

超音波膜厚計 LU-200

Ver.2.5

Kett

取扱説明書

超音波膜厚計 安全上のご注意

超音波膜厚計は安全のための注意事項を守らないと、物的損害などの事故が発生することがあります。

■安全のための注意事項をお守りください。

取扱説明書に記載の注意事項をよくお読みください。

■故障した場合は使用しないでください。

故障および不具合が生じた場合は、必ず当社修理サービス窓口にご相談ください。

■警告表示の意味

取扱説明書および製品には、誤った取り扱いによる事故を未然に防ぐため、次のようなマーク表示をしています。マークの意味は次のとおりです。

 警 告	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、使用者が死亡または重傷を負う可能性が想定される内容を示しています。
 注 意	この表示を無視して誤った取り扱いをすると、使用者が傷害を負う可能性、または物的損害の発生が想定される内容を示しています。
 お願い	この表示は、本器を安全に使うためにぜひ理解していただきたいことがらを示しています。

注意を促す記号



火災



感電

行為を禁止する記号



禁止



分解禁止



水濡れ禁止

行為を指示する記号



強制

警 告

-   ● 所定の電源電圧以外で使用しないでください。過電圧を加えると過熱し、故障や火災の原因となります。
-   ● 超音波膜厚計を分解、改造しないでください。
故障、感電、けがなどの原因となります。故障と考えられる場合は、当社修理サービス窓口へご連絡ください。
-   ● 水濡れに注意してください。
本器は防水機構になっていません。本器の内部に水が侵入すると感電、故障の原因となります。

注 意

-  ● 電源コード、電源ケーブルを抜き差しするときは、コードを引っ張らず、コネクタ、プラグ部を持って行ってください。
-  ● 操作キーを押しながら、電源スイッチを入れないでください。
-  ● 指定されたキー以外、複数の操作キーを同時に押さないでください。

目 次

1. 測定原理と特長	1
2. 各部の名称	3
3. キーボードの説明	5
4. 仕 様	7
5. 測定の準備	8
6. 測 定	15
7. ファンクションモード	18
8. 検量線の作り方	28
9. RS-232C出力	29
10. 各種測定対象の測定法	31
11. 取り扱い上の注意	32

1. 測定原理と特長

1-1. はじめに

従来は、金属上に施された塗装などの被膜厚さの測定に、電磁式や高周波式の膜厚計が現場用として広い分野で利用されてきました。しかし近年、これらの方式では原理的に測定ができない樹脂等の非金属上の被膜厚測定が強く要望されるようになってきています。また金属上であっても非常に薄い下地のため、従来の膜厚計では十分な精度を得ることが困難なものもありました。

そこで、これらの要求に応えるために研究を重ね、開発したのがこの超音波を利用した膜厚計LU-200型です。

1-2. 測定原理

超音波は、音響的性質の異なる二つの物質の境界面における反射によって発生します。超音波式の膜厚計はこの原理を利用したものです。

図-1は超音波測定の原理を示したもので、センサ内部の振動子で発振された超音波は一部は遅延材を介して被膜に入射し、他はこの境界で反射します。

さらに、遅延材を通過した超音波の一部は、被膜の内部を伝播し、下地との境界をそのまま透過し、他は反射して再び被膜、遅延材を通過してセンサ内部に戻ります。

これらの超音波のうち、被膜に入射して下地との境界で反射し、再び被膜から遅延材に入射する超音波の所要時間を測定することによって、被膜の厚さを知ろうというのが、この超音波膜厚計の原理です。

しかし、実際にはさまざまな被膜を通過する超音波の速度、つまり音速を知ることは容易ではありません。そこで本器では、事前に被膜の厚さと上記の超音波の所要時間との関係から検量線を作成し、これを利用する方法を用いています。

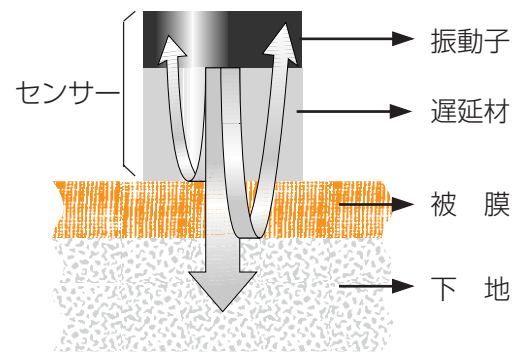


図-1

1-3. 特 長

- ① 演算処理によって細かな分解能と高い測定精度が実現しました。
- ② 特殊な構造のプロープにより、被膜表面への密着が確実となり高い再現性が得られます。
- ③ データメモリ、データ出力、統計計算などの機能を内蔵しています。

1-4. 測定対象

原理的には、下地と被膜との間に音響特性(音響インピーダンス)の差があれば、樹脂上や金属上の塗装以外にも、モルタルなどの無機質材の上の塗装の測定も可能です。

1-5. 検量線

(1) 概 要

測定原理の項でもふれましたが、超音波を利用して膜厚を測定するためには、測定対象ごとに検量線を設定しなければなりません。この検量線に最も影響を与えるのは被膜の音速ですが、層構成などに関係することもあります。

(2) 検量線の作成

過去に、これから測定しようとする物と類似のサンプルによる検量線が作られていれば、それを確認のうえ利用することができますが、該当するものがないときには新たに作成する必要があります。

弊社に検量線の作成を依頼される場合には、**サンプルの提供、被膜と下地の材質並びに被膜の層構成の概要についての情報提供**が必要です。

それらの情報を基に、いくつかの測定点の超音波膜厚計の測定値と、顕微鏡などによる測定値から検量線を作成します。

図-2は顕微鏡による断面写真でバンパーの塗装厚を測定した例です。



図-2

□@

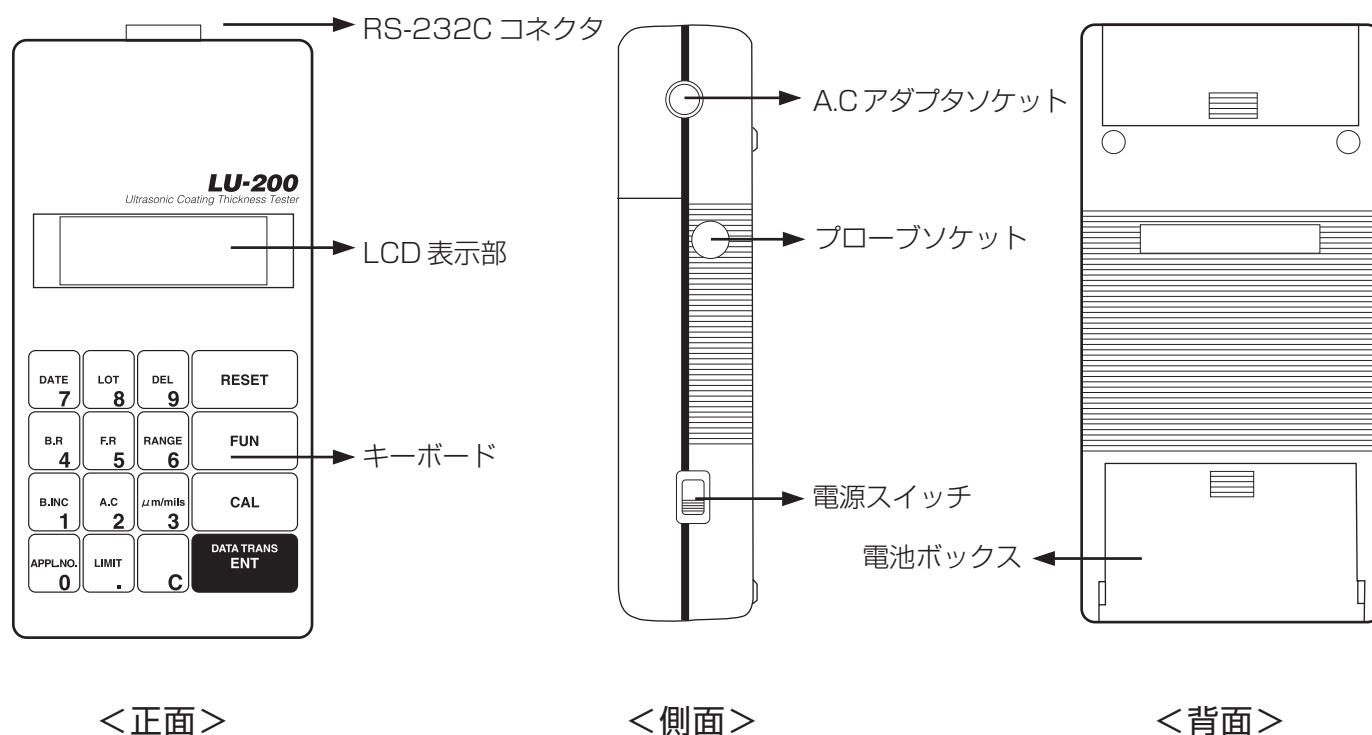
(3) 検量線の膜厚計への設定方法

検量線は、付属の標準サンプルを用いてキャリブレーションを行うことによって、膜厚計に設定することができます。

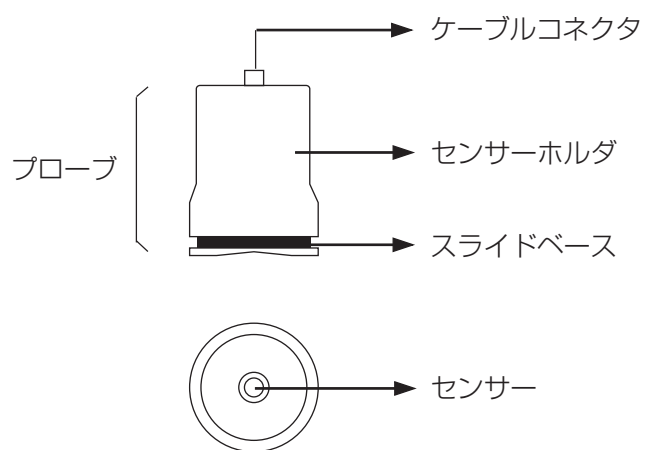
別紙の検量線一覧表には測定対象ごと、標準サンプルごとに、キャリブレーションのときに設定する膜厚が記載されています。この中から該当する膜厚をキー入力します。

2. 各部の名称

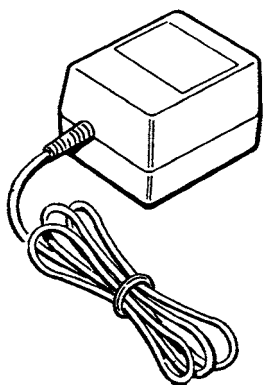
2-1. 本 体



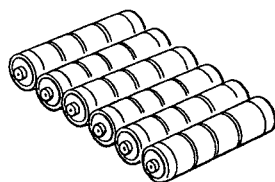
2-2. プローブ



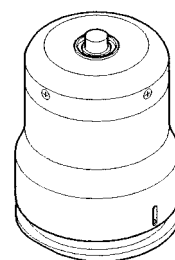
2-3. 付属品



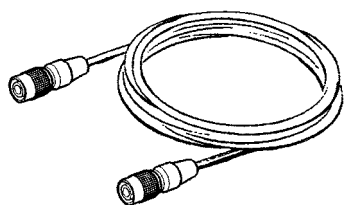
A.C.アダプタ



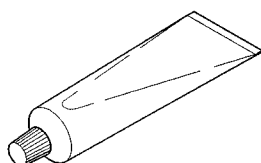
アルカリ乾電池(単3)×6



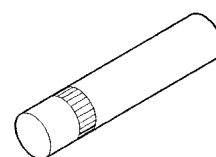
プローブ



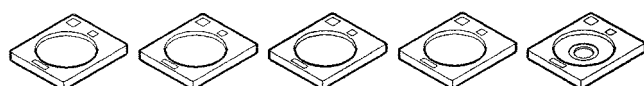
ケーブル



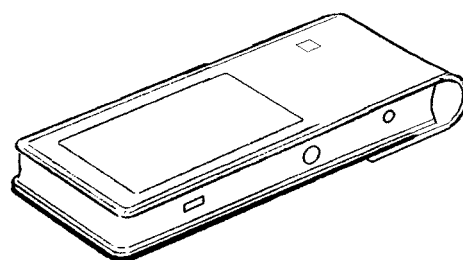
カップラント(ソニコートBS)



カップラント容器



標準サンプルセット(5枚組)



ソフトケース

3. キーボードの説明

DATE 7	LOT 8	DEL 9	RESET
B.R 4	F.R 5	RANGE 6	FUN
B.INC 1	A.C 2	$\mu\text{m/mils}$ 3	CAL
APPL.NO. 0	LIMIT .	C	DATA TRANS ENT



リセットキー

これを押すと測定モードに戻ります。
操作の途中で中止するときに使用します。



キャリブレーションキー

キャリブレーション(調整)を行うときに押します。



エンターキー

DATE, LOT, CAL, LIMIT操作で数字を入力するときに
押します。
また、B.R, B.INC, A.Cを用いた後で、次のステップに進
むときに押します。



クリアキー
測定条件設定キー

数字データを入れ間違えた場合などに押します。
また、キャリブレーションの際に測定ミスしたデータを
削除するときに押します。
測定の際の内部設定を変更するときにも使用します。

FUN	ファンクション・キー	二重定義のファンクション・モード(日付、ロット番号、統計結果等)を用いるときに押します。 ファンクション・モードには次の種類があります。
DATE 7	デイト・キー (日付キー)	日付を入力するときに押します。
LOT 8	ロット・キー	ロット番号を入力するときに押します。
DEL 9	デリート・キー (消去キー)	誤って測定した測定データをデータメモリから除くとき 押します。
B.R 4	ブロック・リザルト・キー (ブロック結果キー)	ブロック毎の統計計算をするときに押します。
F.R 5	ファイナル・リザルト・キー	測定回数N = 1 から最終回数までの統計結果を求めるときに押します。
RANGE 6	レンジ設定・キー	測定範囲の上、下限を設定するときに押します。 設定された範囲外は測定不能となります。
B.JNC 1	ブロック・インクリメント・キー (ブロック変更キー)	ブロック番号を変更するときに押します。
A.C 2	オール・クリア・キー (全消去キー)	記憶している測定データや各種コメントをすべて消去するときに押します。
μm/mils 3	単位変更キー	単位をμmからmilsに変更するとき、またはその逆を行うときに押します。
APPL.NO. 0	アプリケーション・ナンバー・キー	キャリブレーション(検量線)を記憶しているナンバーを確認したり、変更するときに押します。
LIMIT .	リミット・キー	アラームを出す範囲の上・下限の設定をするときに押します。

4. 仕 様

測 定 方 式	: 超音波反射式
測 定 対 象	: 樹脂、金属などの上に施された被膜
測 定 範 囲 ^{*1}	: 10～700 μm (表示範囲5～700 μm)
測 定 精 度 ^{*1}	: 50 μm 未満 $\pm 2 \mu\text{m}$ 以内 50 μm 以上 $\pm 4\%$ 以内
分 解 能	: 1 μm
統 計 機 能	: 測定回数、平均値、標準偏差、最大値、最小値
表 示	: ドットマトリックスLCD
外 部 出 力	: RS232C
電 源	: AC100V(50/60Hz)または、電池1.5V(単3)×6本
消 費 電 力	: 定常時0.9W / 測定時2.5W
寸 法	: 本 体 : 120(W)×250(D)×55(H)mm プローブ : 63 ϕ ×85(H)mm
質 量	: 本 体 : 0.8kg プローブ : 0.22kg
使用温度範囲	: 10℃～35℃
付 属 品	: ACアダプタ、アルカリ乾電池(単3×6)、プローブ、ケーブル、 カップラント(ソニコートBS ^{*2})、カップラント容器、標準サンプルセット(5枚組) ソフトケース、
オプション	: プリンタ(VZ-330)

^{*1} 測定範囲、測定精度は測定対象により異なります。
掲げた数値は校正、管理のため製作した標準サンプルを測定した場合です。

^{*2} ソニコートBSの成分は、グリセリン、界面活性剤、増粘剤、水です。

5. 測定の準備

5-1. 電源の用意

交流100Vまたは電池のどちらでも使用できます。

(1) 交流100Vを使用する場合



本体の電源スイッチをOFFにし、付属のACアダプタソケットに差し込みます。

その後にACアダプタを100V電源コンセントに接続します。

* AC100V以外の電源を使用するときは、弊社までご相談ください。

(2) 乾電池を使用する場合

本体の電源スイッチがOFFであることを確認してから、裏面の電池ボックスに乾電池（1.5V単3アルカリ）を6本、入れます。

* ⊕ ⊖ の方向に注意して正しく入れてください。

(3) 交流電源と電池を併用する場合

電池を本体に収納したままACアダプタを接続すると、自動的にAC電源側から電力が供給されます。

5-2. プローブの接続

ケーブルのコネクタを本体側面のソケットに軽く押しながら回すと、本体のガイド溝に合ったところで簡単に入ります。

プローブ側も同様に入れます。(図-3参照)

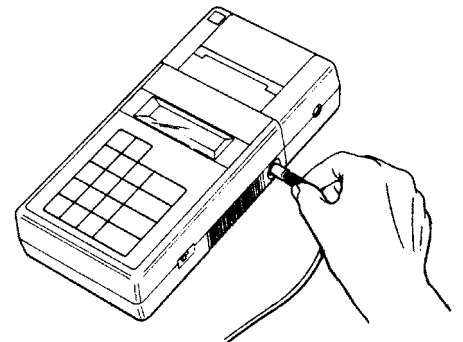


図-3



本体からケーブルを外す場合は、必ずケーブルの本体側に近い金具部品を引き抜きます。

黒いコードの部分を持って引き抜こうとしても外れませんし、故障の原因になります。

プローブ側も同様です。(図-4参照)

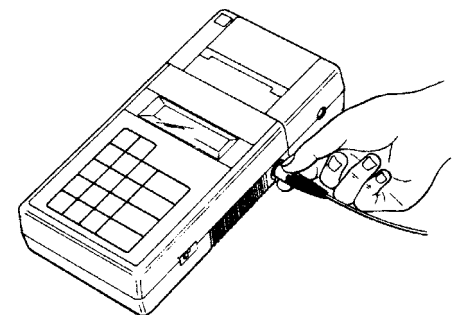


図-4

5-3. 電源投入

電源スイッチをONにします。

5-4. キャリブレーションについて

測定の前に必ずキャリブレーションが必要です。

キャリブレーションには標準サンプル、または測定しようとするものと同じ材料、同じ層構造で膜厚が既知のサンプルを使用します。

標準サンプルは5個付属しており、測定対象によって使用する標準サンプルが異なります。

検量線一覧表の測定対象の欄に設定値が記載されている標準サンプルを使用します。

同じ標準サンプルであっても測定対象によりキー入力する設定値は異なります。

□@

標準サンプルの測定

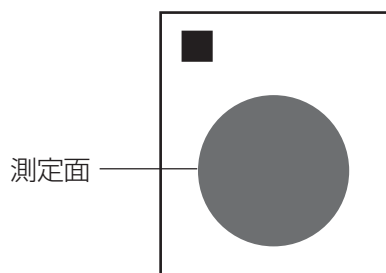


図-5



- ① 標準サンプルの測定面と、センサの端面のゴミ、ホコリ等をふき取ります。

* これらをはさみこんで測定すると誤差が生じることがあります。

- ② センサ端面または標準サンプルの測定部位にカップラントを塗布し、センサホルダを標準サンプルの測定面に正しくのせます。（図-6参照）



* カップラントが塗布された状態で長時間放置するとゴミ、ホコリ等が付着することがあります。カップラントは、測定の直前に塗布してください。

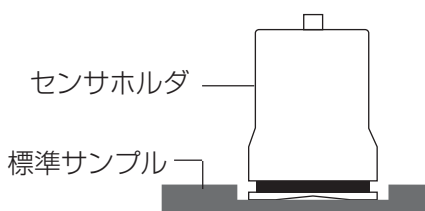


図-6

- ③ センサホルダが正しく標準サンプルにのせられていることを確認してください。



* 図-7のような状態のままで測定すると、正常な測定値が得られません。一度、センサホルダから手を離すと、もしも標準サンプルの内側の壁面に引っかかっている場合、下に落ちて図-6のように、測定に適した状態になります。

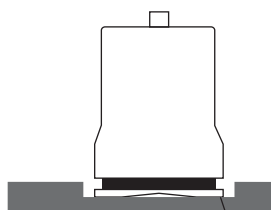


図-7

内側の壁に引っかかって傾いている

- ④ 図-8のように、センサホルダをブザーが鳴るまで押しつけます。ブザーは2回鳴ります。1回目で測定が終了します。



* このときにセンサホルダが傾かないように注意してください。

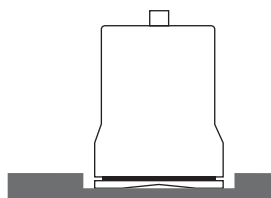


図-8

- ⑤ 1枚の標準サンプルを7回以上測定します。
1回の測定ごとに必ずプローブを標準サンプルの測定面から引き離します。



* 図-9のように、標準サンプルにのせたままセンサホルダだけを上下して測定を繰り返すことはおやめください。測定部が常に同じ場所であるため、平均的なデータが採取されません。

* 測定値の信頼性維持のため標準サンプルの設定値を定期的（18ヵ月に1度）に校正する必要があります。弊社にお申し付けください。

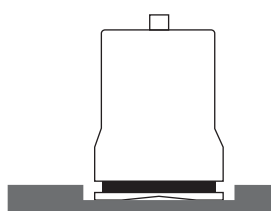


図-9

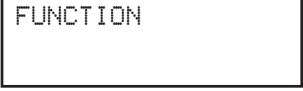
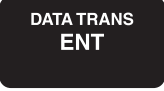
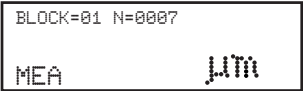
5-5. 検量線の登録

製品概要の項でも説明しましたが、超音波膜厚計では測定対象ごとに検量線を設定する必要があります。

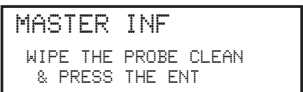
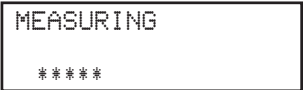
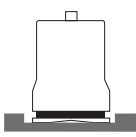
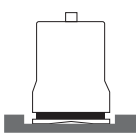
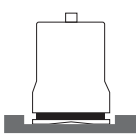
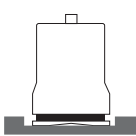
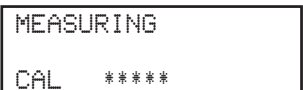
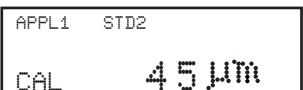
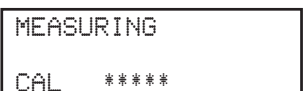
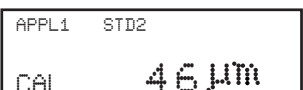
それらの検量線はAPPL.NO.(アプリケーション・ナンバー)の0～9まで、10種類を登録することができます。

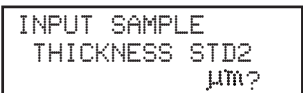
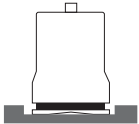
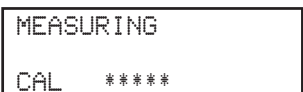
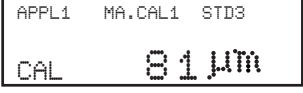
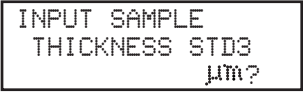
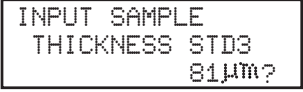
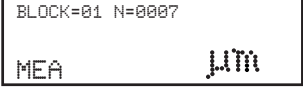
測定前に、測定しようとする測定対象物の検量線を設定します。

◆ 操作例：APPL.NO.を1に設定します。

手順	キ ー 操 作	表 示 部	操 作 の 説 明
①			
②			前回指定したNO.が表示されます。
③			アプリケーションナンバーを入力します。
④			

◆ 操作例:いま選択したAPPL.NO.1に、樹脂バンパー上の塗装測定 of 検量線を設定します。

手順	キ ー 操 作	表 示 部	操 作 の 説 明
①			まず、センサ先端部のゴミ、カップラントをきれいにふき取ってください。
②		 	1分程度待った後に、プローブを空中に向けて  を押します。
③	測定  測定 	   	使用する標準サンプルのうち、最も薄いものを7回以上測定します。 * 測定をせずに  を押すと、測定 of モードに戻ります。このときは手順2までは有効ですが、手順3以降は前の設定がそのまま残ります。
④			
⑤	 		検量線一覧表から使用する検量線を選択して、該当標準サンプル of 設定値を入力します。* 1
⑥			
⑦	測定  測定 	   	使用する標準サンプルのうち二番目に薄いものを7回以上、測定します。 * 測定をせずに  を押すと、測定 of モードに戻ります。このときは手順6までは有効ですが、手順7以降は前の設定がそのままメモリに残ります。

手順	キ ー 操 作	表 示 部	操 作 の 説 明
⑧			
⑨	 		検量線一覧表から使用する検量線を選択して、該当する標準サンプルの設定値をキー入力します。
⑩			
⑪	測定  測定 	   	使用する標準サンプルのうち最も厚いものを7回以上測定します。 * 測定をせずに  を押すと、測定モードに戻ります。このときは手順10までは有効ですが手順11以降は前の設定がそのままメモリに残ります。
⑫			検量線一覧表から使用する検量線を選択して、該当する標準サンプルの設定値をキー入力します。
⑬	 		
⑭			

*1 検量線を作成するための実験を行うときは、検量線作成の欄に記載された設定値を使用してください。

*2 標準サンプルではなく、測定するものと同じ材料、層構造で膜厚が既知のサンプルを使用してキャリブレーションをするときは、その膜厚を入力してください。

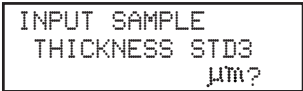
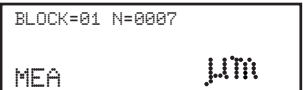
5-6. 検量線のコピー

他のアプリケーションNO.の測定データをコピーすることもできます。

あらかじめ他のアプリケーションNO.でキャリブレーションがされており、そのときと同じ標準サンプルを使用してキャリブレーションを行う場合、プローブを空中に向けて行うMASTER INF測定と標準サンプルの測定を省略することができます。

◆ 操作例：APPL.NO.2のSTD2の測定値をAPPL.NO.1にコピーします。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①	CAL	MASTER INF WIPE THE PROBE CLEAN & PRESS THE ENT	
②	C	MEASURE THE CALIBRATION SAMPLE STD1	MASTER INFの測定を行いません。すでに測定してメモリされているデータを使用します。
③	A.C 2	APPL1 STD1 COPY APPL. 2 CAL -> APPL. 1?	すでに測定されているAPPL.NO2のSTD1の測定値をAPPL.NO.1にコピーします。
④	DATA TRANS ENT	INPUT SAMPLE THICKNESS STD1 μm?	
⑤	A.C 2 LOT 8	INPUT SAMPLE THICKNESS STD1 28μm?	検量線一覧表から使用する検量線を選択して、該当する標準サンプルの設定値をキー入力します。
⑥	DATA TRANS ENT	MEASURE THE CALIBRATION SAMPLE STD2	
⑦	A.C 2	APPL1 STD2 COPY APPL. 2 CAL -> APPL. 1?	すでに測定されているAPPL.NO2のSTD2の測定値をAPPL.NO.1にコピーします。
⑧	DATA TRANS ENT	INPUT SAMPLE THICKNESS STD2 μm?	
⑨	B.R 4 LOT 8	INPUT SAMPLE THICKNESS STD2 48μm?	検量線一覧表から使用する検量線を選択して、該当する標準サンプルの設定値をキー入力します。
⑩	DATA TRANS ENT	MEASURE THE CALIBRATION SAMPLE STD3	
⑪	A.C 2	APPL1 STD3 COPY APPL. 2 CAL -> APPL. 1?	すでに測定されているAPPL.NO2のSTD3の測定値をAPPL.NO.1にコピーします。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
⑫			
⑬	 		検量線一覧表から使用する検量線を選択して、該当する標準サンプルの設定値をキー入力します。
⑭			

*1 キャリブレーションのときの測定値は平均値を表示します。

*2 測定ミスがあった場合は、測定値が突然それまでの値(平均値)から大きく離れます。

このときは  キーを押して、最新の測定値を削除してください。

*3 標準サンプルの設定値入力する場合、間違った数字キーを押したときは、訂正用の  キーを押してから再入力します。

ただし、 キーを押した後では、修正はできませんので、再度  キーを押して、初めからやり直します。

*4 標準サンプルの測定値とキー入力する設定値は、各アプリケーションごとに別々にメモリされますが、MASTER INFのデータは1種類だけが設定可能です。したがって、MASTER INFの測定を行うと、使用しているすべてのアプリケーションNO.のMASTER INFが更新されます。

6. 測 定

6-1. 測定の手順

- (1) 電源スイッチをONにします。
- (2) APPL.NOを選択します。
- (3) キャリブレーションを行います。
- (4) 必要に応じてRANGE設定、側手条件設定を行います。
- (5) 日付、LIMIT設定、ロット番号などのコメントを入力します。

(6) カップラントの塗布

超音波は空気により大きな減衰を受けるため、センサと被膜の間にすきま(空間)があると超音波が著しく減衰して測定が困難となります。そこで、このすきまを埋めるためにカップラントをセンサまたは測定被膜表面に塗布します。

- * 1 カップラントは、必ず付属のソニコートBSをお使いください。



注意

他のカップラントを使用した場合、測定値が異なったり、再現性が劣化することがあります。

- * 2 常温以上では使いやすい粘度ですが、温度が低下すると多少硬くなることがあります。



注意

硬すぎるとセンサと測定する被膜との間に厚いカップラントの膜ができ、測定誤差となる恐れがあります。水を混ぜて流れない程度に軟らかくしてから使用してください。



図-10

- * 3 カップラントの塗布量は図-10に示す程度が適当ですが、多少多めでも問題はありません。特に同一箇所を続けて何回か測定するときは、多めの方がカップラントが確実にセンサと被膜の間に介在して安定して測定できます。

- * 4 カップラントはカップラント容器に移し替えて使用すると、塗布する量の調整が簡単になります。図-11のように、カップラント容器の外ふた、中ふたを外し、容器の中の空気を押し出して(①)から、チューブに入ったソニコートBSを押し出ししながら、カップラント容器に吸い込むように(②)して移し替えます。

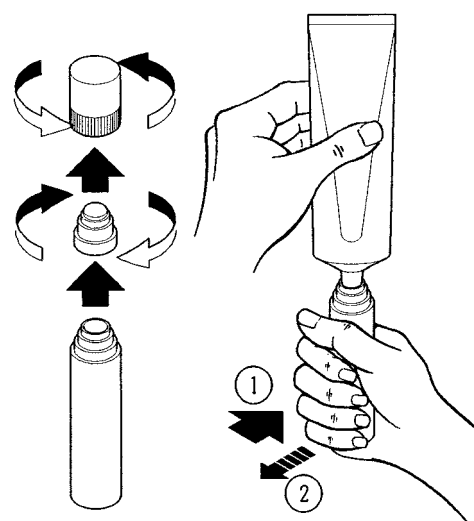


図-11

- *5 センサの先端や標準サンプルに残ったカップラントは、柔らかい布などでふき取ってください。
測定した被膜からカップラントを除去するには、水を含んだティッシュペーパーなどが有効です。
アルコール等の溶剤は決して使用しないでください。
表面の塗膜を溶かしてしまう恐れがあります。



- *6 ソニコートBSは、グリセリン、海面活性剤、増粘剤、水からできており、通常の取り扱いでは危険はありませんが、目に入ったり、飲み込んだ場合は、水で洗い流したうえ医師の診断を受けてください。
手に付着した場合は、十分に洗い流してください。

(7) 測 定

プローブを図-22のように、真上から測定面に押し当てるようにして測定します。



図-22

*1 曲面の測定方法

図-23を参考にして、プローブのスライドベースのVカット部分を曲面に当てるようにして測定します。
スライドベースが指定曲面上を滑って、移動しないように注意してください。

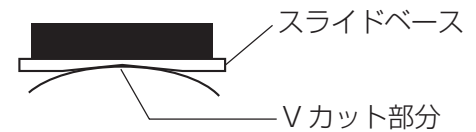


図-23



- *2 プローブは、常に測定面に対して真上から押し当てるようにしてください。(図-24参照)
斜め方向から押し当てたり、押し当てた状態で横滑りさせると、測定誤差が生じることがあります。



- *3 測定の前にはセンサや測定面のゴミ、ホコリを取り除いておいてください。センサと測定面の間にゴミなどが挟み込んでいると、測定誤差の原因となります。
プローブ側も同様に入れます。

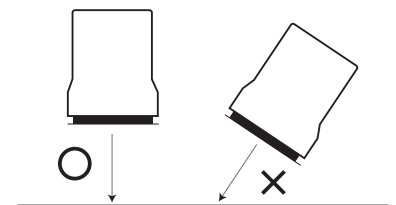
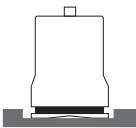


図-24

6-2. 測定値の表示

(1) 通常の測定値

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①	測定 	BLOCK=01 N=0007 MEA 48 μm	

(2) ファンクションモードで層別表示、2層指定がされている場合

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①	測定 	BLOCK=01 N=0007 P1 15 MEA* P2 33 μm	2層目が採用に指定されている場合
②		BLOCK=01 N=0007 MEA 48 μm	総厚が表示されます。
③		BLOCK=01 N=0007 P1 15 MEA* P2 33 μm	

* 上記の例では、P1が最も上の層(表面)、P2がその下の層の膜厚を表示しています。

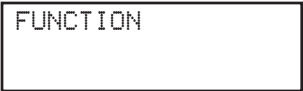
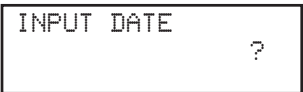
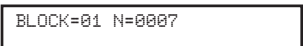
7. ファンクションモード

日付やロット番号、統計結果などを操作するときに、ファンクション・モードを用います。

(1) DATE (デイト・キー)

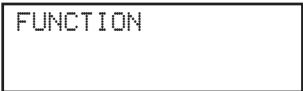
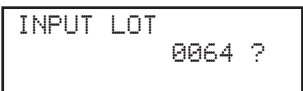
日付をメモリに記憶させるときに使用します。

誤って入力したときは、 キーを押して再度数字を入力します。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			日付を入力します。
③	       		
④		 	

(2) LOT (ロット・キー)

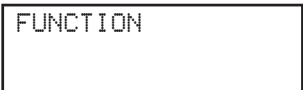
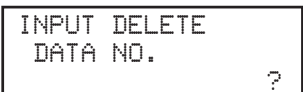
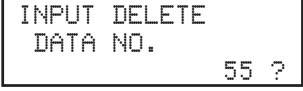
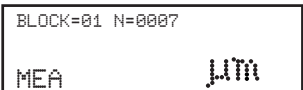
ロット番号をメモリに記憶させるときに使用します。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			ロット番号を入力します。
③	   		
④			

(3) DELETE (デリート・キー)

誤って測定した測定値を統計計算データに入れたくないときに使用します。

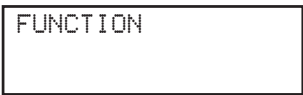
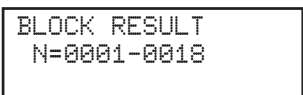
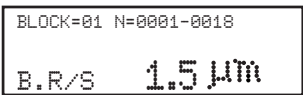
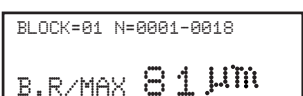
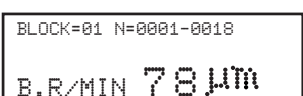
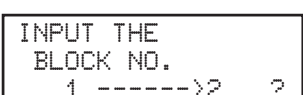
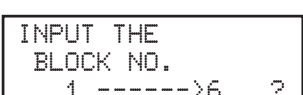
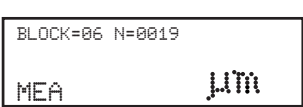
* ここでは、以前に求めたブロック統計計算の変更はできません。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			
③	 		
④			

(4) B.R (ブロック・リザルト・キー)

ブロックごとの統計計算を求めるときに使用します。

* ブロック内の測定データ回数が2回以上でないと、統計計算はできません。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			N=1から18までのデータを計算します。
③			AV(平均)を表示します。
④			S(標準偏差)を表示します。
⑤			MAX(最大値)を表示します。
⑥			MIN(最小値)表示します。
⑦			
⑧			
⑨			

* 次のブロックに移す場合(この例では1から2に移す場合)は、手順⑦から、手順⑧を飛ばして、手順⑨を行います。

統計計算内容

測定回数	N
ブロック番号	BLOCK
平均値	AV
標準偏差	S
最大値	MAX
最小値	MIN

統計計算方法

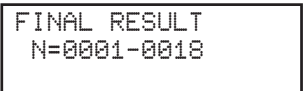
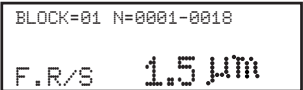
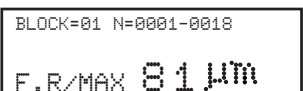
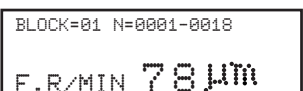
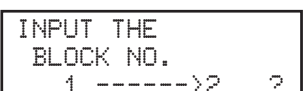
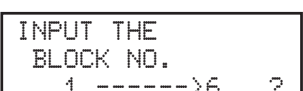
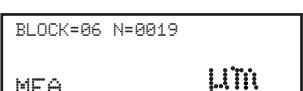
$$AV := \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

$$S := \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (AV - X_i)^2$$

N : 測定回数
Xi : 測定データ

(5) F.R (ファイナル・リザルト・キー)

測定回数N=0001から最終回までの全体の測定データの統計結果を求めるときに使用します。

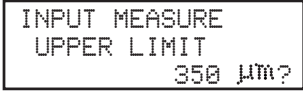
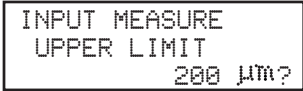
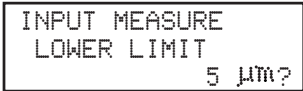
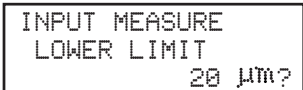
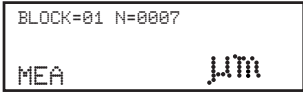
手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			
③			
④			
⑤			
⑥			
⑦			
⑧			
⑨			

* ファイナル・リザルトを求めても、それまでのデータは記憶し続けます。したがって、データ転送によって出力させることができます。

(6) RANGE (レンジ・キー)

測定範囲の上・下限を設定するときに使用します。

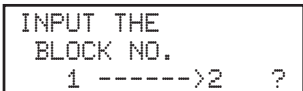
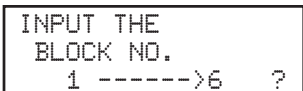
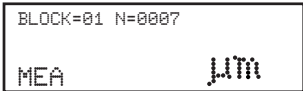
* 設定された範囲外では測定不能となりますが、範囲を狭く設定した方が、測定時間を短くでて、また不要なノイズによる測定を防止できます。最適な範囲を設定してください。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			測定範囲の最大値を入力します。
③	  		
④			測定範囲の最小値を入力します。
⑤	 		
⑥			

(7) B.INC (ブロック・インクリメント・キー)

ブロック番号を変更するときに使用します。

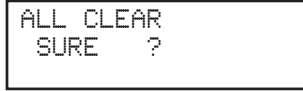
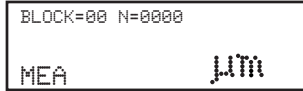
たとえば、ブロック・リザルトを求めずにブロック番号を次のブロックや、任意のブロックへ移動させて測定を続けるときなどに用います。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			
③			
④			

(8) A.C (オール・クリア・キー)

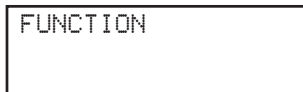
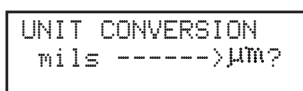
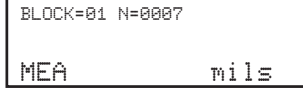
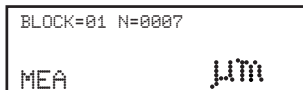
記憶している測定データや、各種コメントをすべて消去するときに使用します。

* 多くのデータやコメントが蓄積され、メモリがすべて使用されてしまうと、“MEMOLY IS FULL”と表示され、測定が不能となります。このときに使用してください。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			
③			

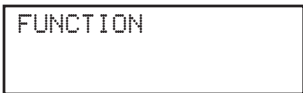
(9) μm/mils (単位変更キー)

単位をμmからmilsに、あるいはmilsからμmに変更するときに使用します。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②		 	milsからμmへ μmからmilsへ
③		 	milsの設定 μmに設定

(10) APPL.NO. (アプリケーション・ナンバー・キー)

キャリブレーション(検量線)を記憶しているナンバーを確認したり、変更するときに使用します。

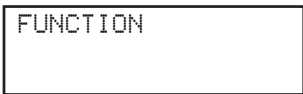
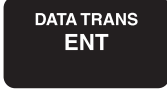
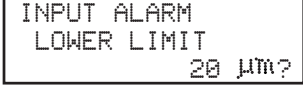
手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			
③			

(11) LIMIT (リミット・キー)

測定膜厚が特定の範囲に収まっているかどうかを判断するときに、この上・下限を設定します。

上・下限範囲から外れた測定データには電子音が鳴り、!マークを表示します。

* RANGEの設定と異なり、設定範囲外でも測定は行います。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			
③	  		リミットの上限值を入力
④			

(12) 測定条件設定キー

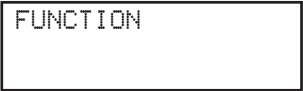
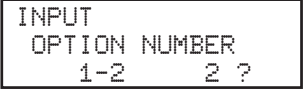
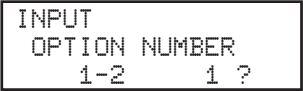
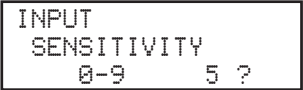
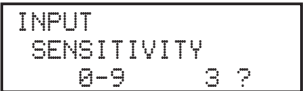
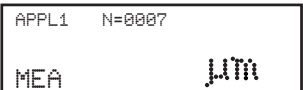
測定の際の内部設定を変更するときに使用します。

設定は、感度設定と層数設定の2種類があります。

＊ 測定対象の性質に合わせて、この機能を使用すると測定対象の材質、構造などにより測定が困難な場合でも、信頼度の高い測定が可能となることがあります。

12-1. 感度の設定

被膜の材質や被膜と下地の境界の状態によって超音波の反射が小さく、通常の設定では測定できないことがあります。この機能を使用すると、小さな反射波でも検出できます。
0～9の範囲で設定し、数字が大きくなるに従って感度が高くなります。

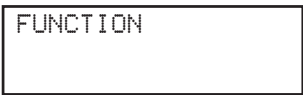
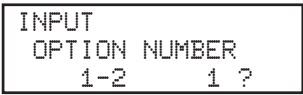
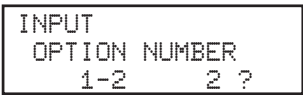
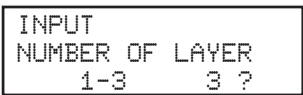
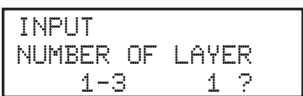
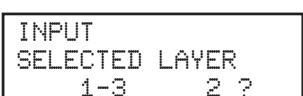
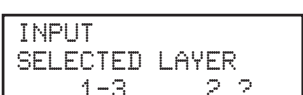
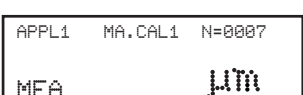
手順	キ ー 操 作	表 示 部	操 作 の 説 明
①			
②			前回、指定されたOPTION NO.が表示されます。 1：感度(しきい値)設定 2：層数設定
③			1：感度(しきい値)設定を選択します。
④			前回、指定した感度(しきい値)が表示されます。
⑤			設定値を入力します。
⑥			



＊ 感度を不用意に高く設定すると、不必要なノイズを検出して、測定しようとする厚さとは関係のない数値が表示されてしまう恐れがあります。測定可能な範囲で、低めの設定をするようにしてください。通常は5程度で使用してください。

12-2. 被膜の層数の設定

通常の設定では、被膜の総厚の測定を行います。いくつかの層が重なって被膜が構成されている場合、それぞれの層の厚さを別々に表示させることができます。

手順	キー操作	表示部	操作の説明
①			
②			前回、指定したOPTION NO.が表示されます。 1:感度(しきい値)設定 2:層数設定
③			2:層数設定を選択します。
④			前回、指定した層数が表示されます。
⑤			設定する層数を入力します。
⑥			
⑦			測定のときにデータをメモリに記憶する層(例では2層目)を指定します。 0を入力すると層厚指定となります。
⑧			

*1 通常は、塗装の層同士の境界からの反射波は、塗装と下地の境界からの反射波に比べて小さいことが多いため、感度を高めに設定しなければ検出できないこともあります。

*2 また、感度を最大に設定しても検出不能であったり、関係のないノイズを検出することもあるため、この機能を利用するときは十分に注意してください。

(13)

DATA TRANS
ENT

DATA TRANS ENT (データ転送エンター・キー)

DATE, LOT, CAL, LIMIT操作で数字を入力するときに押します。

また、B.R, B.INC, AA.Cを用いた後で、次のステップに進むときに押します。

さらに、測定値や統計計算結果、入力された日付、ロット番号などは内部に記憶されており、RS232Cによってコンピュータや専用のプリンタ(オプション)に出力するときに使用します。

手順	キ ー 操 作	表 示 部	操 作 の 説 明
①	FUN	FUNCTION	
②	DATA TRANS ENT	DATA TRANS B.R N=0001-0008 B.R N=0009-0018 B.R N=0019-0025 B.R N=0026-0055 F.R N=55	
③		BLOCK=01 N=0000 MEA µm	

8. 検量線の作り方

ユーザーご自身で検量線を作成することができますので、その手順を説明します。

* ただし、サンプルをカットして顕微鏡などで膜厚測定をする技術、設備などが必要です。

8-1. キャリブレーション

まず、キャリブレーションを行ってください。

設定する検量線は、検量線一覧表の検量線制作
用を使用します。

設定値をそれぞれxs1、xs2、xs3とします。

8-2. 膜厚計による測定

いくつかの膜厚の異なるサンプルを超音波膜厚
計で測定します。(データをXiとします)

層別の測定をする場合は、層別表示の指定をし
て測定してください。(目的とする層[P1～P3
のどれか1層]の測定値をXiとします)

8-3. 顕微鏡による測定

超音波膜厚計で測定した箇所をカットして断面
を露出させます。その断面を、顕微鏡などで測定
し、データYiとします。



注意

* このとき、正確な膜厚を測定するため、断面が
破壊、変形しないように注意してカットします。

8-4. 回帰式

XiとYiで直線回帰します。(図-25)

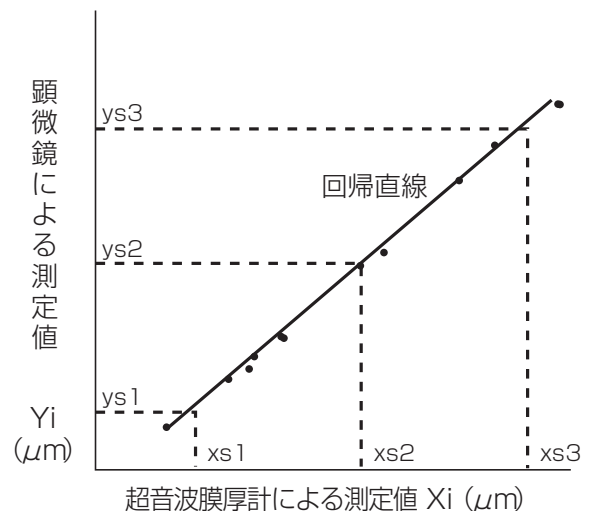


図-25

8-5. 検量線一覧表

xs1、xs2、xs3のそれぞれに相当するys1、
ys2、ys3の値を検量線一覧表に記入します。

表 -1 検量線一覧表

測定対象	キャリブレーションのための設定値(μm)			
	標準サンプルA	標準サンプルB	標準サンプルC	標準サンプルD
検量線作成用 バンパー/ソリッド バンパー/メタリック ・ ・ ・ ・	xs1	xs2	xs3	
検量線作成サンプル	ys1	ys2	ys3	

8-6. 検量線の設定

ys1、ys2、ys3を使ってキャリブレーションを行えば、検量線を膜厚計に設定することができます。

* 層別表示を利用して検量線を作った場合は、測定
のときも層別表示を設定してください。

XiとYiの関係が直線でない場合は、xs1、xs2、
xs3で折れ曲がる折れ線近似で同様なグラフを作ります。

9. RS-232C出力

コンピュータやオプションの専用プリンタに、統計値や測定結果などを出力することができます。

9-1. 出力仕様

データ出力 : RS-232C
 ボーレート : 2400bps
 データビット長 : 8ビット
 パリティ : なし
 XON/OFF : なし

* 専用プリンタに接続するときには、プリンタをこの出力仕様に合わせて設定してください。
 設定方法は、プリンタの取扱説明書を参照してください。

9-2. 出力例

桁数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
26					*		D	A	T	E			O	O	.	O	6	.	2	5						
					*		L	O	P										1	0						
					*		U	.	R	A	N	N	G	E	=		3	0	0		μ		m			
					*		L	.	R	A	N	N	G	E	=				5		μ		m			
					*		U	.	L	I	M	I	T	=			1	1	0		μ	m				
					*		L	.	L	I	M	I	T	=					5		μ	m				
					*		L	A	Y	-	N	U	M	=		1					μ					
					*		L	A	O	-	S	E	L	=		0										
					*		B	L	N	=	O	O	O	1				3	2		μ	m				
									N	=	O	O	O	0	2				3	3		μ	m			
									N	=	O	O	O	0	3				3	3		μ	m			
									N	=	O	O	O	0	4				3	2		μ	m			
									N	=	O	O	O	0	5				3	2	1	μ	m			
					*		B	L	O	C	K		N	=		S	U	L	T							
												A	-			0	0	0	1	5		μ	m			
											M	A	X	=		3	2		0	7		μ	m			
											M	A	X	=				3	3	1		μ	m			
					*		B	L	O	C	K	N	=			1						μ	m			
											N	=	6	!			1	1	7		μ		m			
											N	=	7	!			1	1	7		μ		m			
											N	=	8	!			1	1	6		μ	m				
											N	=	9	!			1	2	0		μ	m				
											N	=	0	!			1	5	8		μ	m				
											N	=	1	!			1	1	6		μ	m				
					*		B	L	O	C	K		R	E	S	U	L	T			μ					
											N	=	-			0	0	0	6	2						
											N	=	1				0	1	E		E	T	E			
											A	-					1	7		μ	m					
											M	A	X	=			1	7		μ	m					
											M	A	X	=			1	2	0		μ	m				
					*		F	I	N	A	L		N	=		S	U	L	T							
											N	=	-			0	0	0	1	2						
											N	=	1				0	1	E		E	T	E			
											A	-					7	8		μ	m					
											M	A	X	=			4	4		3	μ	m				
											M	A	X	=			1	2	0		μ	m				
											M	A	X	=				3	0		μ	m				

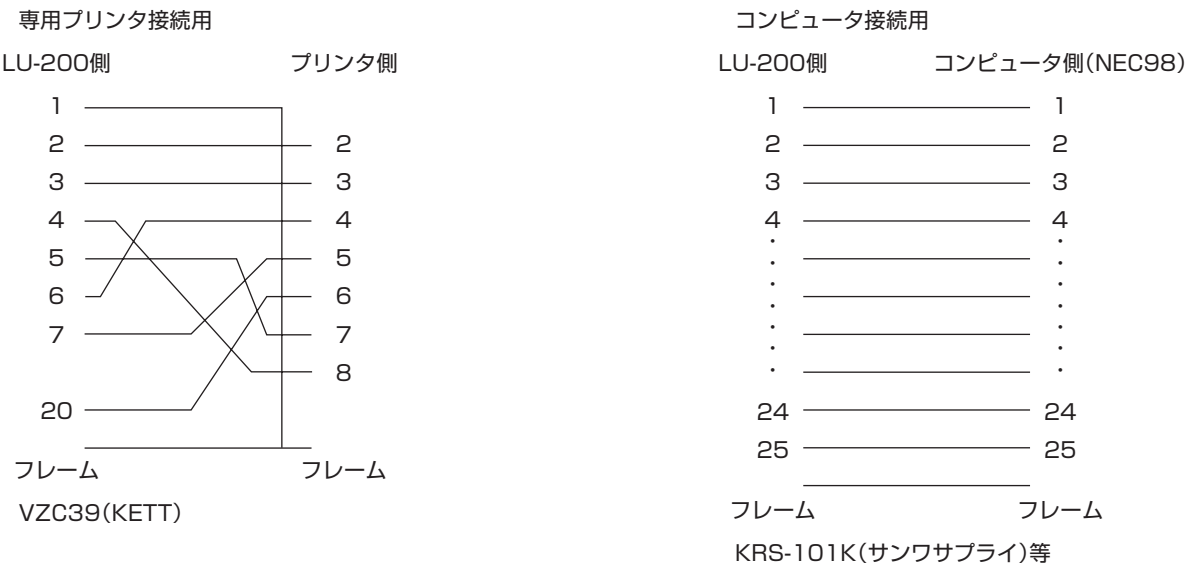
9-3. データコード例

* D A T E O O . O 6 . 2 5
(\$09, \$20, \$20, \$20, \$2A, \$20, \$44, \$41, \$54, \$45, \$20, \$20, \$39, \$37, \$2E, \$31, \$32, \$2E, \$32, \$35, \$0D, \$0A)

* L O T 1 0
(\$09, \$20, \$20, \$20, \$2A, \$20, \$4C, \$4F, \$54, \$20, \$20, \$20, \$20, \$20, \$20, \$20, \$20, \$31, \$30, \$0D, \$0A)

N = O O O 1 3 2 u m
(\$09, \$20, \$20, \$20, \$20, \$20, \$20, \$4E, \$3D, \$30, \$30, \$30, \$31, \$20, \$20, \$20, \$20, \$33, \$32, \$20, \$75, \$6D, 20, \$20 \$0D, \$0A)

9-4. ケーブル結線例



10. 各種測定対象の測定法

10-1. 下地が薄い場合

下地が極端に薄い場合、測定値として“被膜の膜厚+下地の厚さ”が表示されることがあります。以下の2つの方法のいずれかで対処してください。

- (1) ファンクション・モードの“RANGE”設定の最大値を、想定される被膜の厚さの最大よりも多少厚めに設定して測定します。設定値の範囲外の測定値は表示されません。
- (2) 測定しようとする被膜の膜厚の最大値が“被膜の膜厚+下地の厚さ”の最小値より大きい場合は、上記①の方法では測定できないことがあります。
このときは、ファンクション・モードの“被膜の層数の設定”を2に設定してください。測定値はp1に表示されます。

10-2. 下地と被膜の境界があいまいな場合

ABS上の塗装などでは、下地と被膜の境界があいまいとなっているため、超音波の反射が小さく、通常の測定条件では測定できないことがあります。このようなときは、ファンクション・モードの“感度の設定”を使用して測定の感度を上げてください。

10-3. 提供可能な検量線

現在、弊社で提供可能な検量線は次のとおりです。

- (1) ソリッド用検量線
 - ①下地上にプライマー塗装
 - ②下地上にプライマー塗装し、さらにその上にソリッド塗装
- (2) メタリック用検量線
 - ①下地上にプライマー塗装し、さらにその上にメタリック塗装
 - ②下地上にプライマー塗装し、さらにその上にパール塗装
 - ③下地上にプライマー塗装し、さらにその上にメタリック塗装、クリア塗装
 - ④下地上にプライマー塗装し、さらにその上にパール塗装、クリア塗装
- (3) プリント基板用検量線
エポキシ基板上の銅箔の上に施されたレジストの厚さ
- (4) ABS上のアクリルラッカー塗装
グレーの塗装による検量線

* 塗料の種類、塗装方法などにより測定不能であったり、値が合わない可能性もあります。

11. 取り扱い上の注意

11-1. 標準サンプル



標準サンプルは大切に扱ってください。
測定面が傷つくと、正確なキャリブレーション
ができなくなります。

11-2. プローブ



プローブのスライドベースは、いつもきれいに
しておいてください。

スライドベースの動きが悪くなると、再現性が
劣化することがあります。

このような場合は、スライド部にカップラント
が進入していることが考えられます。

図-26の要領で分解し、きれいに掃除してくだ
さい。



* 他の部分は分解しないでください。故障の原因になります。

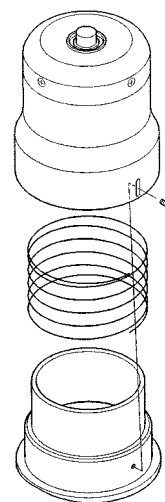


図-26

11-3. センサ



センサの先端を傷つけないようにしてください。
測定精度が低下する原因になります。

製品の保証とアフターサービス

■ 保証書

この製品には保証書がついています。保証書は当社がお客さまに、保証書に記載する保証期間内において、また記載する条件内での無償サービスをお約束するものです。記載内容をご確認のうえ、大切に保管してください。

■ 損害に対する責任

この製品(内蔵するソフトウェア、データを含む)の使用、または使用不可能により、お客さまに生じた損害(利益損失、物的損失、業務停止、情報損失など、あらゆる有形無形の損失)について、当社は一切の責任を負わないものとします。また、いかなる場合でも、当社が負担する損害賠償額は、お客さまがお支払いになった、この商品の代価相当額を上限とします。

■ 定期点検

この製品の性能を確認し維持するために、定期的な点検を受けられることを推奨いたします。製品の使用頻度により異なりますが、年1回程度を目安とすると良いでしょう。点検は本製品をお求めになった販売店、または当社へお問い合わせください。

■ 修理

「故障?」と思われる症状のときは、この取扱説明書に記載されている関連事項や、電源・接続・操作などを再度お確かめください。それでもなお改善されないときは、本製品をお求めになった販売店、または当社へご連絡ください。

■ 校正証明書

当社の製品はISO 9001、品質マネジメントシステムに準拠して製作されています。お客さまのご要望によって校正証明書の発行が可能です。製品の種類、状態によっては不可能な場合があります。本製品の校正証明書発行については、お求めになった販売店、または当社へお問い合わせください。

Kett

株式会社ケツト科学研究所

東京本社	東京都大田区南馬込1-8-1	〒143-8507	TEL(03)3776-1111	FAX(03)3772-3001	
大阪支店	大阪市東淀川区東中島4-4-10	〒533-0033	TEL(06)6323-4581	FAX(06)6323-4585	
札幌営業所	札幌市西区八軒一条西3-1-1	〒063-0841	TEL(011)611-9441	FAX(011)631-9866	
仙台営業所	仙台市青葉区二日町2-15	二日町鹿島ビル	〒980-0802	TEL(022)215-6806	FAX(022)215-6809
名古屋営業所	名古屋市中村区名駅5-6-18	伊原ビル	〒450-0002	TEL(052)551-2629	FAX(052)561-5677
九州営業所	佐賀県鳥栖市布津原町14-1	布津原ビル	〒841-0053	TEL(0942)84-9011	FAX(0942)84-9012

●URL <http://www.kett.co.jp/> ●E-mail sales@kett.co.jp