

ストランドゲージとアドミッタンスゲージの比較

	ストランドゲージ	アドミッタンスゲージ
表示	アナログ	デジタル
読取	針の読み取りに個人差や転記ミスが出やすい。	Auto ホールドのため読み取り誤差がない、またデータを Excel に直接保存するため転記ミスがない。
分解能	対数目盛の為表示が難しい。	小数点 μm or g/m^2 : 0.01 と 0.1 の切替 mg/dm^2 : 0.1
測定単位	g/m^2 標準板が mg/dm^2 の時は、 $\times 0.1$ にして読み取り時に $\times 10$ にする。	μm or g/m^2 と mg/dm^2 の3種類直読。
本体校正	ゼロ/ボリューム、スパン/バリコン。	回路が安定しているので必要なし。
標準板校正	1点校正をフィルムセレクトースイッチの選択をする。セレクトースイッチが1~12段階しかなく、1~30ないとアナログのメーターであっても、1点校正がぴったりと合わない。 原理的には、1点の標準板で校正すると、2点目の標準板の校正をしなくても数値は一致するはずだが、実際は一致しない。 2~3点目の校正する機能がない。	原理的には、1点の標準板で校正すると、2点目の標準板の校正をしなくても、数値は一致するはずだが、実際は一致しないので、最大10点のリニアライズ校正が可能。 分解能と同じ単位の校正を、CPU演算補正するため精度が非常に高い。
塗膜種類補正	フィルムセレクトースイッチ選択。	塗膜の種類別に最大20チャンネル保存、読み込みができる。
試験片測定	アナログため、見かけ上は塗膜が均一に塗布されているように見える。	0.01 μm or g/m^2 と分解能が高いため、測定値の変動が大きく感じる。分解能を0.1 μm or g/m^2 に切替ると、ほとんど感じない。

ストランドゲージとアドミッタンスゲージの、測定値が一致しない場合は、別紙試料を参考にして一致しない原因を検討してください。

ストランドゲージについて

ストランドゲージを、塗膜標準板を用いて校正をしておられると思います。フィルムセクター番号のゼロ調整と CAL 調整後、標準板を測定して、数値と目盛が近似するフィルムセクター番号で 1 点校正後に測定をしておられると思います。近似しない場合、どのように補正されておられますか。

ストランドゲージの単位は、Grams per Sq Meter で、1 m²平方メートルあたりの重さ、記号として g/m² と表します。

標準板を $\mu\text{m org/m}^2$ の測定では直読できますが、標準板に mg/dm^2 を使用の時は、単位合わせが必要です。 $\text{g/m}^2 : (1\text{g}/1\text{m} \times 1\text{m})$ 、 $\text{mg/dm}^2 : (0.001\text{g} / 0.1\text{m} \times 0.1\text{m} = 0.001\text{g} / 0.01\text{m}^2 = 0.1)$

セクター番号で標準板の数値がぴったり合ったと仮定して、例えば、標準板 20 mg/dm^2 を g/m^2 目盛で測定すると、 20×0.1 の 2 の目盛を見て、読み取り時に数値を 2×10 の 20 mg/dm^2 にして単位を合わせます。測定値 $\times 0.1$ にして読み取るために分解能に着目してください。

また、ストランドゲージのゼロと CAL は本体の調整であって、標準板を校正する機能ではありません。ストランドゲージの特性を詳細に調査すると、フィルムセクター番号は、ステップ状に誘電率 ϵ_r の可変ができ、セクター番号 1 は誘電率 約 3、セクター番号 12 は、誘電率 約 6 に相当し、12 分割されているので、1 セクター番号当たり「 $\epsilon_r 0.25$ 」の可変となります。容量対膜厚の関係は平行移動(表 1、容量対膜厚の $\epsilon_r 3 \sim 6$ 、参照)となりますが、標準板と目盛が一致することはほとんどなく、近似値の測定となります。

このことは、ストランドゲージの取説 (P. 5/5 文末)からも、標準板の数値に近似するセクター番号を選択する記載と一致します。

ストランドゲージのセクター番号 6 は、アドミッタンスゲージの基本特性の誘電率 $\epsilon_r 4.525$ に相当します。仮に、 $\epsilon_r 4.525$ で誤差ゼロの基準コンデンサー 560pF の膜厚は、1 式より $2780.4357/560\text{pF} \doteq 5.0 \text{ g/m}^2$ になり、これを 5.1 g/m^2 に補正すると、2 式より、誘電率 $\epsilon_r 4.616$ となり、その差は 0.091 となります。

誘電率「 $\epsilon_r 0.1$ 」ステップの可変が必要となり、「セクター番号は 1~30」ないと標準板の数値にぴったりと合わないこととなります。

正規の校正方法ではありませんが、実用的な標準板 1 枚の校正方法として、フィルムセクター番号のゼロと CAL 調整後、標準板の数値と目盛が近似する、フィルムセクター番号を選択します。微調整は、フィルムセクター番号のキャリブレーション・アジャストで微調整する方法が考えられます。

原理的には、同一塗膜の標準板であれば、この方法で 2 枚目、3 枚目の標準板の数値と目盛が一致するはずですが、実際には、容量対膜厚の関係表(表 1、参照)の傾斜が立ち上がっておるようです。

同一塗膜で膜厚の異なる標準板 2 枚の場合は、フィルムセクター番号を選択後、薄い膜厚の感度が高いので、最初にフィルムセクター番号のキャリブレーション・アジャストで微調整をします。

2枚目は校正する機能がないので、標準板の数値と目盛が一致しているか、一致していない場合はどの程度の誤差があるか確認し補正方法を検討します。

同様に同一塗膜で膜厚の異なる標準板3枚目まで確認できれば理想的です。

直線性が悪い場合、プローブ・リード線の長さは、赤のプローブ側 800mm、黒のアース側 600mmが正規の長さです。特に赤のリード線が長いと浮遊容量が増加し直線性が悪くなります(要確認)。

まとめ、

ストランドゲージでは、下記の問題点があります。

- ① 標準板 mg/dm^2 単位の校正で、測定単位の勘違いによる問題。
- ② 標準板の数値に補正する機能がない。
- ③ データー安定までに時間を要し、読み取りタイミング(針の静止位置の先読み)を対数目盛のアナログメーターの針の振れ幅を目視で読み取るため、読み取りに個人差が出やすくなる傾向があります。

ストランドゲージとアドミッタンスゲージの、測定誤差がある場合は、上記事項を参考に相關関係を検討してください。

アドミッタンスゲージについて

アドミッタンスゲージは、ストランドゲージをコンセプトモデルとして高性能、高機能でリニアリティが優れた膜厚計を提供するために、32年前にデジタル化しました。

従来の膜厚計はストランドゲージと同じ測定単位の g/m^2 (or μm) でした、そのため mg/dm^2 の標準板校正には、例えば $57 \text{ mg}/\text{dm}^2$ の標準板を測定すると、 $\times 0.1$ の 5.4 を表示したとします。

校正機能で 5.7 に補正して、測定値を $\times 10$ 倍の $57 \text{ mg}/\text{dm}^2$ と読み取り、数値と単位を補正する。

mg/dm^2 単位の同一塗膜で膜厚の異なる、標準板2枚以上の場合も、同様な操作を繰り返しリニアライズ補正しておりました。

フルモデルチェンジ後の Model 278Ed (2023. 4月より発売)は、

パソコンと接続しないと使用できないが、従来の μm (0.001mm) と g/m^2 ($1\text{g}/1\text{m} \times 1\text{m}$)、の他に新たに mg/dm^2 単位を追加して mg/dm^2 も直読でき、測定値を Excel へ直接入力できるようにしました。

従来と同じ機能を引き継ぎ、塗膜種類の専用登録チャンネル CH を 9 から 20 に増加し、その機能としては、

- ① 基本特性の ϵ_r 4.525 は、リニアライズ*1補正はできないモード。Auto*2 / Free*3 測定値をデジタル・ホールド表示と Excel に自動入力する。

この CH は、出荷前の試験成績書の作成や、未校正で試し測定や、クレーム対策用 CH で試験片を確認するモードです。

- ② 標準板校正しないと測定できないモード。測定原理より塗膜の種類により誘電率が異なるので、塗膜の種類に応じて、1~20 CH に分類し、1 CH に付き 10 枚までの標準板を、0.01 μm or g/m^2 、0.1 mg/dm^2 単位のリニアライズ補正の登録ができる。Auto 測定の場合は測定データーを、デジタル・ホールド表示と Excel に自動入力する。

*1 リニアライズ：2 点間の 1 次式を $y = ax + b$ の式を用い、10 枚の標準板の折れ線で補正します。

Auto*2：トリガー電圧と立ち上がり時間を初期設定すると、一定のタイミングで自動的にデーターをホールドおよび Excel に自動入力するため、個人差がなくなる (Free 測定は、Excel 手動入力)。

Free*3：ストランドゲージと同じ測定法で、プローブに試験片を導電性ゴム電極で押し付けている間、膜厚値を表示する。また導電性ゴムをスプリングの押し付け圧力により、データー安定までに時間を要し、読み取りタイミングに個人差が出やすくなる。Excel には手動入力。

参考数式 μm or $\text{g}/\text{m}^2 = \epsilon_r \times \epsilon_0 \times S / \text{pF}$ (1 式)

ϵ_r ：塗膜の比誘電率 4.525*4 *4 アドミッタンスゲージの基本特性 (ストランドゲージ

ϵ_0 ：真空中の誘電率 8.854184 のフィルムセレクトター番号 6)

S：電極面積 $\phi 9.4\text{mm} = 69.3978 \text{mm}^2$

pF：測定容量

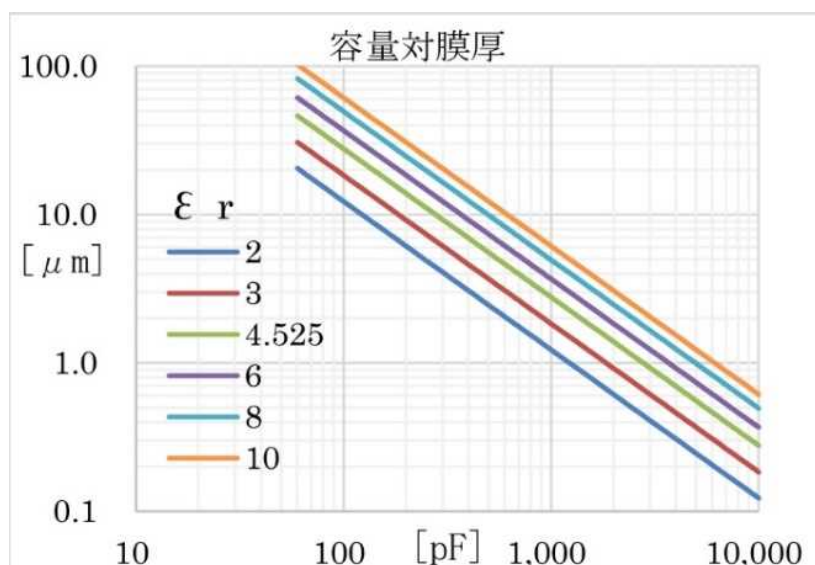
逆算 $\epsilon_r = \text{STD} / ((S \times \epsilon_0) / (K / \mu\text{m}))$ (2 式)

STD：設定値

$K = \epsilon_r \times \epsilon_0 \times S = 2780.4357$

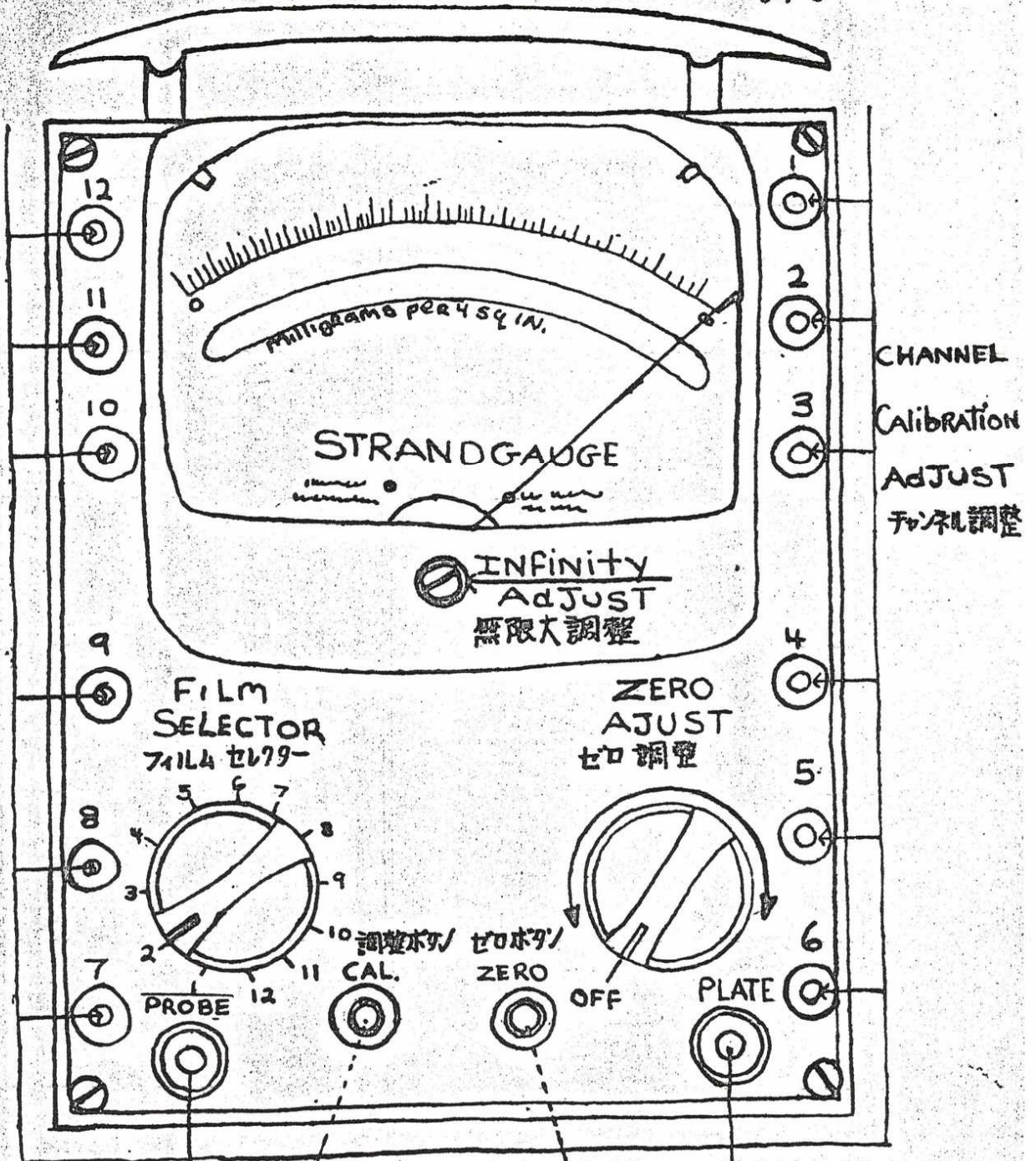
μm ：測定値

電極 $\phi 9.4\text{mm}$ の誘電率を 2~10 の容量対膜厚の関係 (表 1)



ストランドゲージ取説

50/60 Hz



CHANNEL
Calibration
ADJUST
チャンネル調整

プローブ接続
(赤)

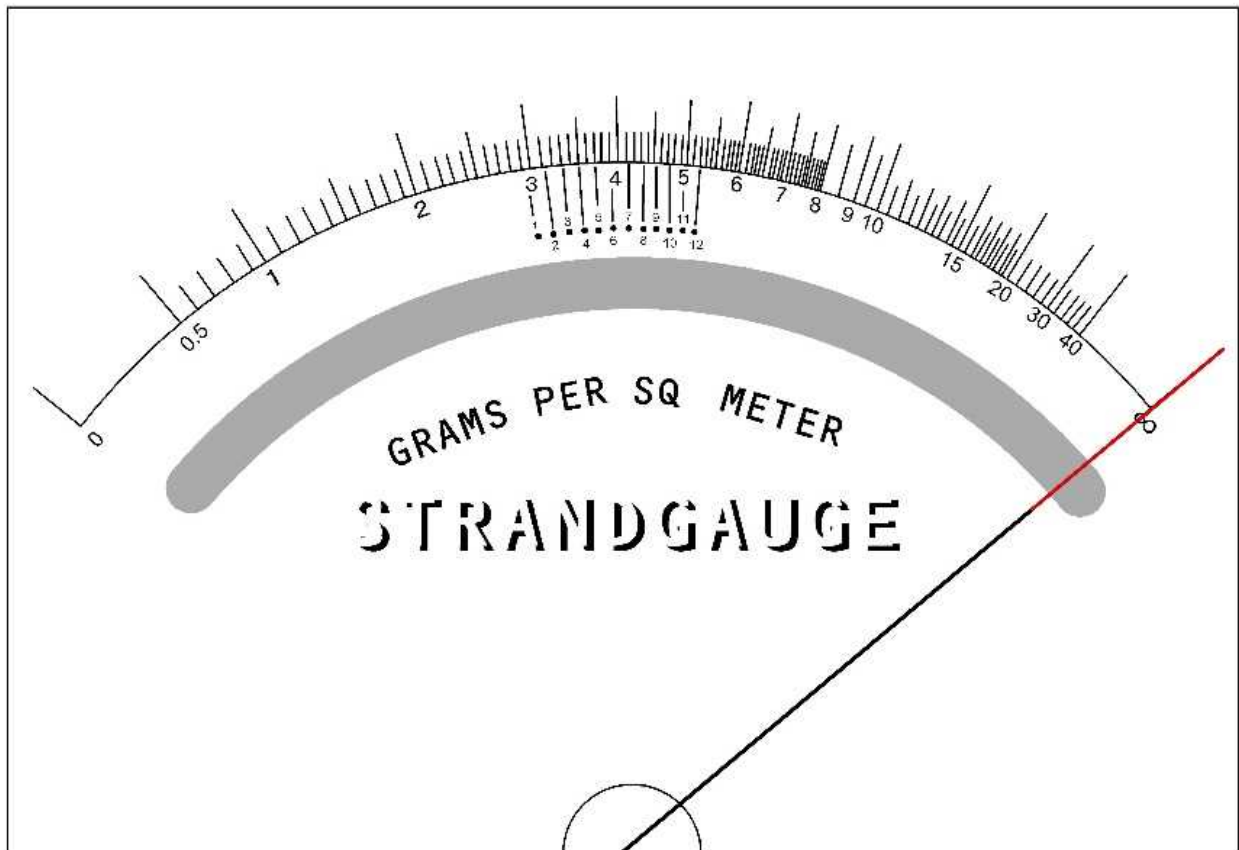
アース線接続
(黒)

本 体

調整ボタ/を押しながら、指針が
フィルムセレクタで置いた点と一致するか確認する

ゼロボタ/を押しながら、ゼロ調整ツミキで
ゼロ合わせ

Bal Signal
13



2. 測定原理

本装置は、電導性金属上のフィルム及び塗膜等を一定の圧力下(約5Kg)で、特殊導電性のゴム(10mm径)を密着させ、フィルムまたは塗膜と電導性金属間との電導度を電気特性に変換してgrams Per Square meter(milli grams Per Square inch)にて表示するものです。

測定皮膜の比重に対する補正は、フィルムセクター(1~12)のレンジ切替をする事によって補正出来ます。

フィルムセクターの決め方は、先ず目標の重量に近い均一に塗布されたシートを選びこのシートから3つの円板を切りとります。そして次に重量法等で3つの円板のフィルム重量を測定し、スランドゲージで三角形の中心部のフィルム重量を測定し、3つの円板の平均値に最も近い値を示すセクター番号を選びます。

