

電子装置を應用した検査機

塩野義製薬KK研究所*

伯田 宏

1 緒 言

近年電子工学の急速な進歩にともない、あらゆる分野に電子工学の進出が見られる様になった。それにともなつて従来は殆んど想像もされなかつた様な種々の新しい分野が開拓されつつある現状で、この事は如何なる工業もあらゆる専門分野の技術の協力がなくては進歩し得ないであろう近代工業の一つの面を如実に物語つてゐるものと考えらる。

ここで標題の如き検査機について述べる前に若干検査ということに関して考えて見よう。詳しく述べる迄もなく如何なる工業に於いても製品（場合によつては原料や半製品も）の検査は正確に行われることが必要で、この検査の不完全な場合は直接製品の品質に影響を及ぼすことは明らかである。所が現在迄の所、特殊な場合を除いては一般に之を検査員（検査員として特別に訓練されてゐる場合が多い）の肉眼に頼らざるを得ない状態であつた。この様な状態から当然起る事柄は、検査員各々についての個人差や又一個の検査員についての検査時の肉体的及び精神的状態、更に広く環境の変化による影響であつて、之が製品の品質に及ぼす影響は極めて複雑であり到底之を正確に解析することは出来ない。この様な種々の難点を解決するには検査の機械化を行うより他はなく、現在各工業に於いて品質管理が叫ばれてゐる折から、この問題に大きな注目が払われてゐることは又当然である。

この様な見地から従来肉眼で検査されてゐた二三の例に就いて光電管を利用した比較的新しい検査方法を紹介する。

2 ビール検査機

(An Electronic Beer-Inspection Machine) (1)

ビール或いは清涼飲料水等に於て、内部に混入する異物や塵埃を電子工学的に検査するもので、1952年 R.C.A (Engineering Product Div. of the Radio Corporation of America) に於て完成された。

ビール瓶などの外側に附着した塵埃や又

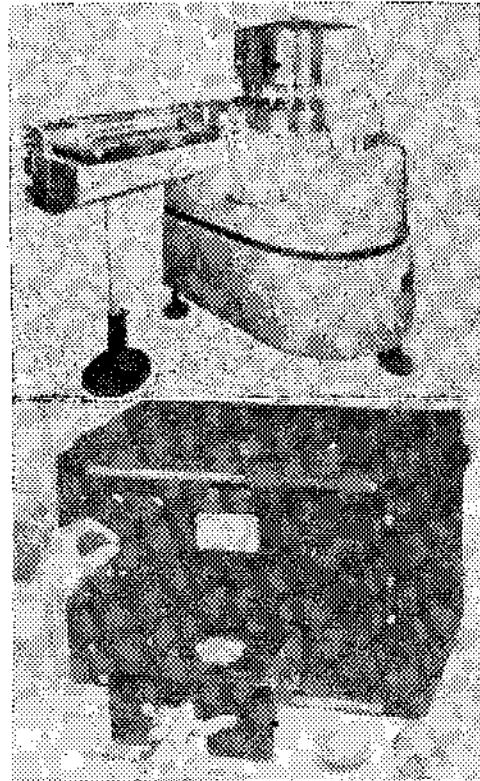
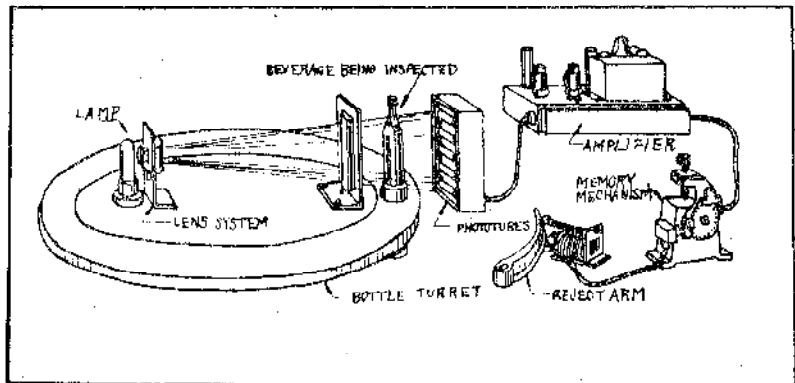


写真 上はビール検査機
下はトマト選別機

ガラス壁の傷などに無関係に、内部に混入する異物のみを検査するために次の様な特殊な方法がとられてゐる。

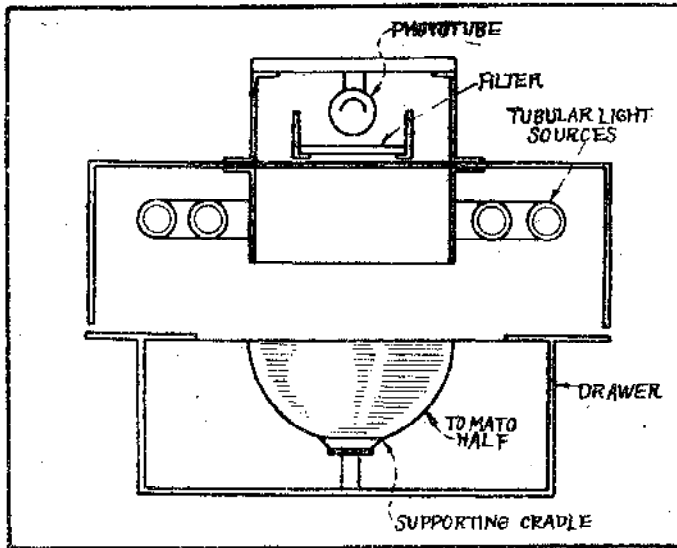
コンベアによつて運ばれて来る瓶は途中で回転装置により一定速度に回転される。そして之が光源と光電管の置かれた場所に来た時、急激にその回転を止める。この



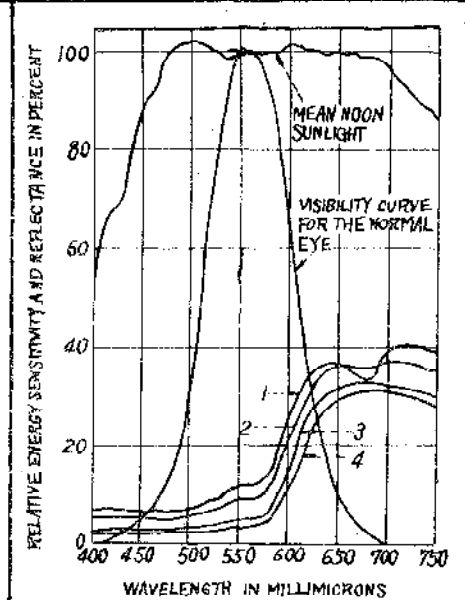
第 2.1 図

* 尼崎市今福 1 9 2

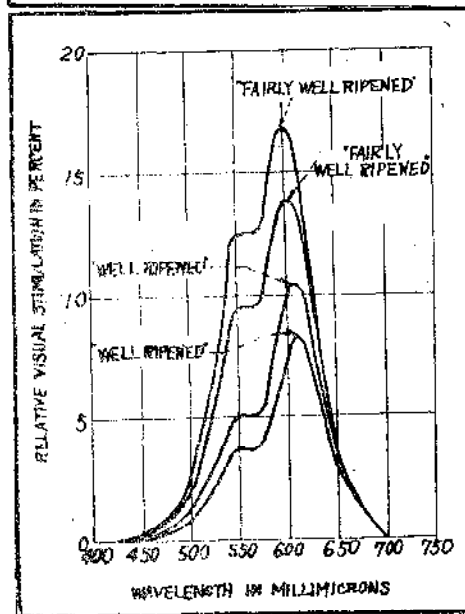
第3.1図



第3.2図



第3.3図



場合、内部の液は慣性で暫らくの間は回転を続けて居り、若し液中に異物や塵埃があれば散乱光は一定の周期

(厳密には液の回転の減衰を考えて一定ではない)で変動する。従つてその変動分のみを取出す様な電気回路にして置けば外側に附着した塵埃などに無関係に内部の異物のみを検査することが出来る。

Fig 2.1 に於て散乱光は光電管によつて受けられ、交流増巾器により光電流のなかの変動分のみが取出され増巾される。そして若し異物が混入していると増巾器の出力が次の記憶装置を動作させ適当な時間後に除去部の reject arm を動かす。即ち上記の不良品が除去部迄来た時、reject arm により自動的に他の径路に分離される様に記憶装置のタイミングが調整されてゐる。良品はコンベアで次の工程に送られ、レーベルをはられて製品となる。本機の心臓部は光電管部であつて瓶の全長にわたつて検査するために光電管を10個箇の様に積み重ねて用いてゐる。なお瓶を回転した際に瓶の頸部即ち液面近くに多数の気泡が発生するので、これらの気泡による誤動作を避けるために瓶の頸部は適当に遮光をほどこしてある。

本機の感度はセロファンやガラスの小片でも充分感知出来る程度と言われてゐるが、必要に応じて感度は任意に変える事が出来、検査を厳密にも又ゆるやかにも行うことが出来る。なお本機のスピードは60~150bottle/minである。

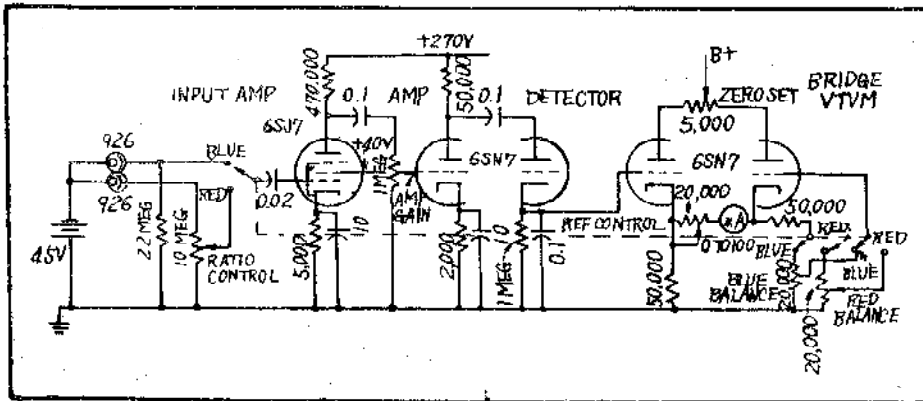
上記の方法は製薬工場に於ける注射薬アンプルの検査に応用出来るが、筆者は数年前よりこの研究に着手し興味ある結果を得てをり、之に就いては別の機会に報告したいと考える。

3 トマト選別機

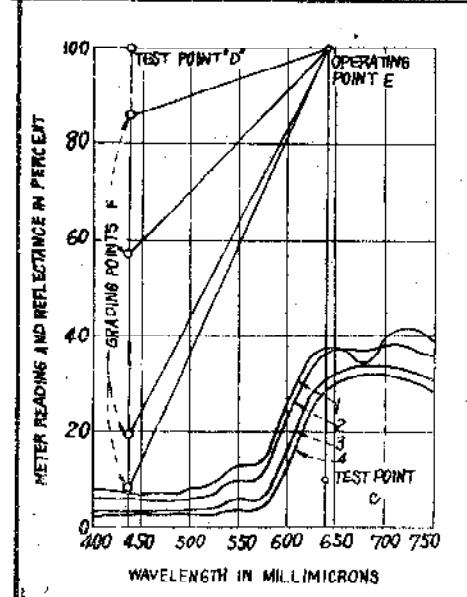
(Tomato Classification by Spectrophotometry)⁽²⁾

トマトが農場より罐詰工場に運ばれて来ると、ここで種々の検査が行われる。そしてその一つにトマトの色についての検査がある。従来はこの検査は random sampling されたトマトと標準として作られた天然色写真とを比較して、適当な色づきのものとなつてないものとに分類した。この場合検査員としては特に色の比較に熟練したものが選ばれ、又肉眼の疲労やその他環境の影響などに対して細心の注意が払われてい

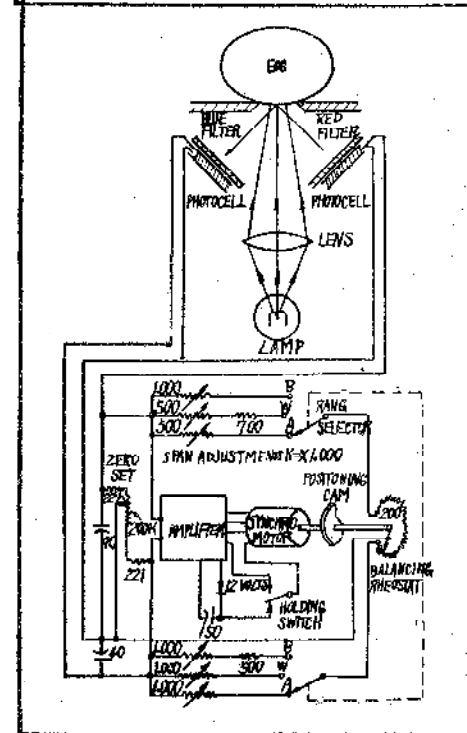
第3.4図



第3.5図



第4.1図



るが、しかし微妙な色の比較などの場合には必ずしも正確に行われていたとは限らないし、又検査員各個についての個人差などの点に関しても之を無くすることは不

可能であつた。この様な難点を解決するために研究されたものが本機(Agtron)である。この装置は種々の試験の結果優れた性能を有してをり現在カリフォルニアに於て実用されてゐる。実際の使用に当つては凡てを本機で

選別する訳でなく、やはり肉眼で上述の如く行うが微妙な色の比較などで選別困難の場合に使用する。

本機の概略の構造は Fig.3.1 の如くで、検査するトマトを二つに切り、その半分がサポーターで保持されて装置の内部に押し入れられる。そして低圧ネオン放電管と水銀蒸気放電管により照射され、夫々赤と青のフィルターを通して光電管で覗かれる。測定は先づ赤の反射光をメーターの目盛100に合わせ、次に切換スイッチを切換えて青の反射光を読む。この赤と青の反射光の比により直ちにトマトの熟し加減を知ることが出来る。この熟し加減はメーターの上では赤、黄、緑の三つの色分けされた band に分類され目盛られてゐる。これらの三つの band はトマトの検査に長年の経験を持った検査員達の判断を基にして区分したものである。

一般に色調についての肉眼の感じ方は次の様な諸要素に影響される。

- (i) 対象物の表面に於ける反射光のスペクトル分布。
- (ii) 照明用光源の波長特性。
- (iii) 中間の媒体の吸収特性。
- (iv) 肉眼の感度特性。

検査員が肉眼でトマトの色調を分類しようとする場合、第一の要素に注目するだけで他の要素に関しては無意識の中に影響をうけている。この他に表面の光沢度、大きさ、形状、或いは切つた場合の内部の状態、更に光源の投射角度、他のトマトとのコントラストなど様々な影響を被ることも想像できる。

Fig. 3.2 は四種類のトマトについて求めた反射光のスペクトル分布を示した曲線で(1)(2)は適当な熟れ具合のもの、(3)(4)は十分に熟れたものである。トマトの緑色の箇所は葉緑素を含んでゐるため680 ミリミクロンの波長で凹みが見われている(Curve 1)。なお Fig. 3.2 には同時に肉眼の相対的な感度特性と太陽光線の波長分布が示されてゐるが、これらの影響を考慮すると上の四つの曲線は Fig. 3.3 の様に表わされる。即ち肉眼による色調の区別はこの曲線で示される様な感覚に従つて行われるこ

となる。

以下本装置について説明しよう。電気回路は Fig. 3.4 に示す。光源は交流電源で点灯してあるためトマトの反射光は 120C. P.S で変調されてある。光電管の出力は交流増巾されて 6SN7 を用いた Bridge 型の真空管電圧計に導かれカソード回路のメーターで指示される。直流増巾は安定度が悪いいため使用しなかつた。Fig. 3.2 を見れば反射光の波長について夫々400~520、及び640~740ミリミクロンの二つの平坦な部分が目につく。そして夫々この二つの範囲の中の任意の波長の単色光について反射光の強度の比を求めればこれが熟れ具合を示す値になることは既に報告されてある所である⁽³⁾。即ちこの値は上に述べた様に相対的な比によつて決まるもので装置の感度の絶対値には影響されない。

白熱灯とフィルターとを組合せた場合、完全な単色光は得られないため、本装置では低圧水銀蒸気放電管と Corning 社製の No. 5113 フィルターを組合せて436ミリミクロンの水銀の line を単独に取出し、又低圧ネオン放電管と Corning No. 2412 フィルターで632、640、651ミリミクロンのネオンの line を取出すことが出来た。これら二つのネオンの line は近接して居り而もトマトの反射光の曲線ガンの波長範囲では平坦であるので一本の line と見て差支えない。光電管は上記の波長範囲で感度の良好な 926 を選んで用いた。

本装置による選別を図の上で説明したものが Fig. 3.5 である。先づ "red balance" と "blue balance" のツマミをまわして夫々赤、青に対して Bridge のバランス点を求めて、dark current の補正を行つて置く。この操作により Fig. 3.5 に於て横軸のベースラインが揃えられたことになる。Bridge の陽極回路のゼロ点調整用抵抗器は使用中の Bridge のバランスのずれを調整するのに用いる。次に上記の赤、青の各波長に対して等しい反射係数を持つ標準の白い円板をトマトを置くべき位置にのせて装置の中に押入れる。そして赤の光電管の出力回路に示した "Ratio-Control" をまわして青の感度が赤の感度の10倍になる様に調整を行う。この様にして Fig. 3.5 の test point C 及び D が決まる。以上で装置の調整が終了準備が完了したわけである。そこで実際の選別を行うにはトマトの半分を切口を上にしてサポーターに保持し、装置の中へ入れて先ずパネル前面にある "reference control" をまわして赤の感度が 100 の目盛を示す様に調整する。これで今テストしようとするトマトについて Fig. 3.5 の動作点 E が決定されたことになる。要するに以上の操作によりテストしようとするすべてのトマトの反射光の曲線がそのトマトの大きさ、形状、色調、或いはその他の種々の条件の相違に無関係に必ず E 点を通ることになる。増巾器の "gain control" は成熟の良いトマトから成熟の悪いもの迄又直径が 2 吋から 4 吋程度迄上記の操作により動作点 E を求めることが出来る様に最初に予め決めて固定しておく。次に押ボタンにより青に切

換えるとこの時のメーターの指示が直ちにトマトの熟れ加減を示すものである。Fig. 3.5 では F の諸点で示されてある。この読みは既に述べた様に10倍に拡大されてあるため F の諸点 (8~86) は Fig. 3.2 の如く反射光の比によつて示した場合は夫々 (0, 086~0, 185) に相等するものである。以上の様な装置によつて正確に而も比較的簡単に選別を行いうるわけで、他の果実や農産物に対しても応用出来る。

4 鶏卵の自動選別機

(Sorting Eggs by Shell Color)⁽⁴⁾

本機は鶏卵をその殻の色によつて分類するために考えられたものである。ニューイングランド地方の人は褐色の卵を好むが、ニューヨーク、フィラデルフィヤ、クリーブランド等の都会人は白色の卵を好むようである。本機は卵をその色により 6 つ或いは必要に応じてそれ以上の段階に分けることが出来る。Fig. 4.1 についての詳しい説明は省略するが、同一の光源からの反射光を夫々赤、青のフィルターを通し別々の光電池で受ける。光電池は Bridge の二辺を形成してをり、この Bridge は平衡電動機により自動的に平衡する様になつてある。即ち Bridge の平衡がやぶれた場合その不平衡電圧を増巾器が検出して之を増巾し電動機を回転させて新たな平衡状態にもどす一種のサーボメカニズムをなしてある。

若し異つた色の卵が図の位置に置かれると二つの光電池に入射する光の比が変るため上述の動作によりモーターは別の平衡点に達する迄 Bridge の平衡を調節する。従つてこのモーターの軸に連結されてあるカムの角度を卵の色との間には比例関係があることが分る。それで図の位置に卵を自動的に送り込み、又自動的に運び去る機構をつけることによりカムを利用して任意の色調の段階に分類を行う様な全自動化の装置も可能である。この場合図の holding switch は検査時以外の時間モーターをその位置に停止させて置く様な用途に使えば良い。

図に於て切換スイッチを B の位置に倒せば主として褐色系統の卵に、又 W の位置では白色系統の卵の選別に適してをり、A に倒せば両者の混つた場合に適してある。

以上は卵に限らず種々の工業製品の選別に於ける自動化に応用出来る。

5 結 言

以上特殊な分野に於ける例について簡単に説明したが肉眼による検査は次第に光電管を用いた electronic な検査機に置き換えられつつある現状で、将来種々の用途に対する新しい検査機が生まれるものと期待出来る。

【参考文献】

- (1) Electrical Engineering. Vol 72, No 1, 1953
Modern Packaging. Vol 27, No 9, 1954
- (2) Electronics. Vol 25, No. 1, 1952;
- (3) David C. White. Stanford Univ
- (4) Electronics. Vol 26, No. 4, 1953