	14
3.7	メンテナンス	15
3.8	修理	16
4	機能とシステム構成	17
4.1	製品説明	17
4.2	プローブおよび光ファイバーの接続	18
5	技術データ	19
5.1	温度と圧力の仕様	19
5.2	液化天然ガス (LNG) プロセスの組成と温度仕様	20
5.3	一般仕様	22
5.4	最大許容露光量 (Maximum permissible exposure)	23
5.5	構成材料	24

1 一般的注意事項

1.1 警告

資料構成	意味
 危険 原因（/結果） 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。
 警告 原因（/結果） 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。
 注意 原因/状況 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、Raman Rxn 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。
	CSA 認証マークは、本製品が適用される北米規格要件を試験し満足していることを示します。
	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。
	ATEX マークは、本製品が欧州およびその他の ATEX 認証機器の承認国で使用するための ATEX 指令の認証を取得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。Rxn-41 の輸出規制品目分類番号は EAR99 です。

1.4 用語集

用語	説明
ANSI	米国規格協会 (American National Standards Institute)
API	原薬 (Active Pharmaceutical Ingredient)
ATEX	爆発性雰囲気 (Atmosphere explosible)
BPVC	ボイラーおよび圧力容器基準 (Boiler and Pressure Vessel Code)
°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)
DIN	ドイツ規格協会 (Deutsches Institut für Normung)
EO	電気光学 (Electro-Optical)
EU	欧州連合 (European Union)
°F	華氏温度
ft	feet
IEC	国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission)
in	インチ
IPA	イソプロピルアルコール (Isopropyl alcohol)
IS	本質安全
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
mbar	ミリバール (圧力単位)
mm	ミリメートル
MPE	最大許容露光量 (Maximum Permissible Exposure)
nm	ナノメートル
PAT	プロセス分析技術 (Process Analytical Technology)
psi	ポンド/平方インチ
QbD	クオリティ・バイ・デザイン (Quality by Design)
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。
- 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、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。

2.2 用途

Rxn-41 ラマン分光プローブは、プロセスプラント環境における液体の浸漬サンプル分析用です。

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、供給、最終製品監視
- ポリマー**：重合反応監視、ポリマーブレンド
- 製薬**：原薬（API）反応監視、晶析、多型体、原薬生産の単位操作
- 石油・ガス**：炭化水素分析

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 操作上の安全性

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、不意の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 圧力の安全性

定格圧力はプローブの参照規格に基づいています。フィッティングとフランジは、プローブ構成に応じて定格に含まれる場合と含まれない場合があります。さらに、製品の定格はボルトやシールの材質やその手順の影響を受ける場合があります。

ユーザーの配管またはサンプルシステムへの Endress+Hauser 製プローブの設置を計画する場合、定格の制限を理解し、適切なフィッティング、ボルト、シールを選択して、封止する接合部の調整や組立てについて適切な手順を選定することはユーザーの責任となります。

シーリングされた接合部に対するこれらの定格値の使用、指定された制限事項の遵守不備、またはボルト締めやシーリングに関して一般的に認められた適性規範を無視することによって生じる悪影響については、ユーザーが全責任を負います。

2.6 レーザーの安全性

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

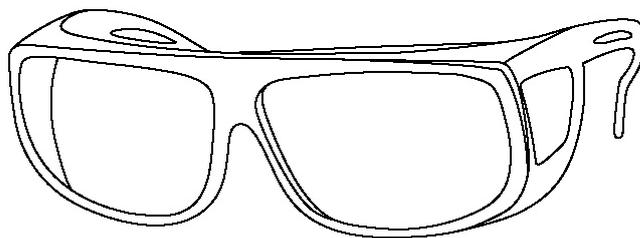
レーザー光は、揮発性有機化合物などの特定の物質の発火を引き起こす可能性があります。

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つく汚染要因物質（粉塵など）の臨界点までの過熱があります。

放射光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および考えられる散乱経路に常に注意してください。

励起波長が 532 nm および 785 nm の場合は、OD3 以上のレーザー保護メガネを着用してください。

励起波長が 993 nm の場合は、OD4 以上のレーザー保護メガネを着用してください。



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。

レーザーの安全性に関する計算の追加情報については、Rxn-41 ラマン分光プローブ安全上の注意事項 (XA02784C) を参照してください。

2.7 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。

2.8 重要安全事項

- Rxn-41 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。
- 取付けられて使用していないプローブを、キャップをしない、あるいは塞がない状態で放置しないでください。
- 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。

2.9 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。

2.9.1 CDRH および IEC 準拠

Endress+Hauser ラマン分光計は、CDRH および IEC 60825-1 の設計/製造要件を満たすことを Endress+Hauser は保証します。

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、システムが Endress+Hauser が保証する連邦要件に適合しなくなる可能性があります。

2.9.2 レーザー放射インジケータ

Rxn-41 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。ファイバーケ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。
- ▶ ファイバーケーブルは、ラマン光ファイバーケーブル KFOC1 および KFOC1B 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。

インターロック回路は低電流ループです。Rxn-41 プローブを危険場所で使用する場合、インターロック回路を本質安全 (IS) バリアに通す必要があります。

レーザー放射インジケータがプローブに装備されています。レーザーが励起状態の可能性がある場合、インジケータが点灯します。

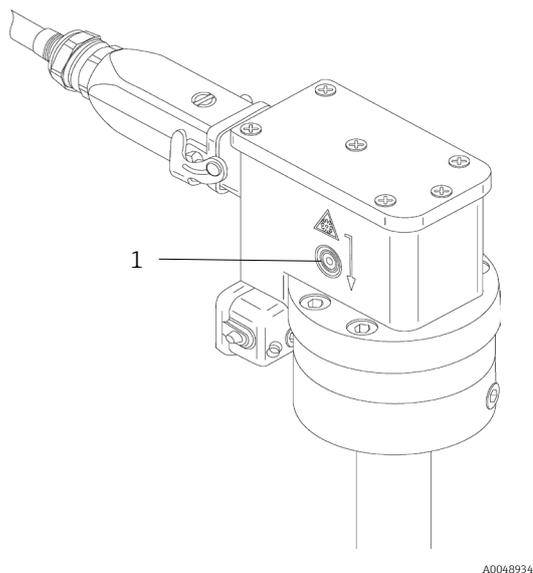


図 2. レーザー放射インジケータライトの位置 (1)

2.9.3 危険場所で使用するための認証

Rxn-41 プローブは、2014 年 2 月 26 日付の欧州議会および欧州理事会の指令 2014/34/EU 第 17 条に準拠した危険場所での使用について、第三者認証を取得しています。ATEX ラベル付きの Rxn-41 プローブのみが、欧州およびその他の ATEX 認証機器の承認国で使用するための ATEX 指令の認証を取得しています。



図 3. 危険場所で使用するための ATEX ラベル

また、Rxn-41 プローブを危険場所取付図 (4002396) に準拠して設置した場合、[カナダ規格協会](#)により、米国 (US) およびカナダにおける危険場所での使用も承認されています。

本製品は、カナダと米国の場合は「C」および「US」マークの横に、米国のみの場合は「US」マークの横に、またはカナダのみの場合は他のマークなしで CSA マークを表示できます。



図 4. 米国およびカナダにおいて危険場所で使用するための CSA ラベル

Rxn-41 プローブは、危険場所取付図 (4002396) に準拠して設置した場合、爆発性雰囲気 (IECEX) に関する[国際電気標準会議](#)の認証制度での認証マークを表示できます。

JPEX ラベル付きの Rxn-41 のみが日本の防爆要件に適合することが認証されています。



図 5. JPEX 製品認証ラベル

Rxn-41 は、危険場所取付図（4002396）に準拠して設置した場合、UKSI 2016:1107（爆発性雰囲気での使用を目的とした機器/保護システムに関する規制（2016年））の規制 42 に対する評価が行われ、これに適合することが確認されています。



図 6. 英国の製品認証ラベル

お客様のアプリケーションに必要なとなる使用条件や適切なマーキングの詳細については、Rxn-41 ラマン分光プローブ安全上の注意事項（XA02784C）を参照してください。

3 製品ライフサイクルの各段階

3.1 関連資料

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
- Endress+Hauser ウェブサイトの「ダウンロード」エリアから：www.endress.com/downloads

本資料は、以下の資料パッケージの付随資料です。

資料番号	ドキュメントタイプ	資料タイトル
KA01560C	簡易取扱説明書	Rxn-41 ラマン分光プローブ 簡易取扱説明書
XA02784C	安全上の注意事項	Rxn-41 ラマン分光プローブ 安全上の注意事項
TI01673C	技術仕様書	Rxn-41 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

3.2 受入検査

3.2.1 受入検査に関する注意事項

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。技術データ → 図 に記載される仕様を参照してください。

ご不明な点がある場合は、弊社担当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。

3.2.2 製品識別表示

3.2.2.1 ラベル

プローブには、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-41）
- シリアル番号

タグは貼付されており（取り外し不可）、以下のような情報が記載されています。

- 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/タグの情報とご注文内容を照合してください。

3.2.2.2 製造者所在地

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

3.2.3 納入範囲

納入範囲には以下が含まれます。

- ご注文の構成の Rxn-41 プローブ
- Rxn-41 ラマン分光プローブ取扱説明書
- Rxn-41 プローブ製品性能証明書
- 各国の適合宣言（該当する場合）
- 危険場所で使用するための証明書（該当する場合）
- 材料証明書（該当する場合）
- Rxn-41 プローブのオプションアクセサリ（該当する場合）

ご不明な点がある場合は、弊社担当窓口にお問い合わせください。

3.2.4 合格証と認証

合格証と認証の詳細については、Rxn-41 ラマン分光プローブ安全上の注意事項（XA02784C）を参照してください。

3.3 取付け

3.3.1 設置

プロセスに設置する前に、各プローブからのレーザー出力量が、危険場所用機器の評価書類（4002266）またはこれと同等の資料に記載される規定量を下回っていることを確認してください。各プローブに記載されている危険場所用定格とプローブタイプの安全資料を参照して、設置に関する最大許容レーザー出力を確認してください。

以下に記載されるクラス 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 準拠）に従ってください。

▲ 危険	<p>プローブは特定の密封境界を考慮して設計されています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ プローブの圧力仕様は、対象となるシール機能（シャフト、フランジなど）でシールが実現されている場合にのみ有効です。 ▶ 使用定格には、フィッティング、フランジ、ボルト、シールの制限が含まれる場合があります。設置者はこれらの制限を理解し、適切な金具類と組立手順を使用して、耐圧性に優れた安全な接合部を形成する必要があります。 <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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、必ずキャップをして、人に向けて、拡散ターゲットに向けておく必要があります。
▲ 警告	<p>未使用の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"> ▶ 迷光がプローブに入るのを防止するために、使用していないプローブには必ずキャップをしてください。
注意	<p>サンプルフローまたはサンプル対象領域を測定できるようにプローブを慎重に取り付けてください。</p>

3.3.1.1 設置ガイドライン

Rxn-41 プローブは、以下の設置ガイドラインに従ってプロセスストリームおよびリアクタ容器に直接設置できるように設計されています。

- 取り外し不可能な直角ファイバコネクタアセンブリ（EO 方式）を備えたプローブを取り付ける場合は、取付時にファイバケーブルアセンブリをプローブから取り外すことをお勧めします。
- レーザーインターロックが安全インジケータライトと、その他の安全システム（設置に適した液体レベルセンサやパージなど）に接続されていることを確認します。
- Rxn-41 プローブには、接地が必要となるアクティブな電気機器はありません。ユーザーは、プローブの設置に関連するその他の理由によりプローブに接地が必要かどうかを判断する必要があります。

- 取付時には、適切な方法や手順に従い、取付けと使用に関する定格に適したボルトやシールを選択してください。

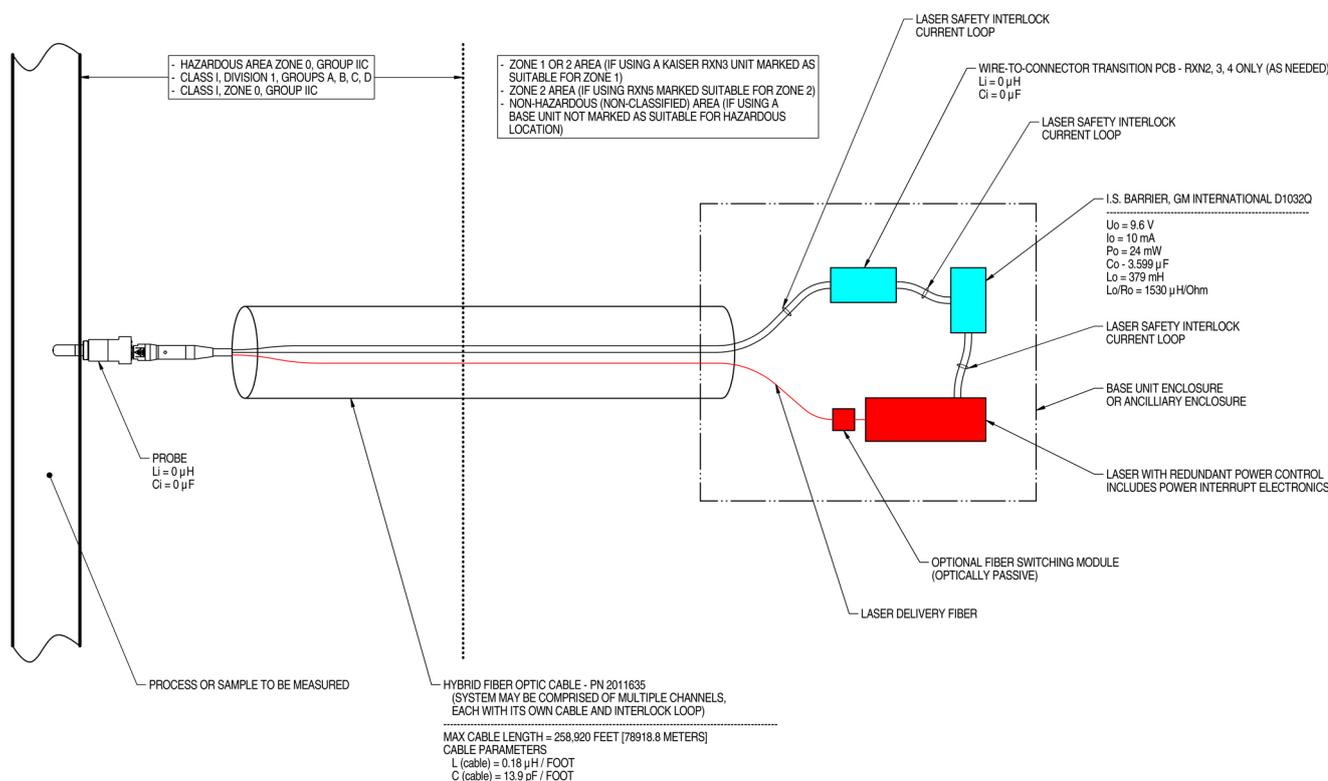
3.3.1.2 危険場所への設置

危険場所に設置する場合は、プローブを危険場所取付図 (4002396) に準拠して設置してください。

設置する前に、プローブを設置する環境：ガスグループ、温度等級、ゾーン、ディビジョン (Division) に対して、プローブの危険場所用マーキングが適切であることを確認してください。爆発性雰囲気での製品の使用または設置に関するユーザーの責任については、IEC 60079-14 を参照してください。

注意

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ケーブルに張力がかからないように配慮し、ファイバ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。



NOTES:

- CONTROL EQUIPMENT CONNECTED TO THE ASSOCIATED APPARATUS MUST NOT USE OR GENERATE MORE THAN 250 VRMS OR VDC.
- INSTALLATION IN THE U.S. SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH ANSI/ISA RP12.6 "INSTALLATION OF INTRINSICALLY SAFE SYSTEMS FOR HAZARDOUS (CLASSIFIED) LOCATIONS" AND THE NATIONAL ELECTRICAL CODE® (ANSI/NFPA 70) SECTIONS 504 AND 505.
- INSTALLATION IN CANADA SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH THE CANADIAN ELECTRICAL CODE, CSA C22.1, PART 18, APPENDIX J18.
- ASSOCIATED APPARATUS MANUFACTURER'S INSTALLATION DRAWING MUST BE FOLLOWED WHEN INSTALLING THIS EQUIPMENT.
- FOR U.S. INSTALLATIONS, THE PROBE MODELS RXN-30 (AIRHEAD), RXN-40 (WETHEAD) AND RXN-41 (PILOT) ARE APPROVED FOR CLASS I, ZONE 0 APPLICATIONS.
- NO REVISION TO DRAWING WITHOUT PRIOR CSA APPROVAL.
- WARNING: SUBSTITUTION OF COMPONENTS MAY IMPAIR INTRINSIC SAFETY.

A0049010

図 7. 危険場所取付図 (4002396 バージョン X6)

3.3.1.3 プロセスとプローブの適合性

設置する前に、プローブの定格圧力と温度定格、およびプローブの材質が、挿入するプロセスに適合していることを確認してください。

プローブは、地域の建築・建設関連の基準に従い、容器または配管に適した標準的なシール技術（例：フランジ、コンプレッションフィッティング）を使用して設置する必要があります。

▲ 危険

プローブを高温または高圧プロセスに設置する場合は、機器の損傷や安全上の危険を回避するために、追加の安全対策を講じる必要があります。

地域の安全基準を満たしたブローアウト防止機器の使用が強く推奨されます。

- ▶ ユーザーの責任において、ブローアウト防止機器が必要かどうかを判断し、必要な場合は設置時にプローブに確実に取り付けてください。

▲ 危険

チタン製プローブを設置する場合、衝撃や過度のプロセス摩擦によりスパークの発生や発火の可能性があるため、注意してください。

- ▶ このような問題を回避するために、チタン製プローブを設置して使用する場合は予防措置を講じる必要があります。

3.4 設定

Rxn-41 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。

注意

プローブの設置と使用に関するパラメータには、関連アプリケーションによって管理される特定の要件がある場合があります。

- ▶ これらの特定の要件については、ATEX、CSA、IECEX、JPEX、UKCA の適切な証明書を参照してください。

3.4.1 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。

さらに、受入後、プロセスに設置する前に輸送用の容器カバーを取り外し、サファイア製の窓の損傷の有無を確認してください。窓に傷や亀裂があることが目視で確認された場合は、納入業者にご連絡ください。

3.4.2 プローブの校正と検証

プローブとアナライザは、使用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。

測定値の収集前やオプティックの交換後には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、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。

内部システム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。

3.5 操作

Endress+Hauser Raman Rxn-41 プローブは、パイロット環境やプロセスプラント環境における液相サンプルのその場でのラマン分光測定用の密閉型浸漬プローブです。Rxn-41 シリーズのプローブは、レーザー波長 532 nm、785 nm、または 993 nm で動作するレーザーを搭載した Endress+Hauser Raman Rxn アナライザに適合します。

使用方法に関する追加情報については、該当する Raman Rxn アナライザの取扱説明書を参照してください。

Raman Rxn アナライザの取扱説明書は、Endress+Hauser ウェブサイト (<https://endress.com/downloads>) のダウンロードエリアから入手できます。

3.6 診断およびトラブルシューティング

Rxn-41 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。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。

故障状態	考えられる原因	措置
1 信号または信号対雑音 (S/N) 比の大幅な低下	窓の汚れ	<ol style="list-style-type: none"> プロセスからプローブを慎重に取り外し、汚染を除去してプローブ先端の光学窓を検査します。 必要に応じて、窓を清掃してから元の環境に戻します。プローブの検査 → 図を参照してください。
	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、LED レーザー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。
	プロセス材料がプローブ窓に固着している	プローブを取り外して窓を清掃します。
3 プローブの LED レーザー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または Rxn-41 プローブのインターロックの損傷	<ol style="list-style-type: none"> ファイバーに破損の形跡があるかどうかを確認します。 プローブがファイバーに正しく接続されていることを確認します。 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、窓の裏側に汚染が確認される	窓のシール不良	<ol style="list-style-type: none"> プローブを取り外し、窓の内側部分について水分や結露の有無を調べます。 窓の内側部分について水分や結露の有無を調べます。 スペクトル偏差の兆候の有無を確認します。 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	アナライザとプローブの間のファイバー接続部の汚染 (埃の粒子、粉塵粒子、その他)	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 アナライザおよびプローブ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。
		プローブ先端の汚染	
		漏れによる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	プローブの物理的な損傷	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。

3.7 メンテナンス

3.7.1 プローブの検査

プロセスプローブの腐食速度を判断して、プローブの完全性を確認するための適切な検査間隔を設定することは、ユーザーの責任となります。

注意

光学式検証には、必ず70%のIPAを使用する必要があります。

- ▶ 70体積パーセント (%v/v) の場合のみ機能します。Endress+Hauser では、Decon Laboratories 社の CiDehol 70 の使用を推奨しています。
- ▶ 他の検証用液体を使用した場合、検証に失敗し、さらに検証セルとラマンプローブの両方に損傷を与える可能性があります。

3.7.2 プローブ窓の清掃

Rxn-41 のプローブ窓が、サンプル、粉塵、指紋などと接触した場合は、清掃が必要になる場合があります。清掃プロセス中に窓の表面がさらに汚染されることのないように、細心の注意を払う必要があります。

Rxn-41 プローブの他のすべてのメンテナンスについては、製造元にサービス作業を依頼することをお勧めします。

Rxn-41 のプローブ窓の清掃方法：

1. レーザーが**オフ**になっているか、またはプローブがアナライザから取り外されていることを確認します。
2. 清浄な圧縮空気を表面に吹き付けて、固まっていない粒子を除去します。
3. 清掃する物質に適した溶剤で**軽く**湿らせた綿棒を使用して、表面を拭き取ります。

注意

- ▶ 溶剤には、試薬グレードのアセトン、100% イソプロピルアルコール (IPA)、脱イオン水などがあります。使用可能なその他の溶剤については、サービス担当者にお問い合わせください。
 - ▶ 固定コンポーネントの後方に溶剤が滴り落ちないようにしてください。
4. 新しい清潔な綿棒で表面を拭き取って乾燥させます。
 5. 必要に応じて、別の溶媒を使用して手順3と4を繰り返します。
 6. 清浄な圧縮空気を吹き付けて綿棒の残留物を除去します。
 7. 表面を検査して清掃の効果を確認します。必要に応じて、上記の手順を繰り返します。

清掃プロセスにおける顕微鏡検査による検証は、スペクトルバックグラウンドの増加を引き起こす可能性のある汚染物質の染みや綿棒の残留物などを検出できるため、強く推奨されています。

3.7.3 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、ラマン光ファイバーケーブル KFOC1 および KFOC1B 取扱説明書 (BA02177C) を参照してください。

3.7.4 内部のパージおよび加圧

危険場所に設置されたプローブは、約 5 年ごとに内部の再パージと再加圧を行う必要があります。

3.8 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://endress.com/contact>) からお近くの弊社担当窓口をご確認の上、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、以下のウェブサイトを参照し、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>

4 機能とシステム構成

4.1 製品説明

4.1.1 Rxn-41 プローブ

Kaiser ラマンテクノロジーを搭載した Rxn-41 ラマン分光プローブは、パイロット環境やプロセス環境への直接挿入用です。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 Raman Rxn アナライザに適合し、危険場所で使用するための認証を取得しています。

Rxn-41 プローブは、化学プラントや製油所におけるバッチ生産または連続フロー生産の測定に最適です。また、プロセス分析技術 (PAT) アナライザを使用したクオリティ・バイ・デザイン (QbD) ソリューションの一環として、医薬品製造施設のグラスライニングリアクタにも非常に効果的に活用できます。

極低温流体の直接測定には、極低温用に最適化されたバージョンの Rxn-41 プローブが用意されています。

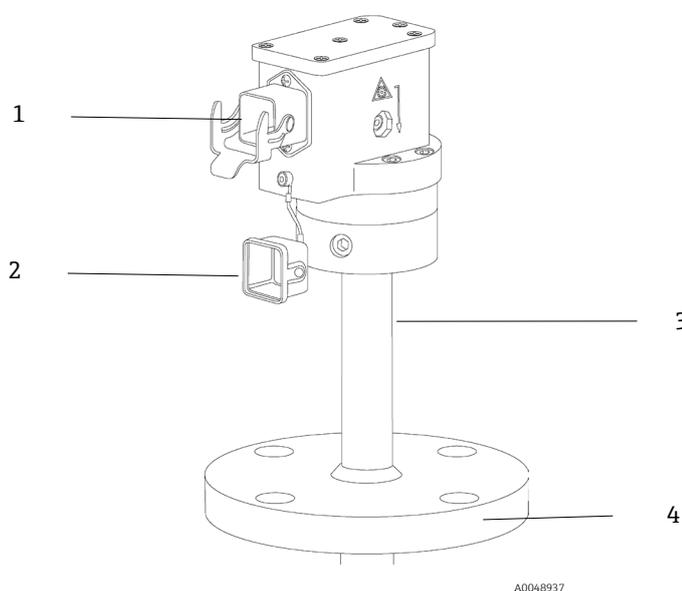


図 8. Rxn-41 プローブ

#	説明
1	電気光学ケーブルコネクタ
2	電気光学コネクタの粉塵カバー
3	プローブ本体
4	フランジ (オプション)

4.1.2 プローブ構成の利点

Rxn-41 プローブは、従来のプローブと比較して以下の利点を提供します。

- 液体への直接挿入が可能な密閉構造のプローブ/オプティック
- 固定式オプティック構造により、長期的な測定安定性と優れた信号対バックグラウンド比による測定を実現
- 「レーザーオン」インジケータ内蔵
- 腐食性や温度/圧力の条件が非常に厳しい環境に対する優れた耐性
- ASME B31.3 規格に準拠したプロセス配管の設計と定格
- 豊富なオプションにより、個別の現場要件に適合
- 危険場所で使用するための認証を取得
- 13 の州/準州に設置するためのカナダ登録番号 (CRN) を取得

4.2 プローブおよび光ファイバーの接続

Rxn-41 プローブは、ラマン光ファイバーケーブルを使用して Raman Rxn アナライザに接続します。EO 光ファイバーケーブルには、励起用/収集用ファイバーと電気的レーザーインターロックを内蔵した堅牢なシングルコネクタが付いています。光ファイバーケーブルは別売となります。

光ファイバーケーブルは、5 メートル (16.4 ft) 単位で最大 200 メートル (656.2 ft) まで使用可能です (アプリケーションによる長さ制限あり)。

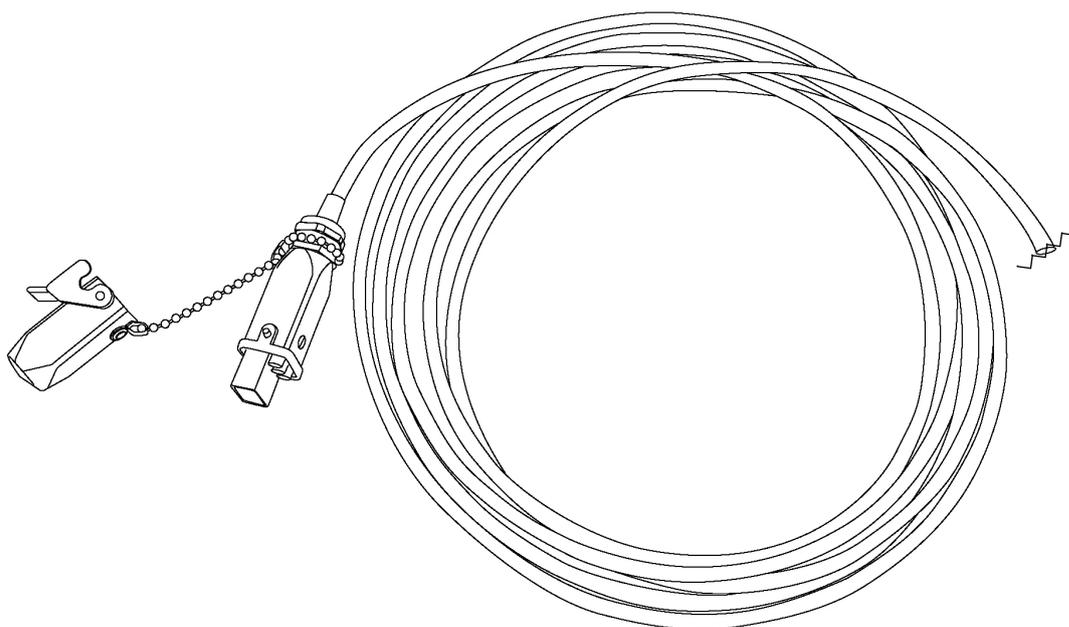
Endress+Hauser は、Raman Rxn アナライザおよびプローブには KFOC1B ラマン光ファイバーケーブルの使用を推奨します。アナライザ接続の詳細については、該当する Raman Rxn アナライザの取扱説明書を参照してください。

注意

プローブを光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。

Rxn-41 プローブのファイバー接続は直角の直接ファイバー接続です。



A0048938

図 9. 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 技術データ

5.1 温度と圧力の仕様

Rxn-41 プローブの温度と圧力の仕様は、プローブサイズおよび構成材料に応じて異なります。1" Rxn-41 プローブについては、極低温用バージョンもご用意しています（要問合せ）。以下に追加仕様を示します。

- 最大圧力は ASME B31.3 に準拠して、最高定格温度での材料とプローブの形状について計算されます。
- 最大使用定格圧力には、プローブをプロセスシステムに取り付けるために使用されるフィッティングやフランジの定格は含まれません。これらの項目は個別に評価する必要があり、これによりプローブの最大使用圧力が低くなる可能性があります。
- 最小定格圧力：すべてのプローブの最小定格圧力は 0 bara（完全真空）です。ただし、指定のない限り、高真空での使用における低ガス放出性については評価されていません。
- プローブは、0～100 °C (32～212 °F) の水の衝撃に対する耐性を備えています。
- 温度ランプは ≤ 30 °C/min (≤ 54 °F/min) です。

コンポーネント	構成材料	最低温度	最高温度	最大使用圧力
1" Rxn-41 プローブ	SUS 316L ステンレス	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	141.5 barg (2053 psig)
	アロイ C276	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	186.6 barg (2707 psig)
	グレード 2 チタン	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	144.1 barg (2090 psig)
2" (公称) Rxn-41 プローブ	SUS 316L ステンレス	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)	49.7 barg (721 psig)
	アロイ C276	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	68.8 barg (998 psig)
	グレード 2 チタン	-30 °C (-22 °F)	150 °C (302 °F)	51.5 barg (747 psig)
1" 極低温用 Rxn-41 プローブ	アロイ C276	-196 °C (-320.8 °F)	70 °C (158 °F)	213.7 barg (3100 psig)
	ハイブリッド複合金属 (C276 (先端部) /SUS 316L)	-196 °C (-320.8 °F)	70 °C (158 °F)	158.6 barg (2300 psig)
ケーブルおよび コネクタ	ケーブル：PVC ジャケット、 独自構造 接続：独自の電気光学 (EO) 式	-40 °C (-40 °F)	70 °C (158 °F)	非適用

5.2 液化天然ガス（LNG）プロセスの組成と温度仕様

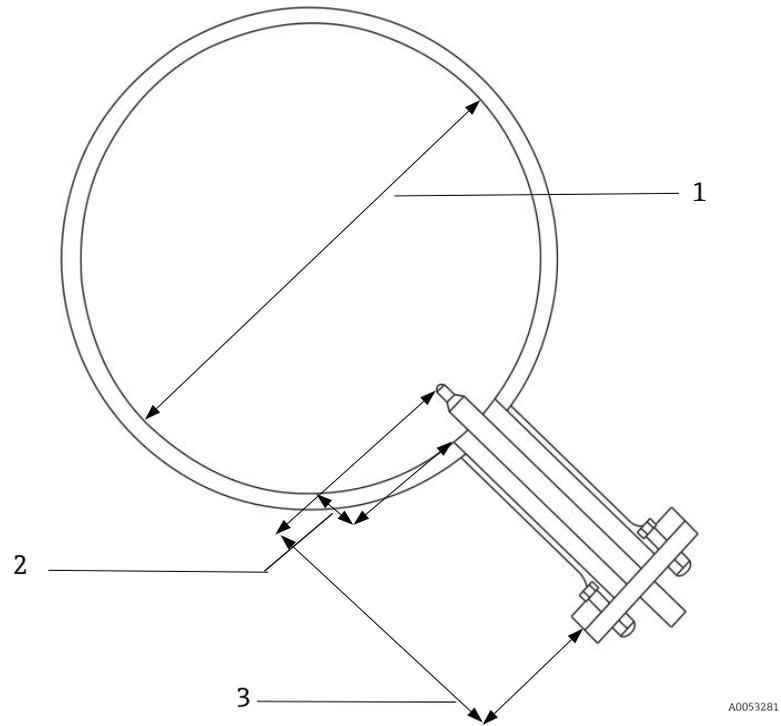
Rxn-41 プローブの最適な構成は、LNG バンカリング船舶での液化天然ガス（LNG）の測定と取引計量に最適であると確認されています。

- ハイブリッド複合金属（C276（先端部）/SUS 316L（本体））
- ASME B16.5 2”、Class 150 RF フランジ
- サポートなしの長さ 220 mm（8.67 in）：配管内径が 254.0 mm（10.0 in）以下の場合
- サポートなしの長さ 240 mm（9.45 in）：配管内径が 254.0 mm（10.0 in）より大きい場合
- -180 °C（93 K）から -156 °C（117 K）までの極低温運転
- 推奨挿入長 25.4 mm（1.0 in）：配管内径が 152.4 mm（6.0 in）未満の場合
- 推奨挿入長 76.2 mm（3.0 in）：配管内径が 152.4 mm（6.0 in）以上の場合

このプローブ構成に関して、ウェイク周波数応力計算により、乱流条件の場合、サポートなしの長さ 220 mm（8.67 in）のプローブが ASME PTC 19.3 TW-2016 の強度要件と使用要件に適合することが示されています。これは、以下に記載されるレベルまでの流量に対して、密度 500 kg/m^3（31.21 lb/ft³）の標準的な LNG ストリームに適用されます。

以下の表は、配管内径 50.88～250.0 mm（2～10 in）の 220 mm（8.67 in）プローブと、配管内径 304.8～355.6 mm（12～14 in）の 240 mm（9.45 in）プローブの最大流量を示しています。

配管内径	推奨されるプローブ挿入長	最大リニア流量	最大体積流量
サポートなしの長さ 220 mm（8.67 in）			
50.8 mm (2.0 in)	25.4 mm (1.0 in)	14 m/sec (46 ft/sec)	100 m ³ /hr (26,430 gal/hr)
101.6 mm (4.0 in)	25.4 mm (1.0 in)	14 m/sec (46 ft/sec)	400 m ³ /hr (105,600 gal/hr)
152.4 mm (6.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	14 m/sec (46 ft/sec)	900 m ³ /hr (237,750 gal/hr)
203.2 mm (8.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	14 m/sec (46 ft/sec)	1600 m ³ /hr (422,670 gal/hr)
254.0 mm (10.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	14 m/sec (46 ft/sec)	2500 m ³ /hr (660,420 gal/hr)
サポートなしの長さ 240 mm（9.45 in）			
304.8 mm (12.0)	76.2 mm (3.0 in)	12.5 m/sec (40.8 ft/sec)	3293.3 m ³ /hr (870,000 gal/hr)
355.6 mm (14.0 in)	76.2 mm (3.0 in)	12.5 m/sec (40.8 ft/sec)	4474.4 m ³ /hr (1,182,000 gal/hr)



A0053281

図 10. LNG バンカリング用の Rxn-41 プローブの設置パラメータ

#	説明
1	配管内径
2	挿入長
3	サポートなしの長さ

5.3 一般仕様

項目		説明
レーザー波長		532 nm、785 nm、993 nm
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。
周囲温度		非爆発性雰囲気： -30～150 °C / -22～302 °F 爆発性雰囲気： T4: -20～70 °C / -4～158 °F T6 : -20～65 °C / -4～149 °F 標準周囲温度に制限 IEC 60079-0 韓国向け
プローブへの最大レーザー出力		< 499 mW
プローブ先端からの作動距離		ショート： 0 mm (0 in) ロング： 3 mm (0.12 in)
IEC 60529、(EO) 直角コネクタ用		IP65
IEC 60529、(EO) ストレートステンレスコネクタ用		IP65
北米向け (EO) 直角コネクタの型式認定		TYPE 13 ¹
構成材料：	プローブ本体	<ul style="list-style-type: none"> アロイ C276 または SUS 316L ステンレス グレード 2 チタンを使用可能 (要問合せ) ハイブリッド複合金属 (SUS 316L ステンレス、アロイ C276) を使用可能 (要問合せ)
接液部材質	窓	高純度サファイア
浸漬可能なプローブ長	アロイ C276	<ul style="list-style-type: none"> 1" Rxn-41 : 最大 3040 mm (120 in) 2" Rxn-41 : 最大 4550 mm (179.1 in)
	SUS 316L ステンレス	<ul style="list-style-type: none"> 1" Rxn-41 : 最大 3040 mm (120 in) 2" Rxn-41 : 最大 4550 mm (179.1 in)
	グレード 2 チタン	1" Rxn-41 : 最大 350 mm (13.78 in)
プローブ浸漬直径	アロイ C276	<ul style="list-style-type: none"> 25.4 mm (1 in) 60.3 mm (公称 2 in ; 実外径 2.38 in)
	SUS 316L ステンレス	<ul style="list-style-type: none"> 25.4 mm (1 in) 60.3 mm (公称 2 in ; 実外径 2.38 in)
	グレード 2 チタン	25.4 mm (1 in)
耐食性		構成材料による制限あり
フランジ	タイプ	<ul style="list-style-type: none"> ASME B16.5 DIN EN1092 タイプ B フランジを使用可能 (要問合せ)
	直径	最小 38.1 mm (1.5 in) ～最大 305 mm (12 in)

¹これは、UL 50E TYPE 13 要件への適合性に関する自己宣言です。UL 認証または UL マークの使用許可を意味するものではありません。

すべての光ファイバーケーブルの仕様については、ラマン光ファイバーケーブル KFOC1 および KFOC1B 技術仕様書 (TI01641C) を参照してください。

5.4 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 (λ) (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。

5.4.1 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-41 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 MPE			
波長 λ (nm)	暴露時間 t (s)	MPE の計算方法	
		($J\cdot\text{cm}^{-2}$)	($W\cdot\text{cm}^{-2}$)
532	$10^{-13}\sim 10^{-11}$	1.0×10^{-7}	-
	$10^{-11}\sim 5 \times 10^{-6}$	2.0×10^{-7}	-
	$5 \times 10^{-6}\sim 10$	$1.8 t^{0.75} \times 10^{-3}$	-
	$10\sim 30,000$	-	1×10^{-3}

レーザー光への点源眼球暴露に関する MPE				
波長 λ (nm)	暴露時間 t (s)	MPE の計算方法		C_A
		($J\cdot\text{cm}^{-2}$)	($W\cdot\text{cm}^{-2}$)	
785 および 993	$10^{-13}\sim 10^{-11}$	$1.5 C_A \times 10^{-8}$	-	785: $C_A = 1.479$ 993: $C_A = 3.855$
	$10^{-11}\sim 10^{-9}$	$2.7 C_A t^{0.75}$	-	
	$10^{-9}\sim 18 \times 10^{-6}$	$5.0 C_A \times 10^{-7}$	-	
	$18 \times 10^{-6}\sim 10$	$1.8 C_A t^{0.75} \times 10^{-3}$	-	
	$10\sim 3 \times 10^4$	-	$C_A \times 10^{-3}$	

5.4.2 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-41 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 MPE				
波長 λ (nm)	暴露時間 t (s)	MPE の計算方法		C_A
		($J \cdot cm^{-2}$)	($W \cdot cm^{-2}$)	
532、785、993	$10^{-9} \sim 10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	532: $C_A = 1.000$
	$10^{-7} \sim 10$	$1.1 C_A t^{0.25}$	-	785: $C_A = 1.479$
	$10 \sim 3 \times 10^4$	-	$0.2 C_A$	993: $C_A = 3.855$

5.5 構成材料

材質	バージョン			
	アロイ C276 [UNS N10276; Hastelloy C276]	SUS 316L ステンレス [UNS S31603]	ハイブリッド複合金属 C276/SUS 316L	チタン [UNS R50400]
接液部	アロイ C276	SUS 316L ステンレス	アロイ C276/SUS 316L ステンレス	グレード 2 チタン
	高純度サファイア	高純度サファイア	高純度サファイア	高純度サファイア
非接液部	アロイ C276	SUS 316L ステンレス	SUS 316L ステンレス	グレード 2 チタン
	SUS 316/316L ステンレス	SUS 316/316L ステンレス	SUS 316/316L ステンレス	SUS 316/316L ステンレス
	SUS 303/304 ステンレス	SUS 303/304 ステンレス	SUS 303/304 ステンレス	SUS 303/304 ステンレス
	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅	無酸素銅
	高温エポキシ樹脂	高温エポキシ樹脂	高温エポキシ樹脂	高温エポキシ樹脂

www.addresses.endress.com
