誘電率法による繊維中の含水率測定の方法* 安定なる一方法*

藤 田 広 一**

荒 井 溪 吉

1. 含水率計の困難さ

紙や布等の繊維品中水分を製造工程中において連続的に測定することの重要さは、今ここに繰返すまでもないことである。この連続的な測定法に電気的方法が用いられることも、又それらには抵抗法誘電率法等のあることも周知のことであり、その原理についてはここで省略する。

何れにしても、原理的には比較的やさしく、簡単に実現出来るように思われるが、案外に難しい問題を含んでいる。

その第1は紙、布等の被測定物に含まれる物質の電気的性質が異なった場合、それぞれに対して固有の抵抗なり誘電率を有し、従って種々の違った被測定物に対しては測定値が異なり、それらに共通の目盛を得ることが難しい点である。

第2には、布、紙の厚さが含水率の指示に影響することである。電気的方法では大体厚い繊維は同じ含水率の薄い繊維よりも湿っているように測定され勝ちである。

第3に最も難しい点は安定度である。塵埃が多い上に振動がはげしく、湿気を含んだ場所で連続長時間使用しても指示の変らぬことは予想以上に困難なるものである。高感度のものが要求されるときも、感度が上るにつれてそれだけ安定するのが難しくなってくる。その他にも種々の難しい点もあろうし、又以上のことの解決法としても例えば厚さの補償法や、種々の違った繊維に対する較正法等いろいろ重要な問題もあるが、ここでは暫く考えずに安定度に注目して見よう。

2. 測定回路の安定性

安定に測定するためには、部品材料が温度、湿度、時間等により変化しないものを選ぶこと、機械的に丈夫なものを作ること等の必要なのは勿論であるが、電気回路としても安定なるものを選ぶなければならない。

誘電率法は、試料の水分変化による誘電率の変化を静電容量の変化に置きかえて検出するが、それには例えば静電容量の変化を発振器の周波数の変化になおし、それを波長計やQの高い同調回路等により電圧変化になおす方法、周波数を一定にしておいて、変化する静電容量を素子とする同調回路、Bridge回路等の回路網の濾波特性の変化により電圧変化になおして検出する方法等が考えられる。その他にも実に多種多様の方法が発表されているが感度は同じ程度のように思われ優劣は決め難いが、これらは何れも電源電圧の変化に敏感で、電源は厳密に一定に保たなければならない。そのためには従来も既に試みられ実行されているように電源安定回路を一段又は二、三段並用しなければならない。ここで述べる方法は測定回路自身が原理的に電源電圧に対して安定で、且つ非常に簡単なる回路であり、この点で有利であろうと思われる。

3. 原 理

第1図の如く二つの同じような発振器を相互インダクタンス等で結合すると、ある条件では引張り合つて周波数は一つになる。そのとき一つの発振器の主静電容量を変えて行くと同期ははずれて二つの発振器は、別々の周波数となる。この主静電容量の変化に対する同期範囲は、二つの発振器の結合が減じると狭くなる。しかしそ

二つの発振器を小さい相互インダクタンスで結合する

(第 1 図)

* A Stable Estimation of the Moisture Regain of Fibers by the Measurement of Their Dielectric Constants.

** H. Fujita, K. Arai, Member. 慶応義塾大学工学部

の間に二つの電圧の位相差 θ は結合の大小にかかわらず大体 π の範囲を変える。(第2図参照) この θ を第3図の如くベクトルの差の電圧として読むと容量計として使用出来る。ベクトルの差の電圧は鉱石 IN 34 を用いて整流し μA メータで読んだ。結合用相互インダクタンスは発振器の I のボビンに数回巻いたものを結んだ。使用周波数は大体 1 MC である。細かい点では必ずしも最良

相互インダクタンスを I, II, III と次第に増加したときの発振器主静電容量ダイヤル目盛と二つの発振器の位相差との関係。ダイヤル目盛で同期の範囲は違っているが位相差の方は殆んど一定の範囲である

(第 2 図)

(第 3 図)

発振器 I の電圧 E_1 と発振器 II の電圧 E_2 に θ の位相差のあるときは、ベクトルの差電圧 v が θ の函数として定まる

回路図
(第 4 図)

とは思えず改良の余地があろうが、大体の回路図は第4図に示す。調整上注意すべき点を列記すると

1. 二つの発振器は別々に大体同じ周波数、同じ振巾になるように調整してから動作させること。
2. 二つの発振器は自然の状態では浮遊容量等で逆相に同期しやすい。同相に同期するように結合用コイルの向きを決めなければならない。これはブラウン管でリサージュを画かして見ると直ちに分る。
3. メータの感度は2段に切換えて調整時には感度をさげ、同期が取れたら感度を上げて使用する。十分良く調節してあってもメータの感度を上げたままではスイッチを入れたとき暫くは同期しないからメータは振り切れてしまう。

4. 特 長

感度の調節

感度の調節は二つの発振器の結合用の相互インダクタンスの大小で任意に加減出来る。相互インダクタンスの大きくなるときは感度は低くなる。例を第5図に示す。勿論測定極板を高インピーダンスで結んでも感度は下がるが安定度は良くならない。

結合インダクタンスを I, II, III, IV と増加すると感度は悪くなる。縦軸は μA メータの振れ、横軸は静電容量の変化

(第 5 図)

電源電圧の変動に対する安定性

電源電圧が変動したとき、それにつれて周波数や振巾は当然変化するが、両方大体同じように変わるので、その差電圧への影響は非常に少ない。第6図で分るように電源電圧を 100~60V まで変化しても単位容量変化当り

電源電圧を変化したときの、静電容量と μA メータの振れの関係。60V位まで下っても静電容量の変化の少ないときは大した誤差はない。

(第 6 図)

の電圧変化は少ない。特に0点に近い範囲では殆んど無い位である。零点 ($\theta=0$) のずれも第7図に示す如く殆んど認められない。

電源電圧の変化と零点のずれ。80V位までは殆んど無視出来る。それ以下でも 0.5 pf 以下である

(第 7 図)

5. 後 記

不完全な研究報告で未だ検討改良すべき問題を多く残しているが、御参考になれば幸と考えて、敢て発表した次第である。現場において行った実験は整理中であり、未だ補正すべき実験も余っているので、次の機会に発表させて頂く予定である。今後共諸賢の御教示を願えれば幸である。

なお、この研究に常に協力された当学鈴木恵君に深く感謝する。

編 織 学 会

化 繊 便 覧

化繊便覧編集委員

(委員長) 厚木勝基 (副委員長) 内田豊作
(一般委員) 井戸川春三・櫻田一郎・祖父江寛
(編集幹事) 石川章一

I. 基礎編	(編集担当)	成田時治
	(〃幹事)	立石秋男
II. 製造編	(編集担当)	高木竹男
	(〃幹事)	荒井溪吉
III. 紡績編	(編集担当)	藪田井三
	(〃幹事)	荒井溪吉
IV. 編織編	(編集担当)	内田豊作
	(〃幹事)	石川章一
V. 染色加工編	(編集担当)	古石千章
	(〃幹事)	沢川久一
VI. 試験及び検査編	(編集担当)	大幡秋男
	(〃幹事)	立石秋男
VII. 工場管理編	(編集担当)	坂上恒次郎
	(〃幹事)	荒井溪吉

<推薦のことば> 厚木勝基

化繊便覧は化学繊維の歴史、製法、性質、加工、応用、試験法及びその他あらゆる事項について、124名に及ぶ化学繊維の専門家が緊密な連絡のもとに、それぞれ蘊蓄を傾けて論述したものであって化学繊維の研究者及び作業家に対しては有益な資料を提供し、化学繊維に関心を持つ一般世人に対しては化学繊維の本態を解説し明示するものである。「化繊便覧」は化学繊維の最高最善の宝典といってよい。化学繊維に関係ある人びと、関心を持つ人びとには本書を備うべきであると、あえて進言する次第である。

A 5 判 850 頁

定価 ¥1500. 総装革 ¥1900. 送料各 ¥70

— 内容見本送呈 —

東京日本橋 丸 善