

技術仕様書

Rxn-41 ラマン分光プローブ

システム構成および仕様

アプリケーション

Raman Rxn-41 プローブは、サンプル処理システム不要の、堅牢なプロセス挿入型プローブです。単一ケーブル設計により、設置が合理化され、リスクシナリオが排除されて、プロセス環境における長いファイバー配線の設置コストを最小限に抑えることができます。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。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 Raman Rxn-41 プローブが用意されています。

- **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

機器特長

- 電気光学ファイバー接続
- 高純度サファイア製の窓

特長

- 個別の現場要件に合わせて構築
- 密閉型プローブ構造
- 「レーザーオン」インジケータ内蔵
- ワンイン/ワンアウト光ファイバー
- 直接挿入に対応
- 圧力機器安全基準カテゴリ 1 に適合
- 危険場所/防爆環境に最適



目次

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 機能とシステム構成 | 3 |
| アプリケーション..... | 3 |
| レーザー安全インジケータ..... | 3 |
| Rxn-41 プローブ..... | 3 |
| プロセスとプローブの適合性..... | 4 |
| 設置..... | 4 |
| 仕様..... | 6 |
| 温度と圧力..... | 6 |
| フランジの温度と圧力..... | 6 |
| LNG プロセスの組成と温度仕様..... | 8 |
| LNG バンカリング用の Rxn-41 プローブの設置パラメータ | 9 |
| 一般仕様..... | 10 |
| 寸法：1" プローブ..... | 11 |
| 寸法：2" プローブ..... | 12 |
| 最大許容露光量（MPE）：眼球暴露..... | 13 |
| MPE：皮膚暴露..... | 13 |
| 合格証と認証..... | 14 |
| 危険場所で使用するための認定..... | 14 |
| 認証とマーキング..... | 14 |
| 危険場所用の図面..... | 15 |

機能とシステム構成

アプリケーション

記載されている目的以外で機器を使用すると、作業員の安全が損なわれ、計測システムが損傷し、あらゆる保証が無効になる可能性があります。

レーザー安全インジケータ

Rxn-41 プローブは、インターロック回路の一部として機能します。ファイバ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。
- ▶ ファイバケーブルは、ラマン光ファイバケーブル 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。

Rxn-41 プローブ

Rxn-41 プローブの部品を以下に示します。

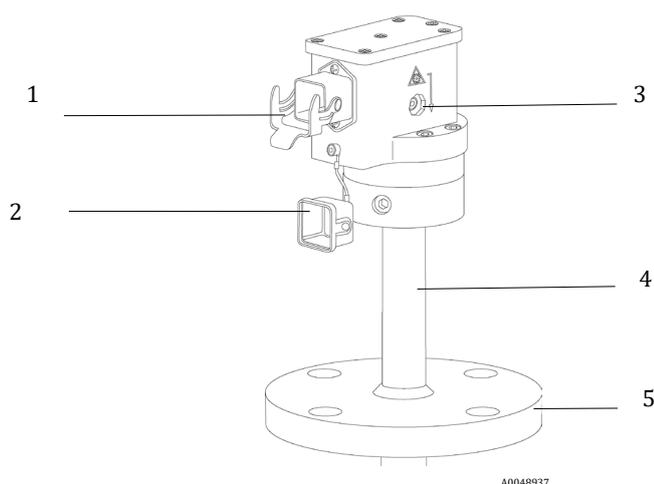


図 1. Rxn-41 プローブ

| # | 説明 |
|---|--------------------|
| 1 | 電気光学 (EO) ケーブルコネクタ |
| 2 | EO コネクタの粉塵カバー |
| 3 | レーザー放射インジケータ |
| 4 | プローブ本体 |
| 5 | フランジ (オプション) |

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、その材質がプロセス条件に適合していることを確認してください。

プローブは、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。

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。

設置するときには、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、人に向けず、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> |

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。

仕様

温度と圧力

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" または 2" 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 2020 年版に準拠して、記載される最大値を超過しない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ます。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) | -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 |

フランジの温度と圧力

プローブフランジの温度仕様は構成材料に応じて異なります。プローブフランジの最大定格圧力は、最高定格温度に応じて異なります。構成材料が異なるフランジは準拠規格が異なります。SUS 316L ステンレスおよび C276 アロイのフランジ定格は、ASME B16.5-2018 に準拠します。グレード 2 チタンのフランジ定格は、ASME BPVC VIII.1-2021、Appendix 2 に準拠します。DIN フランジのフランジ定格は、EN 1092-1:2013-04 に準拠します。

フランジ定格は、プローブ定格と異なる場合があります。フランジ付きプローブの定格は、プローブとフランジの定格のいずれか低い方を適用する必要があります。静水圧試験またはその他の試験は、制限付き部品の定格圧力で実施する必要があります。

液化天然ガスなどの極低温サービスの場合は、1" ハイブリッド複合金属製プローブと SUS 316L ステンレス製フランジが推奨されます。

| 構成材料 | 最低温度 | 最高温度 | Class | 最大使用圧力 |
|--|----------------------|--------------------|-------|---------------------------|
| ASME B16.5-2018 フランジ定格 | | | | |
| SUS 316L ステンレス (極低温バージョン) | -196 °C (-320 °F) | 70 °C (158 °F) | 150 | 14.5 barg (210 psig) |
| | | | 300 | 37.9 barg (549 psig) |
| | | | 600 | 75.8 barg (1099 psig) |
| SUS 316L ステンレス | -30 °C (-22 °F) | 120 °C (250 °F) | 150 | 12.8 barg (185 psig) |
| | | | 300 | 33.4 barg (484 psig) |
| | | | 600 | 66.9 barg (970 psig) |
| C276 アロイ (極低温バージョン) | -196 °C (-320 °F) | 70 °C (158 °F) | 150 | 18.8 barg (272 psig) |
| | | | 300 | 51.6 barg (748 psig) |
| | | | 600 | 103.2 barg (1496 psig) |
| アロイ C276 | -30 °C (-22 °F) | 150 °C (300 °F) | 150 | 15.8 barg (229 psig) |
| | | | 300 | 50.3 barg (729 psig) |
| | | | 600 | 100.3 barg (1454 psig) |
| ASME BPVC VIII.1-2021、Appendix 2 フランジ定格 | | | | |
| グレード 2 チタン | -30 °C (-22 °F) | 150 °C (302 °F) | 150 | 10.2 barg (148 psig) |
| | | | 300 | 26.6 barg (387 psig) |
| | | | 600 | 53.2 barg (773 psig) |
| DIN EN 1092-1:2013-04 フランジ定格 | | | | |
| SUS 316L ステンレス | -196 °C (-320 °F) | 70 °C (158 °F) | 10 | 9.6 barg (139 psig) |
| | | | 16 | 15.4 barg (223 psig) |
| | | | 25 | 24.1 barg (349 psig) |
| | | | 40 | 38.7 barg (561 psig) |
| SUS 316L ステンレス | -30 °C (-22 °F) | 120 °C (250 °F) | 10 | 9.0 barg (130 psig) |
| | | | 16 | 14.5 barg (210 psig) |
| | | | 25 | 22.7 barg (329 psig) |
| | | | 40 | 36.4 barg (527 psig) |

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) 未満の場合
- 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) 以上の場合
- -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

このプローブ構成では、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、以下に指定されたレベル以下の流量で、密度が 500 kg/m³ (31.21 lb/ft³) 未満の標準的な 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) |

LNG バンカリング用の
Rxn-41 プローブの
設置パラメータ

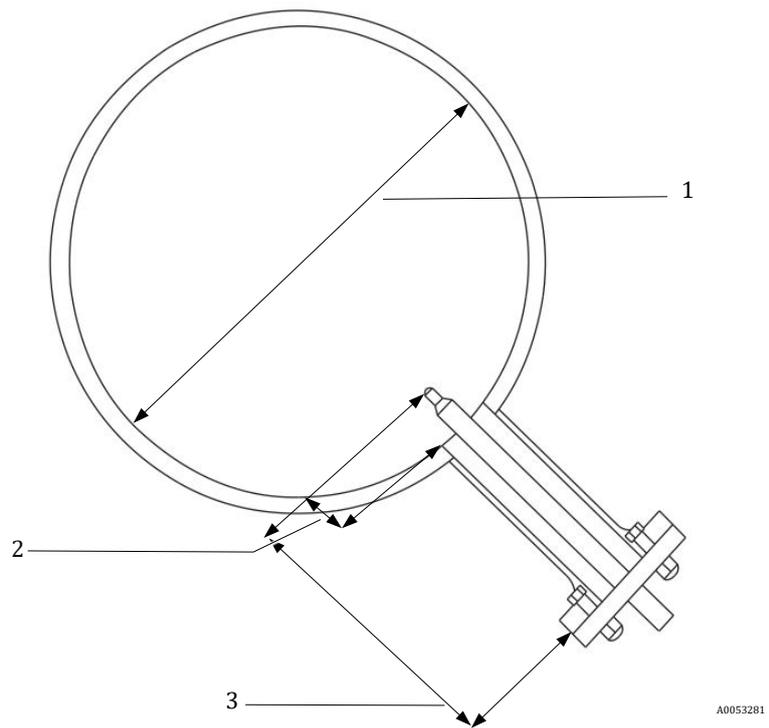


図 2 : LNG バンカリング用の Rxn-41 プローブの設置パラメータ

| # | 説明 |
|---|-----------|
| 1 | 配管内径 |
| 2 | 挿入長 |
| 3 | サポートなしの長さ |

一般仕様

Rxn-41 プローブの一般仕様を以下に示します。

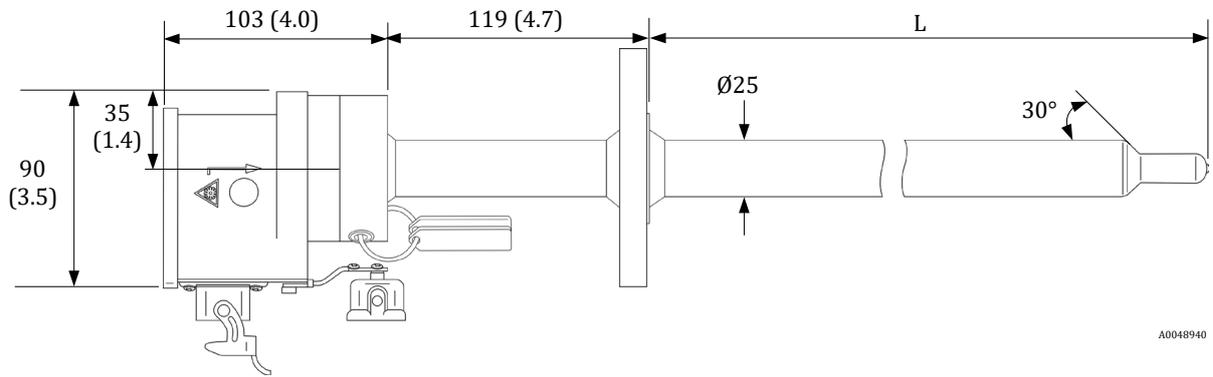
| 項目 | 説明 | |
|--------------------------------|--|--|
| レーザー波長 | 532 nm、785 nm、993 nm | |
| スペクトル範囲 | プローブスペクトル範囲は、使用されるアナライザの範囲によって制限されます。 | |
| 周囲温度 | 非爆発性雰囲気： -30～+150 °C / -22～+302 °F 爆発性雰囲気： T4: -20～+70 °C / -4～+158 °F T6: -20～+65 °C / -4～+149 °F 標準周囲温度に制限されます。 IEC 60079-0 (韓国) | |
| プローブへの最大レーザー出力 | < 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： 接液部材質 | 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) |
| | 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"> 25.4 mm (1 in) Rxn-41 : 最大 3040 mm (120 in) 60.3 mm (2 in) Rxn-41 : 最大 4550 mm (179.1 in) |
| | SUS 316L ステンレス | <ul style="list-style-type: none"> 25.4 mm (1 in) Rxn-41 : 最大 3040 mm (120 in) 60.3 mm (2 in) Rxn-41 : 最大 4550 mm (179.1 in) |
| | グレード 2 チタン | 25.4 mm (1 in) Rxn-41 : 最大 350 mm (13.78 in) |
| プローブ浸漬 直径 | アロイ C276 | 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 | 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ケーブルの仕様については、ラマン光ファイバケーブル KFOC1 および KFOC1B 技術仕様書 (TI01641C) を参照してください。

寸法：1" プローブ

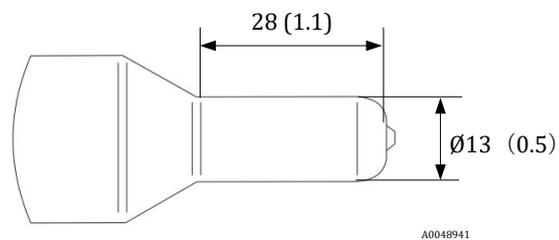
直径 1" Rxn-41 プローブとプローブ先端の寸法を以下に示します。



A0048940

図 3. Rxn-41 1" プローブ。寸法：mm (in)

L = 仕様に基づいた浸漬可能な長さ

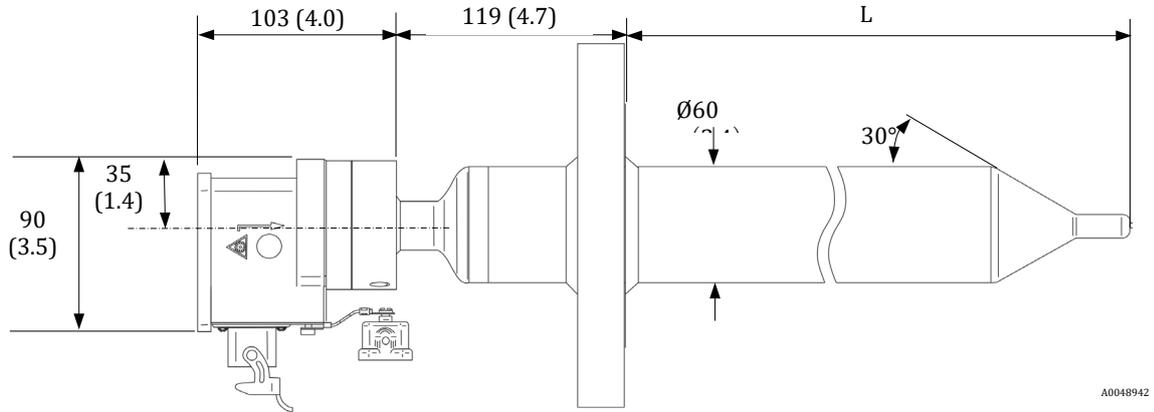


A0048941

図 4. 1" Rxn-41 プローブの先端。寸法：mm (in)

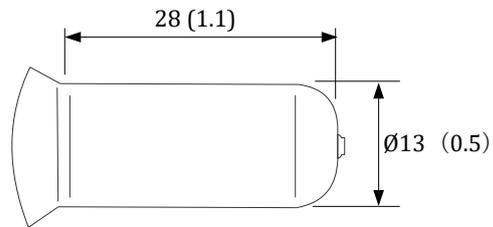
寸法：2" プローブ

直径 2" (公称) Rxn-41 プローブとプローブ先端の寸法を以下に示します。



A0048942

図 5. Rxn-41 2" プローブ。寸法：mm (in)
L = 仕様に準拠した浸漬可能な長さ



A0048943

図 6. 2" Rxn-41 プローブの先端。寸法：mm (in)

**最大許容露光量 (MPE) :
眼球暴露**

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。補正係数 (CA) 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。

| 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 | |
| | | ($J \cdot cm^{-2}$) | ($W \cdot cm^{-2}$) |
| 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 |
| | | ($J \cdot cm^{-2}$) | ($W \cdot cm^{-2}$) | |
| 785 および 993 | $10^{-13} \sim 10^{-11}$ | $1.5 C_A \times 10^{-8}$ | - | 785: $C_A = 1.479$ 993: $C_A = 3.855$ |
| | $10^{-11} \sim 10^{-9}$ | $2.7 C_A t^{0.75}$ | - | |
| | $10^{-9} \sim 18 \times 10^{-6}$ | $5.0 C_A \times 10^{-7}$ | - | |
| | $18 \times 10^{-6} \sim 10$ | $1.8 C_A t^{0.75} \times 10^{-3}$ | - | |
| | $10 \sim 3 \times 10^4$ | - | $C_A \times 10^{-3}$ | |

MPE : 皮膚暴露

レーザー光への皮膚暴露に関する MPE を計算するには、以下の ANSI Z136.1 規格の表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: $C_A = 1.000$ 785: $C_A = 1.479$ 993: $C_A = 3.855$ |
| | $10^{-7} \sim 10$ | $1.1 C_A t^{0.25}$ | - | |
| | $10 \sim 3 \times 10^4$ | - | $0.2 C_A$ | |

合格証と認証

危険場所で使用するための認定 危険場所で使用するための認定を以下に示します。

| タイプ | 説明 |
|--------------------|--|
| 危険場所で使用する ための認定 | <p>ATEX 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。Rxn-41 プローブは、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。</p> <p>IECEX Rxn-41 プローブは、危険場所取付図に準拠して設置した場合、爆発性雰囲気に関する国際電気標準会議 (IEC) の認証制度での認証マークを表示できます。</p> <p>北米 また、Rxn-41 プローブを危険場所取付図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。</p> |

認証とマーキング

Endress+Hauser では、Rxn-41 プローブ用の認証を用意しています。ご購入時には、適切なマーク付きのプローブタグを取得するために必要な認証が選択されていることを確認してください。必要な認証を選択すると、プローブまたはプローブタグに対応するマークが表示されます。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。

危険場所用の図面

危険場所取付図を以下に示します。

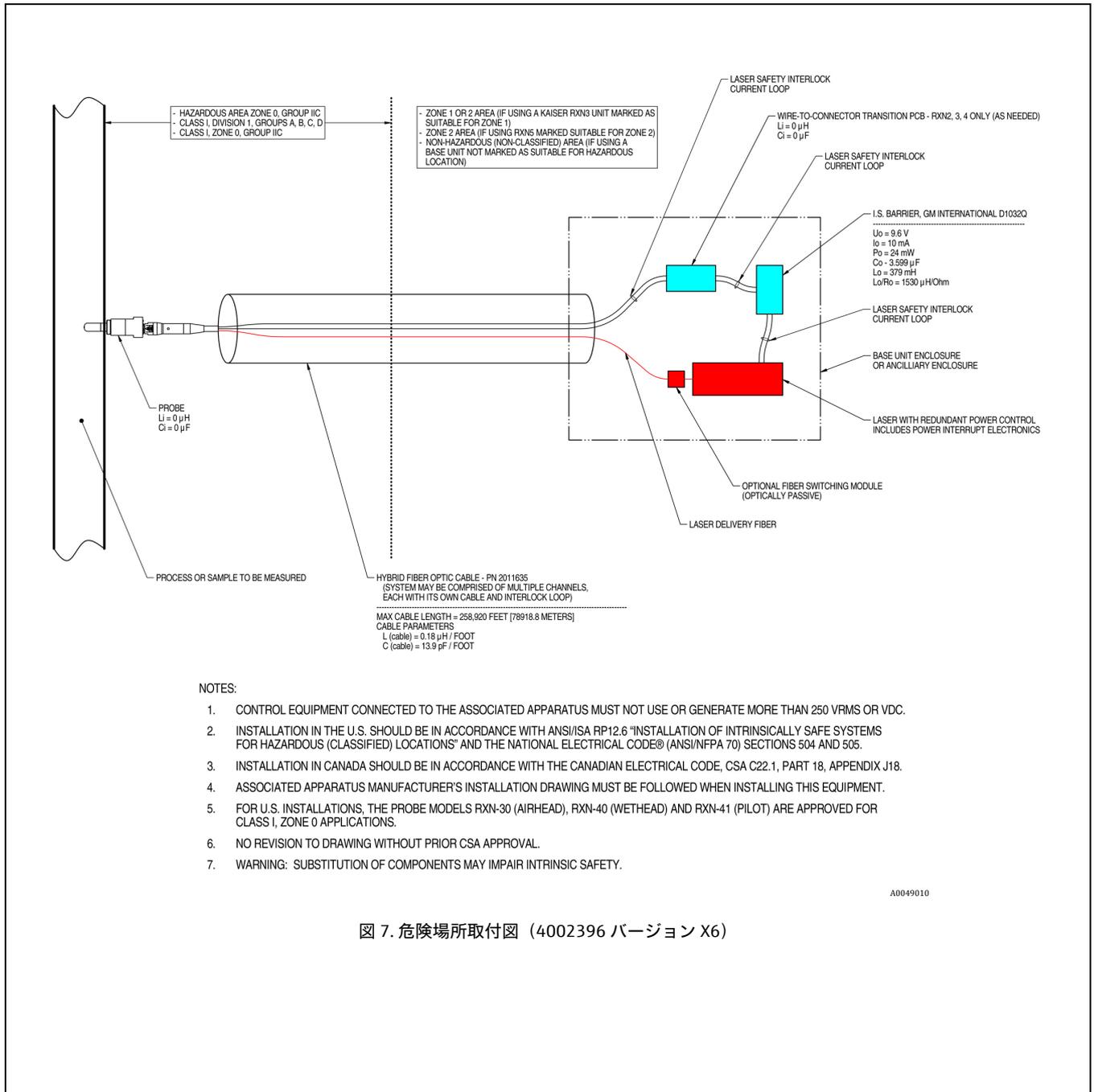


図 7. 危険場所取付図 (4002396 バージョン X6)

www.addresses.endress.com
