焦　点



「マジックアイ」について

国立研究開発法人理化学研究所
大森素形材工学研究室 主任研究員
（当協会 光部品生産技術部会 協力委員）
大森　整　OHMORI, Hitoshi

小学時代に，父の影響でラジオの工作を始めていた。その後，中学時代を経て，高校に入るまで，毎日のように，ラジオの工作に没頭した。最初に手がけたラジオは，ゲルマニウムトランジスタを用いたイヤホンラジオであった。半田付けは父に教えてもらったが，その後，長年，毎日のように半田付けをしていれば，結構上達するものである。最初，父が見本を見せると言って半田付けをしたラジオは鳴らなかった。父は大学教員で，夜通し材料試験のため研究室に寝泊りしていた合間をぬって半田付けを教えてくれたのである。父が研究室に戻ってから，教えられたように，父が付けた箇所も一通り半田付けを行ってみた。するとラジオは鳴ったのである。回路のどこかが半田付けが十分でなかったか，父が（教育の意味で）敢えてちゃんと半田を付けなかった箇所を残していたのかも知れない。

この時の感動は今でも鮮明に覚えており，何か世界が変わった瞬間と思ったものである。結果的に，これが私の最初の成功体験となった。その後，部品を入手しては，ラジオ雑誌に載っていた回路図を参考にラジオを組むという生活が始まった。その後，アンプや，ちょっとした電子回路の工作にも取り組んだ。最近復刻されているようであるが，電子ブロックにも没頭し，いろいろな機能の回路を，電子部品が入ったブロックの組み合わせを変えるだけで構成できるしくみには感動したものである。中学に入ってくると，LED も出てきていたので，フリップフロップ回路を組んで，LED を点滅させる回路などを作ってみたこともある。トランジスタラジオから入門した電子工作であったが，少し昔に戻って，ゲルマニウムラジオを作ったこともあった。放送局が比較的近い位置にあったため，電源なしでも聞くことができた。夜になると遠くの放送も聞こえてくるようになり，近くにはないラジオ放送局のベリカード収集にも熱中して行った。また，ワイヤレスマイクなども作って，中学の自由研究やクラブで紹介すると，担任の先生から，自分にも作って欲しいと頼まれたこともあった。

次第に IC チップが出てくるようになった。丁度，インベーダーゲームや電卓が流行ってくる少し前であったと思う。実に少ない部品点数で，複雑で高性能な働きをすることには感心した。ただ，チップの中身が見えないことが，個人的にはあまり好きになれないところもあった。そうした中，ある時父が真空管ラジオなるものを持って帰ってきた。同僚が廃棄するので，何に使っても良いということで，早速，裏のパネルを開けて内部を確認した。通電すると，大きなハム音とともに，ラジオとして機能することが分かった。トランジスタに慣れてから，真空管というものを知った瞬間であったが，フィラメントが光り，本当に温かくなるところが，親しみを持つことができる部品であると感じた。自宅の最初のテレビは白黒で真空管方式だったようで，故障すると業者の方がやって来て真空管らしきものを交換していたことを思い出した。当時，自宅の物置を工作室として自由に使わせてもらっていたため，やりたい工作があれば，篭って大体のものは作ることができた。後年，自宅のテレビをカラーに買い替えるということで，白黒テレビを物置に持ち込んで中身を詳しく見ることができた。相当数の真空管がぎっしりと詰まっていた。

ある時，再度，真空管ラジオを入手する機会を得た。かろうじてラジオは鳴っていたが，これまでに見たことがない表示器があった。放送局の同調を取ると，丸い表示器の緑に光るエリアが変化するものである。後年，これは「マジックアイ」[1]という一種の真空管であることが分かった。確かに，裏蓋を開けてみると，その位置にはやはり真空管が取り付けられていた。真空管のてっぺんが光り，同調すると光るエリアが変化するしくみになっていたのである。「マジックアイ」とは良く言ったものだと思った。その後，しばらくラジオ工作からは遠ざかっていたが，小学時代からのラジオ工作，電気工作の経験は，その後，大学，大学院時代の研究にも活かすことができたと思う。

時代は下って，大学院修士時代に発明した ELID（エリッド：Electrolytic In-process Dressing）[2]法は，導電性ボンドを持つ砥石を電気分解によってドレッシング（目立て）する原理に基づき，簡便に鏡面研削ができる技術として実用化が進められている。特に硬質，脆性材料からなる光学，電子部品に効果が高いため，レンズやセンサ，デバイスやレンズ金型の超精密加工に広く適用されている。ELID 法の実用化を進めるにあたり，近年，開発を進めてきた新技術が，まさに「マジックアイ」というべきものであった。ELID の電気的状態の良し悪しが，一目で分かるものである。ELID の条件の調整には，電解電流と電圧をモニタリングする手法が一般的であった。ところが，ELID の普及に伴い，海外ユーザーにはその電解電流と電圧の挙動や適正値を指導することが容易ではない。

こうした中，考案された新技術が，ELID の「マジックアイ」[3]であった。それまでは，電流計と電圧計を取り付けてモニタリングしていたが，アナログメータが 2 つあることから，ELID に慣れていても，それぞれの変化や数値を独立して気にするのは簡単とは言えない。そこで，この新しい「マジックアイ」では，電流，電圧を一目で分かるようにしたのである。まさに，ラジオの同調が一目で分かるというイメージに近いものである。真空管の「マジックアイ」のイメージで，どのエリアが光っているかによって，電流，電圧を一義的に知ることができる。2 つのパラメータを示すアナログメータを，これまでのように忙しく読む必要がなくなった訳である。現在までに 2 タイプの開発に成功しており，1 つは PC で動く専用ソフトにより具現化したものである。これを図 1 に紹介する。もう 1 つは専用 LED パネルを開発して，全てをハードウェアで構築したものである。これを図 2 に紹介する。いずれの動作においても ELID の状態とその変化が一目で分かり，適正条件の範囲を予め設定しておけば，その範囲から逸脱しているかどうかもすぐに分かるため，生産現場での ELID の活用には大変便利なツールとなり得る。

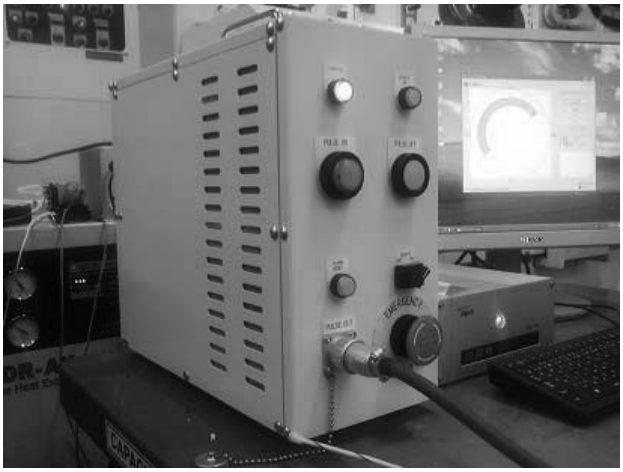


図 1　「マジックアイ」ソフトウェア版（右上）

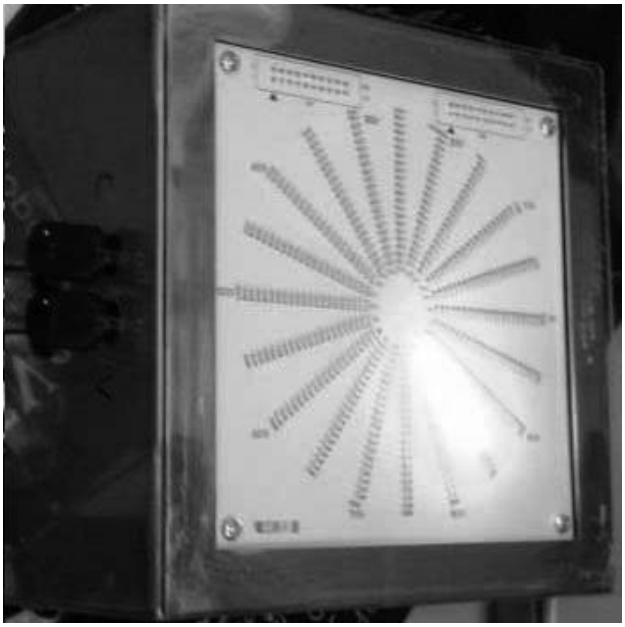


図 2　「マジックアイ」ハードウェア版

この新しい「マジックアイ」は，今後，ELID の量産現場での普及に有力な新技術と期待されるのみならず，電気的加工のモニタリングにおいて利用できる可能性がある。当然，真空管のマジックアイとは動作は異なるが，状態が一目で分かるという意味では共通する。小学，中学時代のラジオ工作の経験から，開発にこぎつけた新技術である。

1) https://ja.wikipedia.org/wiki/マジックアイ によれば，1937 年にアレン・デュモン博士によって発明されて以降，すぐにラジオ受信機の前面に装着されはじめたこと，日本においては，1950 年代初頭（昭和 27 - 28 年頃）に発売されたラジオから徐々に搭載されていった，とある。
2) H.Ohmori, and T.Nakagawa: Mirror Surface Grinding of Silicon Wafer with Electrolytic In-process Dressing, Annals of the CIRP, **39**, 1(1990), 329-332.
3) http://www.nexsys.co.jp