

ポアセンサモジュール

対応型番： M-NK-100-A016-001、M-NK-300-A016-001、M-NK-600-A016-001、M-NK-900-A016-001、
M-NK-1200-A016-001、M-NK-3000-A016-001、M-NK-5000-A016-001、M-NK-10000-A016-001

粒子測定用ポアセンサモジュールです。粒子がポアを通過する際の電気抵抗パルスを測定します。

1. 特徴

- (1) 電圧印加、電流測定用の電極がモジュールに内蔵されているため、別途電極を用意する必要がなく、すぐに測定が可能です。
- (2) 電極は測定対象となる粒子を分散させた液に直接接触することになります。弊社のモジュールは電極が内蔵されており、簡単・安全に取り扱うことが可能です。

2. 包装形態

モジュールが 1×PBS 中に浸漬されています。開封後は流路が乾燥する前にご使用ください。

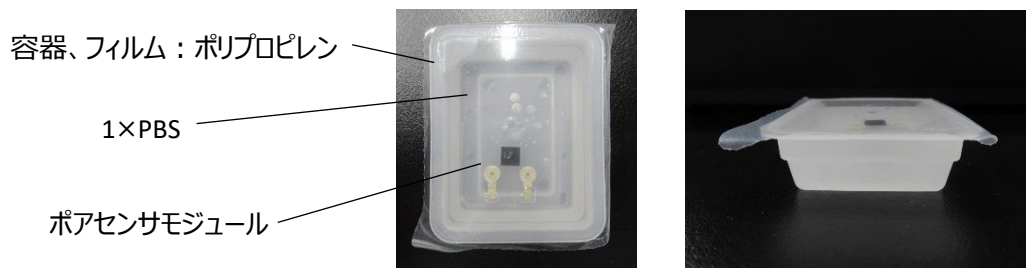


図 2-1. 包装形態

3. モジュール構造

透明シリコンゴム（PDMS）を材料とする流路部品の上にポアが形成されたシリコンポアチップが挟まれた構造になっており、ポアを介して上流路と下流路が繋がります。流路部品上には、電圧印加、電流測定用の電極が形成されており、流路に電解液を注入すると、電解液と電極が接触して、電流を流すことが可能になります。



図 3-1. モジュール外観

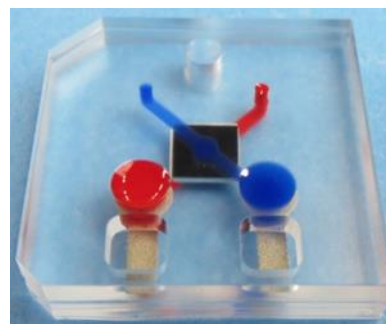


図 3-2. 電解液注入時
(※可視化のため色つきの液を使用)
上流路：青、下流路：赤

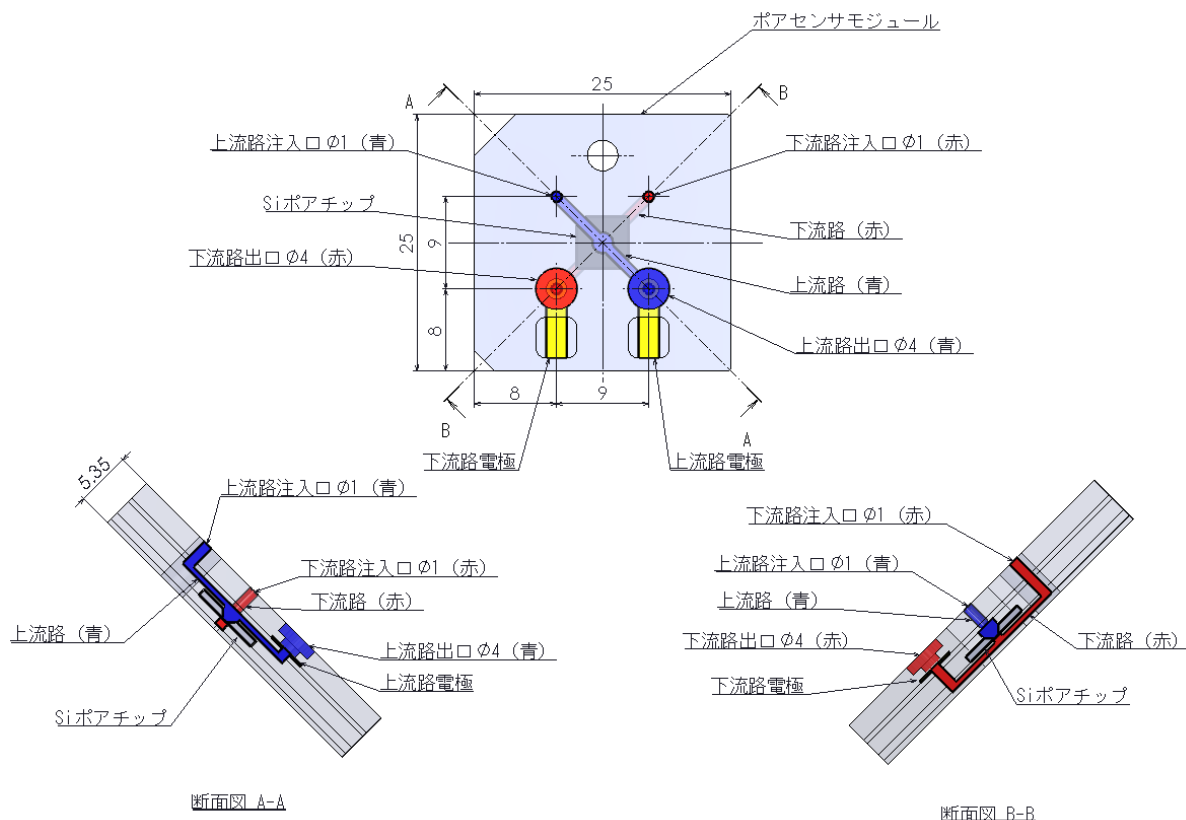


図 3-3. モジュール構造

4. ポアチップ構造

流路部品に挟まれたポアチップは Si を基材として、50nm の厚さの SiN 薄膜を有しており、この SiN 薄膜の中心にポアが形成されています。ポアチップは TEI ソリューションズ株式会社様からの購入品です。ポア径のラインナップ一覧は基本仕様の項目をご参照ください。

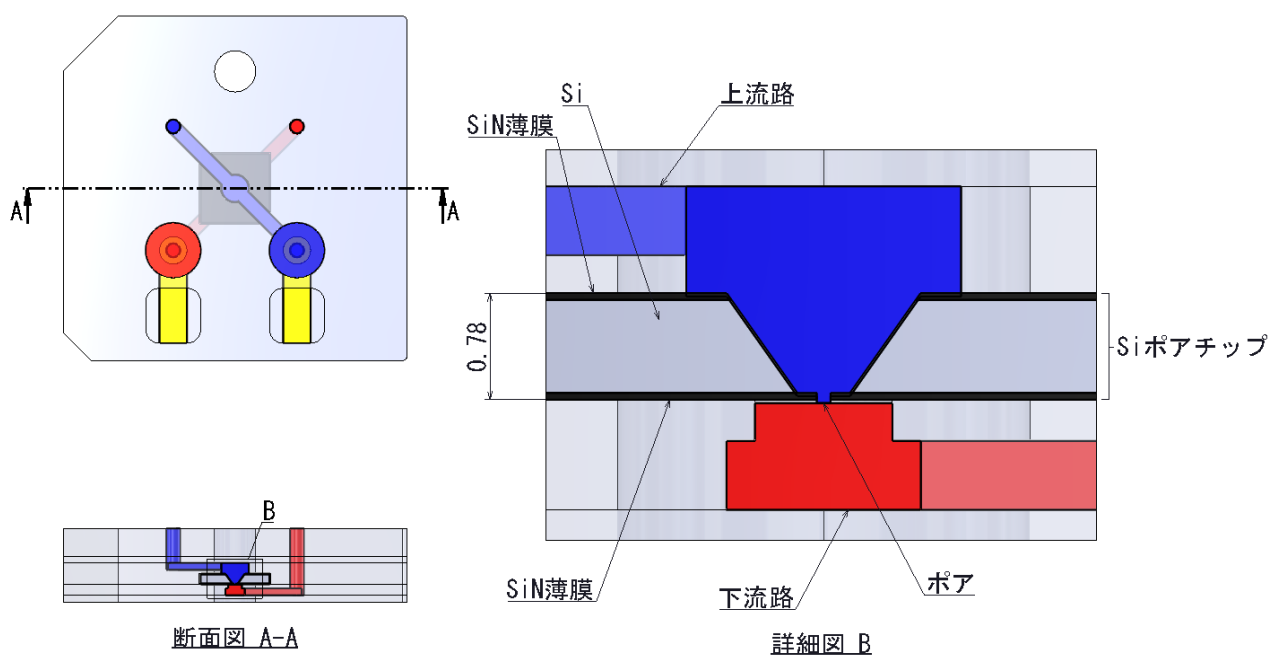


図 4-1. ポアチップ構造

ポアチップの SEM 画像（TEI ソリューションズ株式会社様提供）

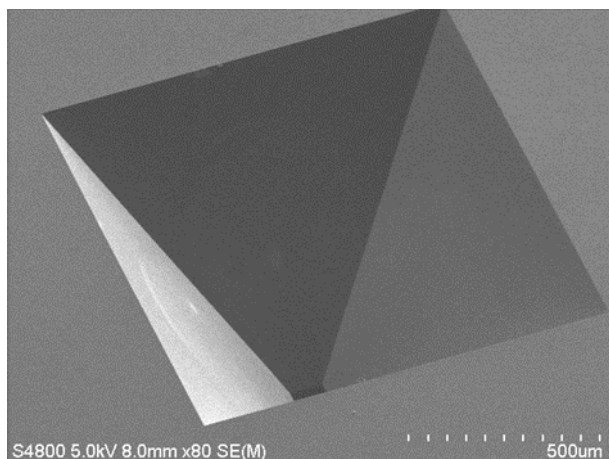


図 4-2. Si ウエハ側

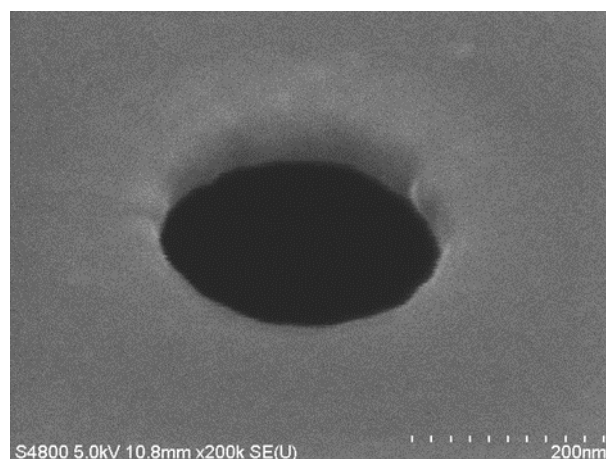


図 4-3. ポア拡大写真(SiN 薄膜側)

5. 基本仕様

- 流路部品材料：PDMS
- 電極材料：Ag/AgCl
- 流路コーティング：なし
- ポア径：100nm、300nm、600nm、900nm、1.2μm、3μm、5μm、10μm
- メンブレン薄膜の材料：窒化ケイ素（SiN）
- メンブレン薄膜の厚さ：50nm

6. 使用に関する注意事項

(1) 粒子懸濁液および電解液の注入

粒子懸濁液および電解液は上流路、下流路にそれぞれ約 20μL ずつ注入してください。なお、約 25μL までは液が溢れない構造となっています。これ以上注入すると、モジュール表面で電解液が導通する恐れがありますので、液量 25μL 以下での使用を推奨します。

(2) パルスの方向

粒子懸濁液を上流路、下流路のどちらに入れるかによって、パルスの方向が変化します。例としてマイナスの表面電位を持つ粒子を測定する場合、パルスの方向は次のようになります（ソケットは SHB-810001 を使用）。

上流路：電解液、下流路：粒子懸濁液

印加電圧をマイナスにすると、粒子は下流路→上流路に流れ、パルスは上方向に出ます。印加電圧をプラスにすると、粒子はポアから遠ざかるためパルスは出ません。

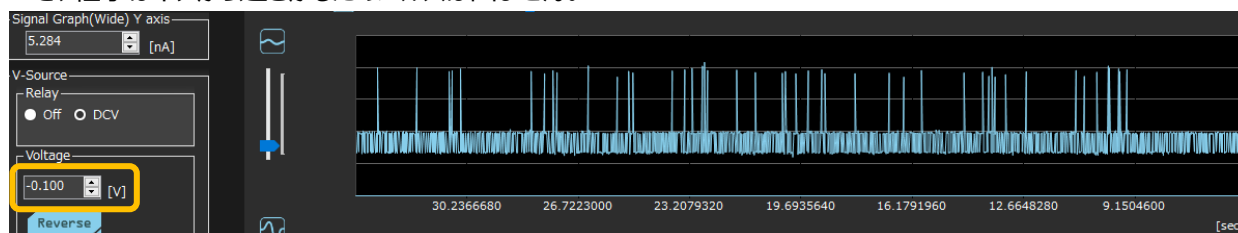


図 6-1. 上方向へのパルス出力

上流路：粒子懸濁液、下流路：電解液

印加電圧をプラスにすると、粒子は上流路→下流路に流れ、パルスは下方向に出ます。印加電圧をマイナスにすると、粒子はポアから遠ざかるためパルスは出ません。

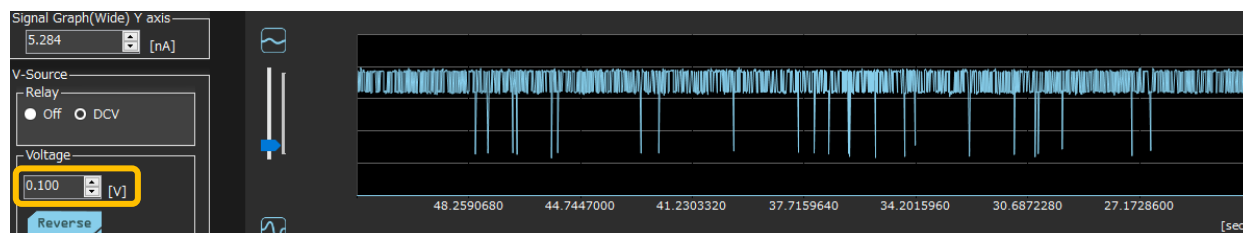


図 6-2. 下方向へのパルス出力

(3) 粒子懸濁液の塩濃度

粒子懸濁液の塩濃度はパルスの形状を変化させるパラメータとなるため、適宜調整ください。塩濃度を低下させると、パルスのピーク値が下がる傾向にあります。例として図 6-3 に 0.25×PBS と 1×PBS でポア径 300nm に対して粒径 200nm のポリスチレン粒子を測定したときのパルスを示します。塩濃度を低下させすぎるとパルスのピーク値が下がり、ノイズに埋もれて測定ができなくなってしまう可能性が高くなるため、ご注意ください。

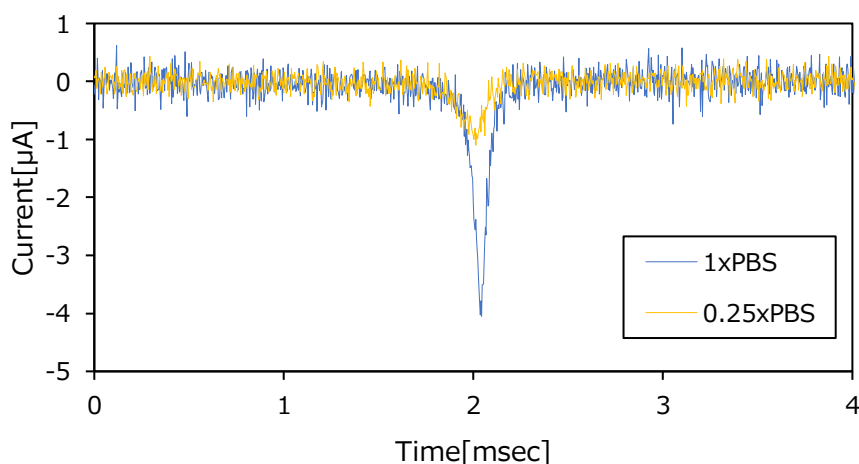


図 6-3. 塩濃度がパルス形状に与える影響

(4) 測定対象粒子の粒径

ポア径以下の粒径を持つ粒子の測定が可能ですが、ポア径と粒径が近い場合、粒子が通過しにくくなるため、ポア径の 2/3 以下の粒子（ポア径 300nm であれば 200nm 以下の粒子）で測定を行うことを推奨します。ポア径に対して粒径が小さくなると、塩濃度の低下と同様にパルスのピーク値が下がる傾向にあります。ポア径に対して小さすぎる粒子はパルスがノイズに埋もれて測定ができなくなってしまう可能性が高いため、適切なポア径を選択してください。

7. 対応ソケット

測定の際は株式会社アドバンテスト製ソケットにモジュールを収容した状態で、測定器にセットしてください。対応ソケットは SHB-810001 です。



図 7-1. SHB-810001

8. 測定前の QR コードの読み取り

お客様における測定情報の管理、および機械学習による学習/識別に利用するため、製品パッケージには QR コードが貼り付けられています。測定前に、測定器付属のソフトウェアで QR コードを読み取ってからモジュールをご使用ください。QR コードの読み取りを忘れてしまった場合、測定データを解析することが出来ないため、ご注意ください。



図 8-1. QR コードの読み取り

9. 使用方法

(1) 容器を開封し、容器内の PBS を捨ててください。その後、モジュールをピンセットで取り出してください。

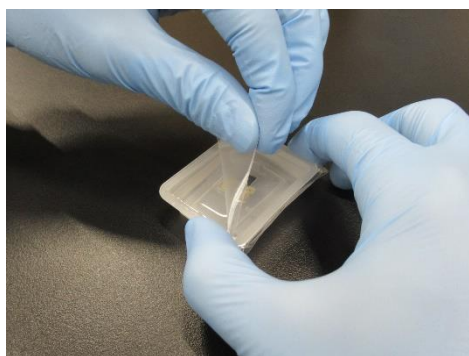


図 9-1. 容器の開封



図 9-2. 容器内の PBS を捨てる



図 9-3. モジュールの取り出し

(2) モジュール表面や電極部に付着している PBS をキムワイプなどのウェスで拭き取ってください。この時、流路中の PBS は吸い取らないように注意してください。誤って吸い取ってしまった場合は、下記の注意事項をご確認ください。

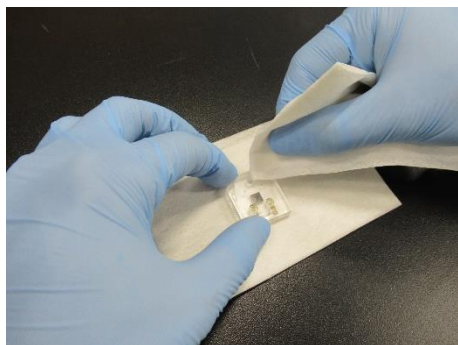


図 9-4. モジュール表面の拭き取り

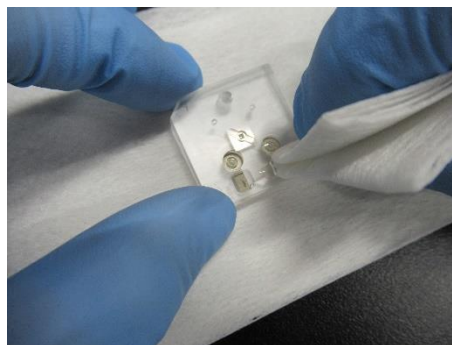


図 9-5. 電極部の拭き取り

(3) 粒子懸濁液を流路に注入して測定を実施してください。測定方法の詳細については、測定器の取扱説明書をご参照ください。

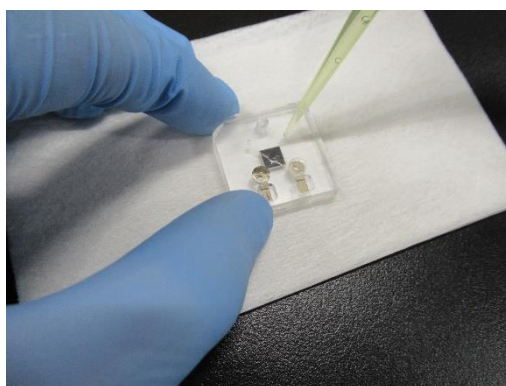
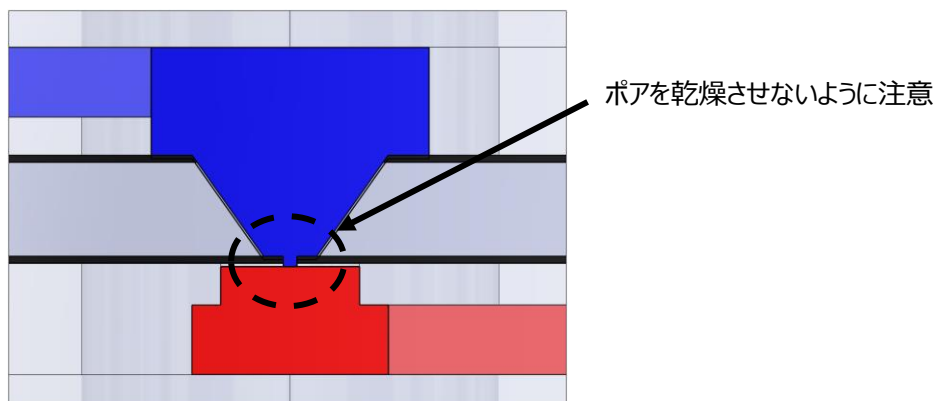


図 9-6. 粒子懸濁液を注入する

注意事項

使用時にはポアを含めチップを乾燥させないことが重要です。そのため、開封後は流路中の PBS を直接、粒子懸濁液で置換するのが望ましいです。誤って流路中の PBS を吸い取ってしまった場合（ウェスが流路の注入口/出口に触れると毛細管現象で流路中の PBS が吸収されてしまうことがあります）、チップにはまだ水分が残っていますので、すぐに PBS を注入してチップが乾燥しないようにしてください。



10. 測定例

ポア径 300nm、粒径 200nm のポリスチレン粒子を測定した結果を示します。

(1) 測定条件

- 測定器：nanoSCOUTER WEL1100（ソケット：SHB-810001）
- ポア径：300nm
- 粒子：200nm ポリスチレン粒子(Polysciences, Polybead Carboxylate, 0.20 μ m)
- 電解液：1×PBS
- 粒子濃度： 5.7×10^9 [particles/ml]
- 印加電圧：-0.1V
- 上流路：電解液、下流路：粒子懸濁液

(2) 測定結果

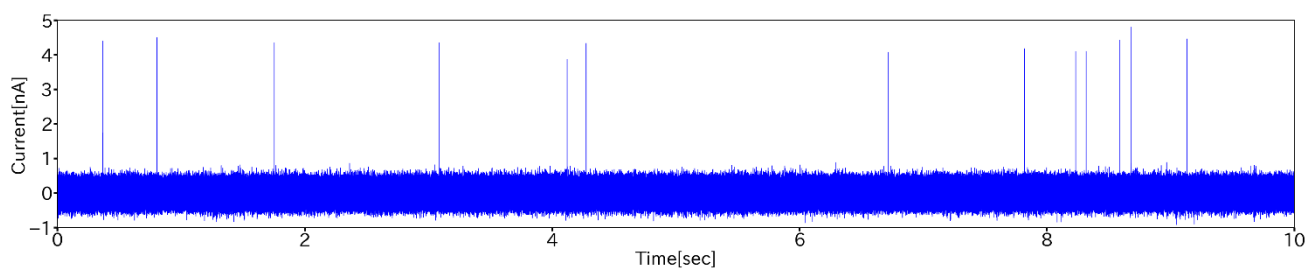


図 10-1. 出力波形（10sec）

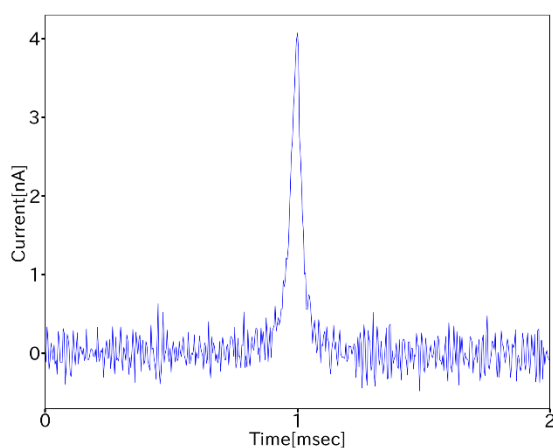


図 10-2. パルス拡大

以上