

トライボギア 3D ミューズ
TRIBOGEAR

ポータブル摩擦計

TYPE:37i

取扱説明書



HEIDON

SHINTO Scientific Co., Ltd.

新東科学株式会社

CA17001-1

安全にお使いいただくために

本測定機およびその周辺機器をお使いいただく前に、本取扱説明書や関連する説明書に記述されている内容を十分に良く理解して機器を扱ってください。

また本取扱説明書の関係する箇所に、以下で示すような注意事項を記述していますので、その内容を確認のうえ機器を扱ってください。

身体の重大な傷害や機器の破損などを防ぐために、この注意事項を良く守ってください。



注意：本機の調整，試験にあたっては、本取扱説明書、及び関連するすべての説明書を読み、扱いに関して十分に理解したうえで行ってください。
この注意事項を守らない場合、身体の重大な傷害や機器を破損する恐れがあります。



注意：本機に水などの液体や異物が入った場合は、直ちに電源を切り、ACアダプタを抜いてください。
その後、状況を良く確認して処置してください。
処置にあたって不明な点がある場合には、弊社営業までお問合せください。
この注意事項を守らない場合、身体の重大な傷害や機器を破損する恐れがあります。

製品の保証について

- 保証期間
保証期間はお買上日より1年間です。保証期間を過ぎての修理は有料になります。

- 保証範囲
次のような場合に弊社は保証の責任を負いかねますので、ご注意ください。
 - ・ 本取扱説明書に記述されている取扱い方法や操作方法を守らなかったことによる製品の破損や故障
 - ・ AC 電源や、外部機器との接続方法を誤ったことによる製品の破損や故障
 - ・ その他、弊社の責任によらない製品の破損や故障

目次

| | | |
|---------|-----------------------------|----|
| 【1】 | 要旨 | 5 |
| 【2】 | 装置概要 | 6 |
| 【3】 | 測定の原理 | 7 |
| 【3-1】 | 推力 | 7 |
| 【3-2】 | 3Dミューズの測定の原理 | 8 |
| 【3-3】 | ピッチ軸方向の傾斜角度による静止摩擦係数への影響と対処 | 10 |
| 【4】 | 外観図及び付属品 | 11 |
| 【4-1】 | 外観図及び各部名称 | 11 |
| 【4-2】 | 標準付属品 | 12 |
| 【5】 | 使用方法 | 13 |
| 【5-1】 | 電池のセット | 13 |
| 【5-2】 | サンプルの取り付け | 13 |
| 【5-3】 | スライダの取り付け | 14 |
| 【5-4】 | 測定 | 15 |
| 【5-4-1】 | 平面測定 | 15 |
| 【5-4-2】 | 傾斜面測定 | 16 |
| 【5-5】 | アベレージ機能について | 17 |
| 【5-6】 | オートパワーオフ | 17 |
| 【6】 | 操作フローチャート | 18 |
| 【7】 | 使用上の注意 | 19 |
| 【7-1】 | 本体関係注意事項 | 19 |
| 【7-2】 | 測定関係注意事項 | 20 |
| 【7-3】 | サンプル関係注意事項 | 21 |
| 【8】 | 本機仕様 | 22 |
| 【9】 | 技術資料 | 23 |
| 【9-1】 | スライダの選定について | 23 |
| 【9-2】 | サンプル別スライダ適合表 | 24 |
| 【9-3】 | 角度表示機能 | 25 |
| 【9-4】 | 表示について | 26 |

TYPE:37i 取扱説明書

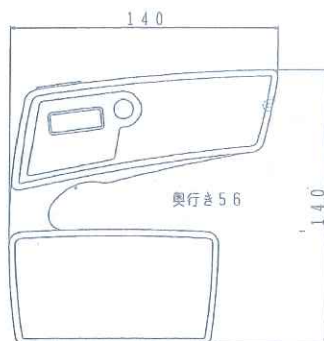
| | | |
|--------|-------------|----|
| 【10】 | メンテナンスと故障処理 | 27 |
| 【10-1】 | 使用環境 | 27 |
| 【10-2】 | メンテナンス | 27 |
| 【10-3】 | 故障の状況と内容 | 28 |
| 【10-4】 | 故障内容連絡表 | 29 |

【1】 要旨

物があれば摩擦があります。金属同士、金属とプラスチック、ガラスとゴム、衣類と人肌等、物と物がこすれあう現象はこの世に無限にあります。このこすれあう現象を摩擦や摩耗と呼びますが、それを解析するのがトライボロジーという学問です。摩擦を測定できる装置は私どもにも多々ありますがそれはすべてがそれなりのシステムを持った机上型の装置でした。もっと簡単に持ち運びができて、現場でも簡単に表面を測定したい。そんな現場の要求から私どもではポータブル型の摩擦測定機としてミュージズ94iを製作・販売してきました。しかし94iでは水平状態での測定が必須なため測定物が制限されてしまうことがありました。そこで生まれたのが今回の3Dミュージズです。3Dミュージズは、平面以外にも傾斜面や壁面、天井面まで測定できる画期的な摩擦測定機です。従来の94iとデータの互換性を保つ為、測定面を従来の94iと同等の面積にいたしました。

【2】装置概要

3Dミューズは非常にコンパクトでしかも摩擦を知らない人にでも簡単に取り扱いができる摩擦測定機です。



電源は単三電池4本又はACアダプタ（専用アダプタ）を使用できます。操作は装置裏面にある電源スイッチを入れ本体を測定物の上においた状態で上部のメジャースイッチを押します。測定が開始され終了しますと測定結果が表示されます。

同じサンプルの測定を何回か行った後に表示部横にあるアベレージスイッチを押せば測定回数と測定の平均値が自動で表示されます。

以上で測定は終了です。

【3】 測定の原理

【3-1】 推力

測定の原理を説明するまえにどのようにして駆動の推力を発生させ測定するか、水平面の静止摩擦係数を測定する姉妹器のポータブル摩擦計ミュージズ94i-IIの静止摩擦係数の測定原理で説明させていただきます。

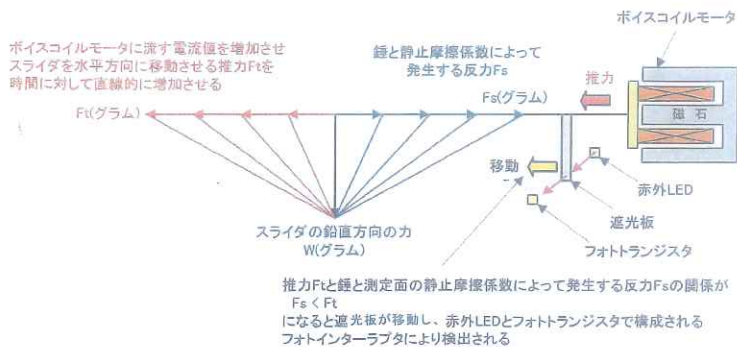


図 ポータブル摩擦計ミュージズTYPE: 94i-IIの静止摩擦係数の測定原理

図において、ボイスコイルモータにより推力 R を時間に対して直線的に増加させていき、測定面から受ける応力 F_s が F_t を下回る状態が発生すると、ボイスコイルモータに連結されているシャフトの遮光板が移動し、フォトセンサが遮光状態⇒非遮光状態に変化します。スライダの垂直方向の力はスライダの錘の重量 W （グラム）であり、フォトセンサが遮光状態⇒非遮光状態に変化した時の推力 F_t は、ボイスコイルモータに流す電流値により一義的に決定されます。

よって、静止摩擦係数 μ_s は、下式により求められます。

$$\text{静止摩擦係数 } \mu_s = F_t / W$$

【3-2】 3D ミューズの測定の原理

3Dミューズの静止摩擦係数測定原理は、水平面の摩擦係数のみ測定可能な摩擦計TYPE94i・IIと基本は同じですが、大きな違いは静止摩擦係数を測定する被測定面にかかる力が摩擦計のロール方向の傾斜角度 θ により変化するため、TYPE94i・IIでは固定値であった被測定面にかかる力が3Dミューズでは、ロール軸方向の傾斜角度が -90 度未満 \sim $+90$ 度未満の場合、下式により算出できます。

静止摩擦係数被測定面にかかる力 = $W \times \cos \theta$

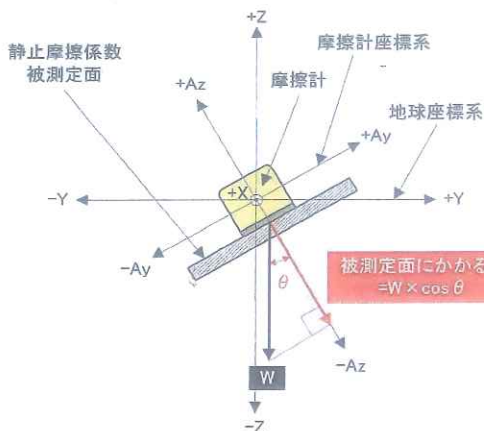


図 ポータブル摩擦計3Dミューズの被測定面にかかる力

3Dミューズでは、要求されるロール軸の傾きは、360度測定可能であることが条件の為、スライダの錘の重量だけでは測定できない範囲が出てきます。測定できない範囲をカバーするため、ロール軸方向の傾斜角度が -90 度 \sim -180 度、及び $+90$ 度 \sim $+180$ 度の場合でも、被測定面に力をつけるために錘の重量に加え、バネを用いて力をかけます。

次の図は、錘とバネの力を合算した場合の被測定面にかかる力の関連図で、ロール角度による被測定面にかかる力の変化を表しています。

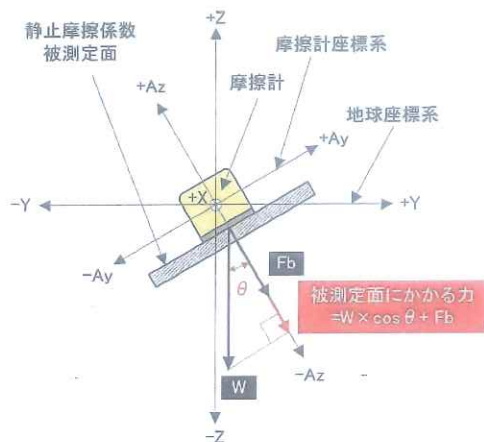


図 おもりの重量に加えばねの力が加わった場合の被測定面にかかる力

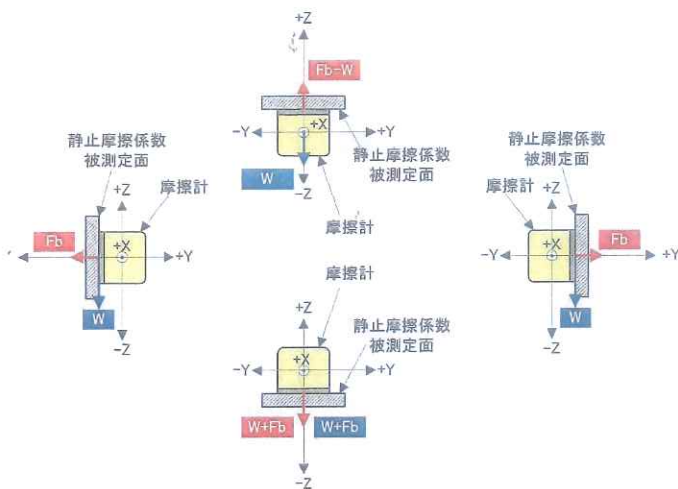


図 ロール角度により被測定面にかかる力の変化

TYPE:37i 取扱説明書

3D ミューズの静止摩擦係数 μ_s は、式を拡張して以下の式により求められます。

$$\text{静止摩擦係数 } \mu_s = Ft / (W \times \cos \theta + Fb)$$

ただし Ft : ボイスコイルモータの推力

Fb : ばねの力

W : 錘の質量

θ : 被測定面の傾斜角度 0 ± 180 (度)

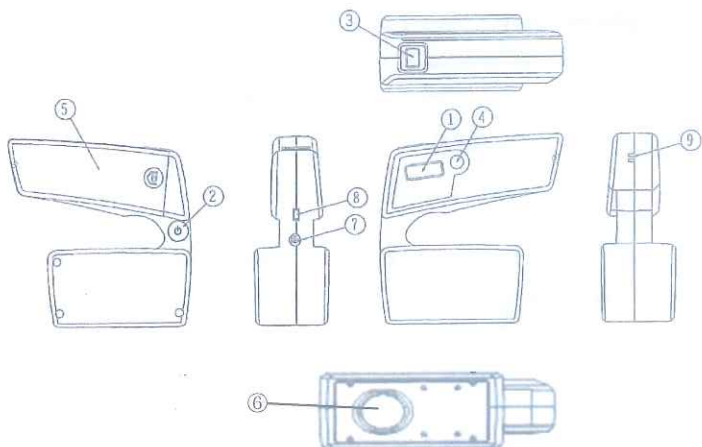
【3-3】 ピッチ軸方向の傾斜角度による静止摩擦係数への影響と対処
ピッチ軸方向の傾斜角度は、ボイスコイルモータで発生させる推力を増加させる下り坂の傾きと推力を減少させる上り坂の傾きが発生します。

本機は推力に大きく影響するピッチ軸方向の傾斜が検出された場合、静止摩擦係数を測定できないことを摩擦計使用者に知らせるアラーム機能を装備することで対応しております。

静止摩擦係数測定可能なピッチ軸方向の傾きの範囲につきましては、3D ミューズの機構及び測定結果から約 ± 15 度までは測定範囲とし、範囲を超える場合にはエラー表示を出し警告する事といたします。

【4】 外観図および付属品

【4-1】 外観図及び各部名称



- | | | |
|--------------------|-------------|--------------------|
| ① 表示パネル | ② 電源スイッチ | ③ メジャースイッチ (Meas.) |
| ④ アベレージスイッチ (Ave.) | ⑤ バッテリーケース | |
| ⑥ スライダー | ⑦ ACアダプタ用端子 | |
| ⑧ データ出力端子 | ⑨ ストラップ穴 | |

【4-2】標準付属品



- ① キャリングケース
- ② 本体
- ③ スライダー
- ④ スライダーホルダ（取り外し治具）
- ⑤ Oリング
- ⑥ スライダー固定部の輸送用治具（使用時には取り外して下さい）
- ⑦ 単三電池（4本）

【5】使用方法

【5-1】電池のセット

電池は単三電池を4本使用します。バッテリーケースの蓋を左にずらしますと電池ケースがでてきますので、電池の向きを間違えないようにセットしてください。尚、オプションのACアダプタを使用するときはACアダプタ端子に接続してください。

【5-2】サンプルの取り付け

スライダーには必ずサンプルを取り付けてください。

スライダーにサンプルを取り付ける方法は2通りあります。

・両面テープによる取り付け

あらかじめサンプルサイズより少々小さめに切った両面テープでスライダーに貼り付けます。スライダーに貼り付けるサンプルの大きさは スライダーからはみ出ないように中央部へ貼り付けます。

(図1参照)

・Oリングによる取り付け

付属されているOリングを使用し、サンプルを包み込むように取付けます。(図2参照)

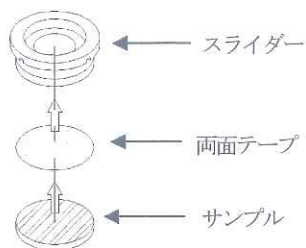


図1

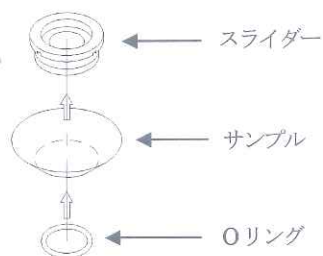


図2

※スライダーに取り付けるサンプルの重量に注意して下さい。(詳細は【7-3】)

【5-3】 スライダーの取り付け

出荷時にはスライダーが取り付けられた状態で出荷されます。スライダーの交換は以下の手順で行って下さい。

スライダーをスライダーホルダにのせ、本機裏面の接続部にネジがきちんと固定できるまでねじ込みます。

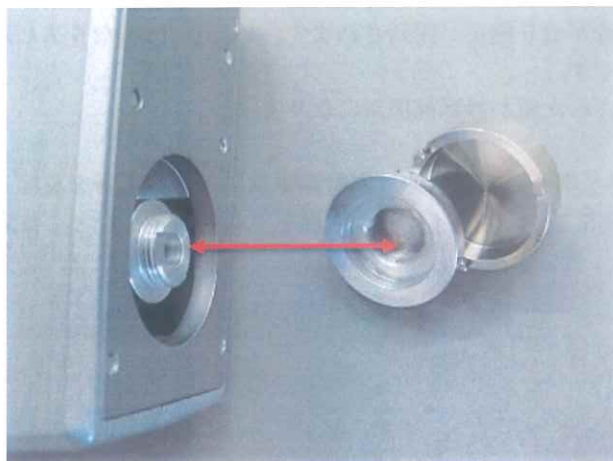


図 スライダーの取り付け手順



図 底側のスライダー

【5-4】測定

【5-4-1】平面測定

次に測定の手順を記します。

電源スイッチを押して電源を入れてください。

測定サンプルの上にセットし、メジャースイッチを押してください。

ピッ音が鳴り測定が開始されます。ピピッと2度なりましたら測定は終了です。

表示された値が静摩擦係数になります。

※スライダーの表面状態は、摩擦係数に大きく影響を及ぼします。1回の測定ごとにスライダーの表面をきれいにするなどご注意ください。

【5-4-2】 傾斜面測定

3Dミューズは測定面が傾斜していても傾斜測定センサーで角度を読み取り補正をして結果を表示します。

傾斜は最大**360度**、すなわち天井面でも測定することができます。

ピッチング方向に**±15度**以上傾斜させますと角度がうまく読み込めない場合があります。

ローリング方向には**360度**測定できます。

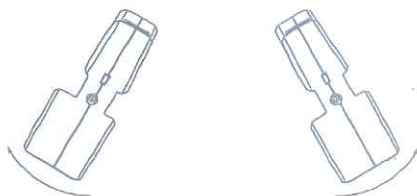


図 ローリング方向

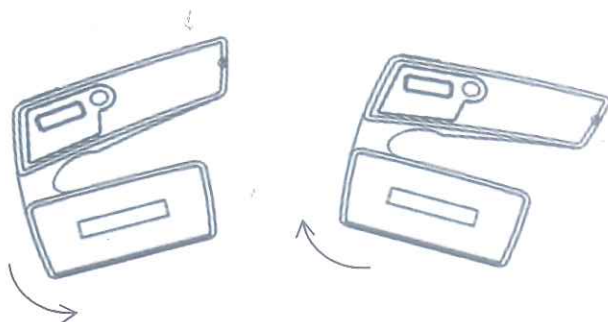


図 ピッチング方向

【5-5】アベレージ機能について

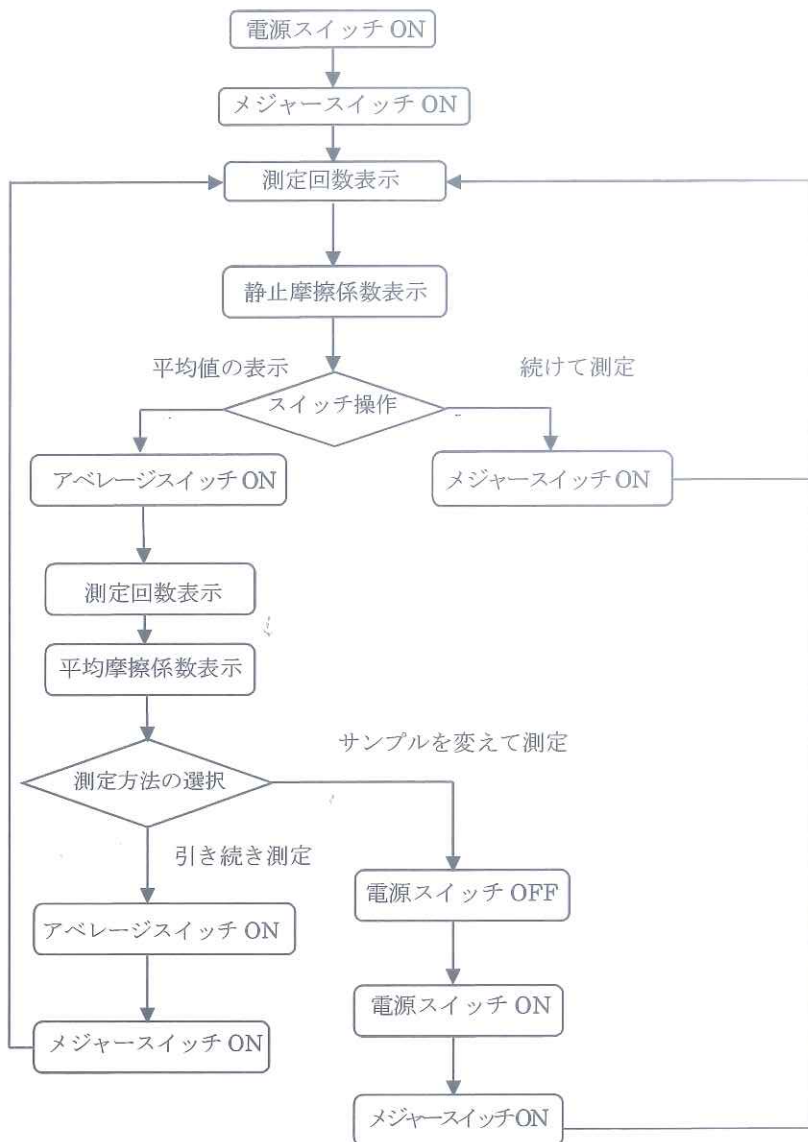
同じサンプルの任意回数の測定後にアベレージスイッチを押すと、AVEの表示のあと測定回数と平均値を表示させることができます。そのまま引き続き測定を行う場合には、そのままでは測定できませんのでもう一度アベレージスイッチを押して、0.000の表示に戻してからメジャースイッチを押して測定を行ってください。電源をOFFにしない限りデータは蓄積されます。別サンプルの測定に入るときは、電源スイッチをOFFにしてメモリをリセットしてから測定を行ってください。

静摩擦係数は物体のすべり具合の目安となる値であり、測定状態によってもその値にばらつきがでます。平均値を求めることでより正確な値を把握することができます。

【5-6】オートパワーオフ

本機は電池の無駄な消耗を防ぐため、測定を行わない状態で10分放置いたしますと自動で電源をOFFにするオートパワーオフ機能が付いています。

【6】 操作フローチャート



【7】 使用上の注意

【7-1】 本体関係注意事項

- ・落下させたり、強い衝撃を与えないでください。
本機は精密構造となっておりますので強い衝撃を与えると故障する恐れがあります。
- ・分解・改造は行わないでください。
センサー部を含め内部は精密構造でシビアな調整がされています。
分解・改造を行うと故障等の原因となります。
- ・本機を水に濡らさないでください。
本機はセンサー部を含め内部に電気部品を使用しておりますので水に濡らさないようにしてください。
- ・長時間使用しない時はケースに保管してください。
本機はほこりをきらいますので、長時間使用しない場合はケースに保管して下さい。
- ・表示パネルに” Lo “が表示されましたら、必ず電池を交換してください。電池残量が少なくなっています。

【7-2】測定関係注意事項

- ・測定は振動の無い場所で行ってください。
本機は構造上、振動のある場所では正しい測定を行うことができません。振動のある場所ではデータが変化してしまいますので、測定の際は振動を避けて測定を行ってください。
- ・温度・湿度に注意してください。
摩擦係数の測定にあたっては、周囲の温度や湿度によって変化します。特に紙や木などは影響を受けやすいので注意が必要です。
- ・スライダーを傷付けないようにしてください。
スライダー表面に傷があると測定データが変化する恐れがあります。測定の際は、必ずスライダーにサンプルを取り付けて測定を行ってください。
- ・スライダーの表面は測定ごとにきれいにすることが基本です。何度か測定するうちに相手のサンプルが表面に張り付いたりしますのでご注意ください。
- ・測定の途中で表示が消えたら電圧低下状態です。電池を新しいものに入れ替えてください。
- ・測定時の2度目の音がピーと長くなり、表示が-----となりましたら測定上限エラーです。
- ・測定値が大きくなりますと本体が動いてしまうこともあります。本体を手で押さえご利用ください。
- ・本体を測定面に押さえつける力の強さによって誤差が生じることがあります。なるべく一定の力で押さえつけるようにしてください。また、角度によってスライダーの測定面に対する圧力が変化するので、角度を決めて相対比較して下さい。

【7-3】 サンプル関係注意事項

- ・ サンプル表面に注意してください。
サンプル表面に凹凸やしわがあると測定結果に影響を及ぼします。
また、バリがあると引っ掛りが出来てしまい、正しいデータを取ることが出来ません。
サンプルの加工や取り付けには注意してください。
- ・ サンプル表面をきれいにしてください。
サンプル表面が汚れていると測定結果に影響を及ぼし、正しい測定ができません。サンプル表面のクリーニングには柔らかい布などにアルコールを浸してふき取ってください。サンプル表面をふき取れない場合（グリース等）は有機溶剤（シンナー、ベンジン等）を使用してクリーニングしてください。
- ・ サンプルの「目」には注意してください。
紙や木などはもちろんのこと、金属や樹脂でもその処理や加工方法によって「目」があり方向によって結果が異なることがあります。
サンプルの「目」を気にしなければならないか否かは測定の目的によって決まります。
サンプルを触っても「目」の有無が分からない場合には、実際に方向を変えて何回か測定してから本測定を行ってください。
- ・ サンプルの厚みは両面テープを含めて **0.5mm** 程度の厚みにしてください。
厚くなりますとスライダの荷重や測定値に影響がでる可能性があります。
0.5mm の厚さまでであれば、測定結果に約 **3%**以下の測定誤差になりますので特に補正の必要はありません。
厚いサンプルを用いる場合は、本機底面に同様のサンプルを貼り付けるなどして、底面の嵩上げ調整をすると誤差が少なくなります。
重量についても同等の考えから、**1.0g** 以下になるよう心がけてください。

【8】本機仕様

| | |
|-------|--|
| 品名 | 3Dミューズ |
| 型式 | TYPE : 37i |
| 測定範囲 | 静摩擦係数 0.000～1.300 (【9-4】参照) |
| 表示分解能 | 0.001 |
| 電源 | アルカリ電池 (単3×4本) |
| 寸法 | W140mm×D66mm×H140mm |
| 付属品 | スライダー, アルカリ電池, キャリングケース スライダーホルダ (取り外し治具), Oリング |
| オプション | ACアダプタ PCキット |

1サンプルの最大測定データは500データです。500データを超えますと最初のデータに上書きします。

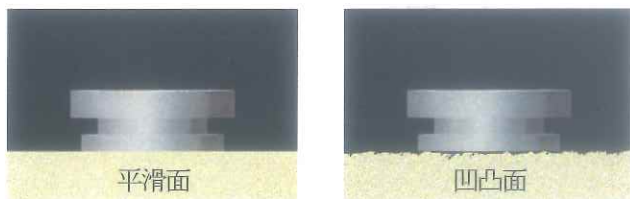
【9】技術資料

【9-1】スライダーの選定について

摩擦係数の測定にはスライダーの選定が非常に重要になります。
スライダーによっては測定結果が全く逆になるケースがあります。

例えば、表面がザラザラした面とツルツルした面では一般的にザラザラした面のほうが摩擦係数は大きくなります。しかし標準スライダーを使用して測定した場合、測定結果が逆転することがあります。

指で感じるザラザラ感は表面の凹凸に指表面が引っ掛るためです。
しかし、標準スライダーでザラザラ面の測定を行うと凹凸表面の凸部分上面をすべるため接触面積が小さくなり摩擦係数が小さくなります。



イメージ図

この場合、指で触った時のように意図的に引っ掛り状態を作る必要があります。

標準スライダーに布や紙を取り付けたり、ラバースライダー等を使用して測定を行うことで、指で触った時の感覚と同様の結果を得られることがあります。

【9-2】 サンプル別スライダー適合表

サンプル種類別の推奨スライダーの適合表を示します。

| | | スライダー側サンプル | | |
|---------|-----|------------|---|---|
| | | 金属 | 紙 | 布 |
| 測定側サンプル | 紙 | ○ | ◎ | ◎ |
| | 布 | ○ | ◎ | ◎ |
| | 金属 | ◎ | △ | △ |
| | 木 | ○ | ○ | ○ |
| | 樹脂 | ◎ | ○ | ○ |
| | ゴム | ○ | △ | △ |
| | ガラス | ◎ | △ | △ |
| | 液体 | ○ | △ | △ |
| | 肌 | △ | ○ | ○ |

※この適合表は目安であり、材質の表面状態や加工、方法によって大きく異なる場合がありますのでご注意ください。

【9-3】 角度表示機能

本機は、角度表示機能を備えております。

電源 OFF の状態で、アベレージスイッチと電源スイッチを同時押しすると測定面の角度が表示されます。

表示は“P”と“r”が交互に表示され、“P”がピッチング方向、“r”がローリング方向での角度を示しています。

“P”は $\pm 15^\circ$ まで表示され、それ以上の角度のときは「Err」と表示されます。

“r”は水平状態を 0° として、ACアダプタ用端子がある面を正面として見て反時計回りにローリングさせることで、 $0^\circ \sim 359^\circ$ 表示されます。

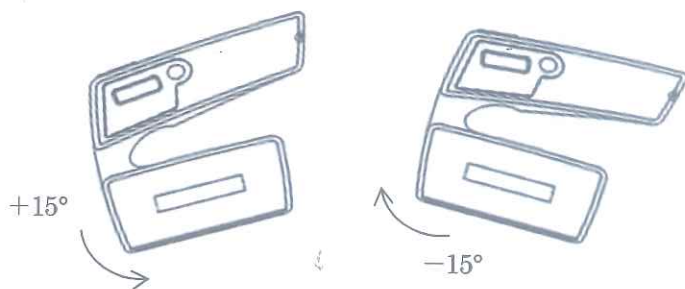


図 ピッチング方向

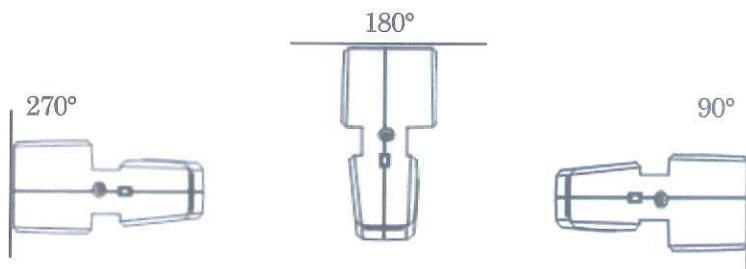


図 ローリング方向

【9-4】表示について

本機は水平面での測定で表示される静摩擦係数の値の範囲は**0.000**～**1.300**ですが、傾斜面では変化します。

ローリング方向**90°**,**270°**のときは**0.000**～**1.800**

180°のときは**0.000**～**3.000**の範囲で表示されます。

角度によってスライダの測定面に対する圧力が変化するためです。

【10】メンテナンスと故障処理

本機を正常な状態でお使いいただくために以下のことを守ってご使用下さい。

【10-1】使用環境

室温は0～+50℃、湿度は85%RH以下でご使用下さい。

但し同条件でも結露は電子部品の破損につながりますのでご注意下さい。

【10-2】メンテナンス

基本的にメンテナンスフリーの機構です。バッテリーケース以外の部分をあけますと、調整のずれや破損の原因になりますのでご注意下さい。

【10-3】故障の状況と内容

以下のような修理が必要な状況になりましたら弊社営業部までご連絡いただくか、貼付の修理連絡表にご記入のうえ弊社代理店又は弊社までご返却下さい。

| 不具合現象 | 不具合の原因 | 処置 |
|-------------------------|-----------------|----------------|
| 電源スイッチを入れても表示パネルに表示がでない | 電池電圧低下 | 電池を交換して下さい |
| | ACアダプタ故障 | 電池に交換してみてください |
| | 電源スイッチ故障 | 修理が必要です |
| | 表示パネル破損 | 修理が必要です |
| | 基板又は配線故障 | 修理が必要です |
| | 電源電圧過剰(6.5V以上) | 電池をアルカリに変えて下さい |
| メジャースイッチを押すと表示が消える | 電池電圧低下 (4.5V以下) | 電池を交換して下さい |
| 測定を行うと - - - 表示となる | スケールオーバー | 過負荷状態です |
| ERR3表示 | 原点復帰不能 | 電池交換又は修理が必要です |
| LO表示 | 電源電圧低下 (4.5V以下) | 電池を新しくして下さい |

TYPE:37i 取扱説明書

【10-4】故障内容連絡表

本製品が故障した場合には、このページのコピーに必要事項を記入のうえ、故障した製品に添えて代理店又は弊社まで送り返して下さい。

| | |
|-------|--|
| 貴社名 | |
| 御住所 | |
| TEL | |
| FAX | |
| 御部署名 | |
| 御担当者名 | |

| | |
|--------------------|-------------------|
| 器械名 | 3DミュージズTYPE : 37i |
| 購入年月 | |
| 故障発生年月日 | |
| 故障までの稼動状況 | |
| 故障発生状況 測定対象 | |
| 故障の現象 | |
| 故障時にとった処置 | |
| 故障原因として 考えられる事項 | |

HEIDON

SHINTO Scientific Co., Ltd.
新東科学株式会社

本社（営業部）

〒101-0034 東京都千代田区神田東紺屋町 27

TEL 03-3252-2791 FAX 03-3252-2792

Web <http://www.heidon.co.jp/>

Mail tst@heidon.co.jp

おごせ工場

〒350-0406 埼玉県入間郡越生町堂山 178-1

この取扱説明書の内容は、予告なく変更することがあります。

HEIDONは、新東科学株式会社の登録商標です。

本書の内容の一部または全部を、新東科学株式会社の許可無く複写、複製、または転記することを禁じます。

本書の内容には万全を期していますが、万一ご不審の点や誤り記載漏れ等お気づきになりましたら

弊社営業部までご連絡ください。

乱丁、落丁があった場合には弊社営業部までご連絡ください。お取替え致します。