

## 5. 私の原点にあるもの (その2)

坪井孝光 S36年卒

## ・ 直熱型カソード (DHC) の基本設計

昭和36年(1961)にソニー(株)に入社した。当時はまだ白黒TVの時代であり、1964年の東京オリンピックでも白黒TVが全盛であった。カラーTVが普及したのは1970年にソニーがトリニオンカラーTVを量産してからだ。

入社当時のCRT(ブラウン管)用カソードは6.3, 300 mAの2Wが標準であった。ソニーが開発を目指していたものは、何処にでも持ち運びができる「全トランジスター式のポータブルテレビ」であったため、バッテリー方式が基本にあった。バッテリーを長持ちさせるためには、全部品の消費電力を削減する必要があった。私の目指すカソードもその例外ではなかった。

全トランジスター式は画面サイズ5インチTVの量産を目前にしていたが、カソードは従来のものを小型低電力化し、6.3, 140 mA、0.88 Wのカソードとして、私が入社する直前にソニーで開発が完了していた。上司(吉田進 当時課長)から入社直後の私に課せられたものは、その消費電力を下回る「超低電力カソード」の開発であった。

冷陰極を諦め、熱陰極で低電力化を目指すことにしたことは前号の(その1)に記した。熱陰極には傍熱型と直熱型とがある。まず傍熱型での最小極限の実験をした。直径1mm、高さ1mmのニッケルカソードキャップを細い3本のワイヤーで支え、カソードキャップの中にタングステンコイルのヒーターを入れ、テストチューブを作った。しかし支えに使った3本のワイヤーからの熱伝導による電力ロスが大きく、動作温度720を得るには可成の電力を要した。この時点で傍熱型カソードの超低電力化は無理であることが分った。

残ったのは「直熱型カソード」であった。手近に細いタングステン線があったので、10mmほどの長さに張ってヒーターにしたところ、0.6の印加で1,000位になることが確認できた。電流も300mA前後であり、超低電力化の可能性が見い出された。

そこで、1mm角に切ったニッケル合金のベースメタルをタングステン線に電気溶接で貼り付け、カソード物質を塗布してテストチューブを作った。カソード物質の活性化も出来、エミッションも取れることが確認出来た。ところがここで問題が起こった。線材は時間と共にねじり戻りが起こり、ベースメタルが線材を中心に回転し、第一グリッドのGにショートしてしまうことだった。ヒーターは線材ではなく、回転の起こらないリボン形状とする必要があることを見出した。

タングステンをリボンに加工した例は今までになかった。非常に硬い金属なので、どこの金属加工業者からも断られた。ようやくのことでシチズン時計の田無工場が引き受けてくれた。時計用のヒゲゼンマイの加工技術が見事にタングステン線をリボンに加工してくれた。

そのタングステンリボンを使ってテストチューブを作り性能を確認したところ、幾つかの問題点が見えてきた。まず、電源を入れた瞬間に閃光を発することであった。これはタングステン線の特長の一つではあるが、常温では極端に比抵抗が低いためスイッチを入れた瞬間にヒーター電流が1Aを越え閃光を発したのである。あたかも豆電球がパッと点いた時のように。但し高温では比抵抗が高くなるのでヒーター電流は300mAで安定し、わずかな明るさとなる。

次の問題はリボンのササクレであった。タングステンはあまりにも硬いため、リボンに加工した時点で細かいササクレの出来るのが避けられず、溶接加工時点で縦に亀裂が入ってしまう。

これとは別にヒーターのリボンそのものの支え方が不安定では、カソードと第一グリッドGとの間隔を決められた一定の値(0.2mm)に維持出来ない、という構造上の欠陥が見つかった。何かを基準にしてリボンの位置を常に一定にさせる構造が必要であることが分かった。それに加え、ヒーターの熱膨張による伸びをスプリングで引っ張り補正してやる必要もあった。

そのようにして出来た形状は写真(写真下は特許広報のコピー)に示したものとなった。

ヒーター材に適した特性としては、次の諸条件が必要であった。



- ( 1 ) 耐熱性であること
- ( 2 ) 蒸気圧が低いこと
- ( 3 ) 電気溶接が容易であること
- ( 4 ) 比抵抗が高いこと
- ( 5 ) 加工性が良いこと

### ・ 新ヒーター材の発見

第一には、先ずヒーターに適した材料を見つけ出さなければならなかった。従来のフィラメント材はベースメタルと同じニッケルそのものであったり、コーネルメタル ( Ni - Fe - Co - Ti ) という材料であったり、いずれも比抵抗が低く目的の特性には不適當であった。

( 1 ) 耐熱性に関しては、カソード物質である炭酸塩の分解に必要な最高温度が 1,050 であるためこの温度に耐え、しかもランニング温度が 800 は必要である。これは真空中での条件となる。

( 2 ) 蒸気圧が低いこと、とは真空中で蒸発しないことを意味している。クロームは空気中では強固な酸化膜を作るのでニクロム線として多くのものに利用されている。しかしクロームは真空中で蒸発し易く、蒸気圧が高いので、長時間の加熱により材質が変化する。そのため、真空管用材料としては不適當であり、ニクロム線と同様にステンレス材はクロームが多量に含まれているため、真空中で常時加熱される部分には使用できない。アルミニウムを含む金属も同様にアルミニウムの蒸気圧が高く、ヒーター材には不適當である。とにかくアルミニウムとクロームの入っていない耐熱性金属を探すことにした。

金属便覧を開き、ヒーターに必要な条件に当てはまるものを探して見たところ、思わぬ合金があることを発見した。それは今までに聞いたこともないハステロイ B という、Ni - Fe - Mo ( 67% - 28% - 5% ) の合金であった。

ハステロイには他に C、X などの種類があるが、クロームもアルミニウムも含まないのはハステロイ B 合金のみであった。融点も 1,320、比抵抗も  $135 \mu \cdot \text{cm}$  と高く、これも目的に適合していた。常温での比抵抗比較では、W が 5、Ni は 10、コーネルは 44、SuS 42 は  $100 \mu \cdot \text{cm}$  となっている。

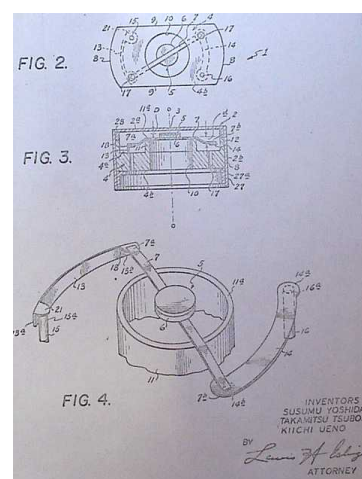
ハステロイ B はジェットエンジンに使われていた。ジェットエンジンは高温にさらされた状態で、低空の空気中でも、空気の少ない上空においても性能を落としてはならない。そのジェットエンジンのタービン翼に使われている合金であった。そのため真空中での耐熱特性に期待が持てた。

手を尽くして現物を探したところ、直系 10 mm、長さ 1 m のムク棒のハステロイ B が見つかった。これを金属加工工場に持って行き圧延を依頼したが、金属特性の把握ができていなかったためか、圧延機が割れるという事故が発生し、リボン加工を断られてしまった。リボンに加工し易い細い線材のハステロイ B が必要であったが、入手にはかなりの時間を要した。

その間に予備実験をすることにした。カソードの支持は耐熱特性に優れたセラミックと決め、(株) 京都セラミック ( 京セラ ) に頼んでおいた。ステンレス材 ( SuS 42 ) はクロームが入っているので蒸発して変質するため寿命は期待出来ないが、電気的特性がハステロイ B とよく似ているので初期特性の確認はできると判断した。ステンレス線の加工もシチズン時計に依頼し、そのリボンで直熱型カソードを組み立てた。

この直熱型カソードを 5 インチのブラウン管に組み込み、実動テストを開始した。偏向ヨークにエナメル線を 1 ターン巻き込んで直熱型カソードのヒーター電源にし、5 インチ TV でデモを行った。スイッチを入れてから画が出るまでの時間がわずか一秒と、期待通りであった。

待望のヒーター材もユニオンカーバイド社から、直径 0.2 mm のハステロイ B の線材が入手できた。これもシチズン時計に依頼し  $0.15 \times 0.02 \text{ mm}$  のリボンに加工してもらい、ヒーター長 5.0 mm に  $0.75 \times 0.03 \text{ t}$  のベースメタルを張り付け、これで直熱型カソードが完成した。この直熱型カソードを DHC ( directly heated cathode ) と命名した。先ず 4 インチのポータブル TV に組み込まれ、東京オリンピックの年である 1964 年 3 月に商品化された。DHC の消費電力は  $0.6 \times 300 \text{ mA}$ 、**0.18 W** となり、**超低電力化** が達成できた。それでも特許出願から 2 年半を要したことになる。



## [ 付表 ] 金銭出納 「 今井研卒研究生の会 」

	適 用	収入金額	支払金額	差引金額
	<b>2003.5.20 現在の繰越金残高</b>			-20,640
2003. 7.11	寄付金収入……2003.5.16～2003.7.11 の期間	284,000	2,190	261,170
2003. 7.25	鈴木威一氏名義引継ぎ預金通帳…現金化	1,000		262,170
7.25	今井先生叙勲記念品		105,000	157,170
7.25	遠隔地参加者補助		24,000	124,170
7.25	懇親会費収入……5,000×13人	65,000		----
7.25	レストラン支払……(有)ルパレハットリ		70,000	<b>128,170</b>
2003.9.26	会報第3号用コピー紙代……16円×6枚×35部		3,360	124,810
9.26	会報第3号用インク代……10円×11頁×35部		3,850	120,960
9.26	会報第3号用クリアフォルダー……130円×35部		4,550	116,410
9.26	会報第3号郵送費……240円×13部		3,120	113,290
9.26	会報第3号/ポ-ルペン郵送費……390円×21部		8,190	<b>105,100</b>
2004.3.09	会報第4号用コピー紙代……16,-×6×35部		3,360	101,740
3.09	会報第4号用インク代……10円×11頁×35部		3,850	97,890
3.09	会報第4号郵送費……140円×34部		4,760	<b>93,130</b>
5.26	第三回懇親会案内往復ハガキ……100円×9通		900	<b>92,230</b>

### 編 集 後 記

本会報 第5号 にはハガキとメールで寄せられた皆様からの近況報告を掲載し、更に第三回懇親会でのスピーチも近況報告の最たるものでしたので、それを編集し前半部分を掲載いたしました。後半部分のスピーチは次号に掲載を予定しております。

懇親会の席上、高井謙次氏の「近況報告を会報の柱にしてはどうか」とのご提案がありました。これは会員相互の理解を深めるために大いに役立つものと思われるので採用させていただきました。ただ、文章が大部分ですと、これまで視覚に訴えて楽しませてくれた「写真」が相対的に減り、文章を読む苦痛が増えるのでは？と心配もしております。

懇親会で録音したスピーチを、文字に置き換えるのに2週間かかり、文字としては15ページになっていました。まずは話された言葉そのままをパソコンに転記しましたが、会報へ載せるためさらに文章言葉への置き換えをしました。その後、このスピーチ文を夫々の出席者に添削方お願いいたしました。パソコン通信が有力な武器となり、スピーチに処理をすることができました。

会報では既にお馴染みの、ドミニカで活躍されておりました多村卓氏が今回初めて第三回懇親会に出席されました。また定年後、別々に事業を起こされた塚本一義氏と鈴木威一氏からは起業にまつわる興味深いスピーチを頂きました。なお、鈴木威一氏のスピーチは次回の会報に掲載を予定しております。

真空管シリーズの続編として「私の原点にあるもの その2 (坪井)」を掲載させていただきました。DHC の開発経緯を詳細に、しかも分かり易く記述することに努めたつもりです。

金銭出納は昨年7月から今年5月までの詳細部分を [ 付表 ] として掲示いたしました。

会報は皆様からの投稿も一つの柱として編集されます。どんな事でもご遠慮なく気軽に寄稿して下さい。お待ちしております。

会報編集担当： 坪井 孝光