

## 日立 JVB-8-A, JVB-9-A バイブレーター

北 条 徳\*

## Types JVB-8-A and JVB-9-A Hitachi Vibrators

By Toku Hojō

Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

In America the vibrator (vibrating interrupter) has been in common use as a most practical means of power supply for automobile radio, with its available life guaranteed for more than 1,000 hours. In Japan we have had hitherto no reliable sort of home-made vibrators, the majority of them causing frequent troubles such as contacts burnout, abnormal contact transfer or consumption, growth of insulative film on the contact surface, breakdown of the vibrator reed, etc.

Hitachi, Ltd., urged by the industry desiring to have a dependable product for a further, rapid popularization of mobile radio communication, has recently completed the new type of vibrator series. They use as materials special silver-base alloy contacts produced by recent powder metallurgy, electrolytic polished pure tungsten contacts and famed Yasugi Works' spring steel reed of iron sand origin. In the trial-made vibrator competition held recently under the auspices of National Safety Board, Hitachi type JVB-8-A and JVB-9-A vibrator series won the first ranks.

Practical laboratory life tests of these vibrators are now continuing successfully about 1,500 hours with no defect, promising the amazing long life of the products.

## 〔I〕 緒 言

バイブレーターは低圧蓄電池電源しかもつていない自動車等のように普通の交流電源を利用できない処で、ラジオや無線通信機を動かすのに必要な交直流電圧を最も簡単に作る装置として古くから知られている振動接点切換器の一種で、低圧直流から高圧直流を作る同期整流型と交流を作る非同期型の二型式があり、自動車ラジオの普及したアメリカではラジオ用真空管と同様の安易さで実用され有効寿命 1,000 時間以上の信頼度をもつといわれている。これにくらべて我国ではその発達が著しくおくれ国産品は起動不良、接点熔着、振動子折損等の故障が多く数時間で動作不能となるものや、使わずに保管しておくうちに接点に絶縁性の被膜ができて全然動かなくなるものもあつて信頼性がない。

このため我国ではこの種の電源としてダイナモータ等

\* 日立製作所戸塚工場

の回転機を使っているが極めて高価、低能率で重量、容積、震動騒音が大きく、コンミュテータ、ベヤリング等の分解手入れに専門的技術を必要とする等多くの欠点があるので、移動用無線通信機の急速な普及と共に信頼できる国産バイブレーターの出現が各方面から強く要望されるに至つた。

筆者もこの点を痛感しかねてその研究を進めていたので、この保安隊移動無線機用バイブレーターの国産化の試作コンクール計画<sup>(1)</sup>が発表されたのを機会にこれに参加し、日立製作所の誇る安来ばね鋼板製振動子と銀系統の特殊粉末焼結合金接点によりアメリカ製品と互換できる安定長寿命なバイブレーター JVB-8-A 及び JVB-9-A を完成し、保安庁での厳密な性能試験並びに連続 1,000 時間の寿命試験コンクールで卓越した真価が確認され第 1 位を獲得しその要望の一端を満足することができたので、その概要を紹介しこの方面に関心をよせられる大方諸賢の参考に供したい。

〔II〕 試作バイブレーターの概要

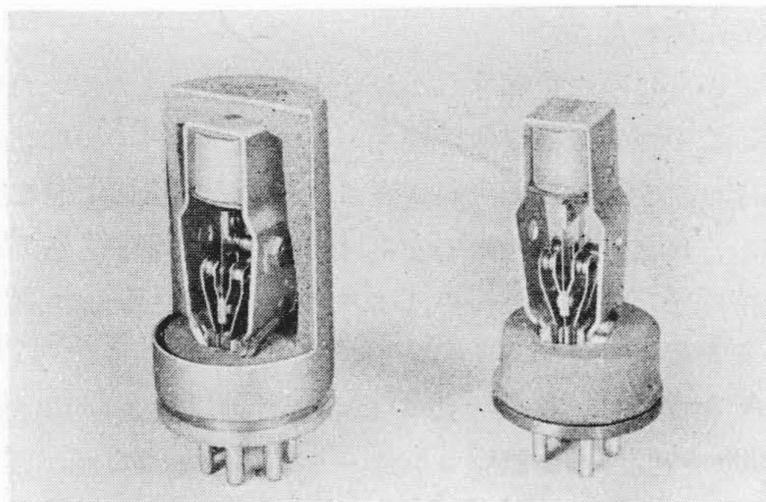
試作バイブレーターの要目は第 1 表<sup>(2)(3)</sup>、その構造は第 1 図のとおりでそれぞれ第 2 図及び第 3 図の接続<sup>(2)</sup>で動作する。以下その動作と特異点を説明する。

(1) JVB-8-A の動作

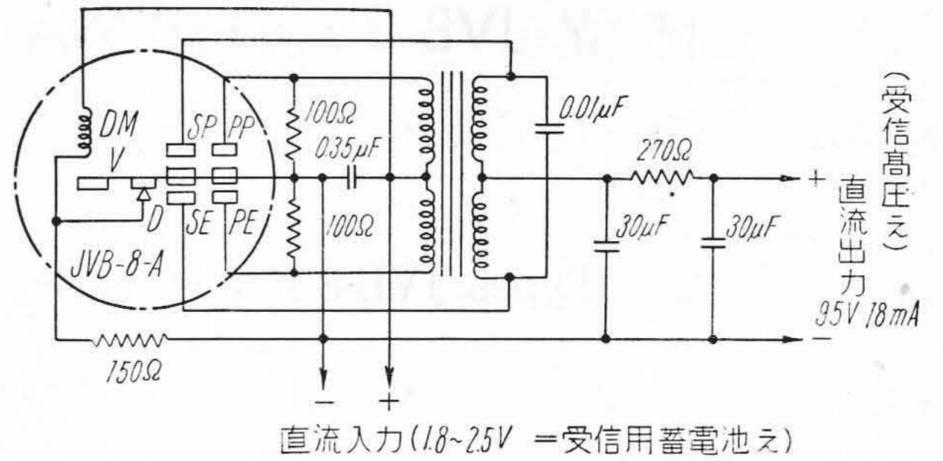
第 1 図で直流入力に受信用蓄電池が接続されると ⊕ → 駆動電磁石 *DM* → 駆動接点 *D* → 振動子 *V* → ⊖ の経路で電磁石 *DM* が励磁され振動子 *V* が吸引され上側に変位するが同時に接点 *D* が離れるので *DM* は磁力を失い *V* は下側に復旧し *D* が再び閉じ電鈴と同様の原理で *V* の振動が順次増大して一定振幅の定常振動を行うようになる。(電磁石 *DM* の

第 1 表 試作バイブレーター 要目  
Table 1. Specification of Vibrator JVB-8-A and JVB-9-A

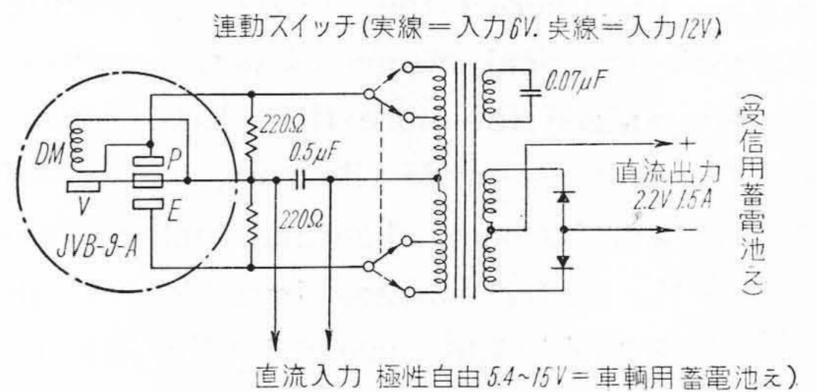
型名 (用途)	JVB-8-A (受信高圧用)	JVB-9-A (蓄電池充電用)
構造	外径 1 1/2", 全長 3 3/8", 重量 0.193lb (87g) 金属ケース全密閉完全防水型で 15G の衝撃に耐え 1000~1500 rpm 3mm の震動で異状なく 米国製 VB-8-A, 及び VB-9-A と互換し得るものであること	
口 金	7 脚 (Ut ソケット適合)	4 脚 (Ux ソケット適合)
動作方式	開放駆動同期型	短絡駆動非同期型
入力定格	2V 1.85A	6V 1.1A および 12V 0.85A
出力定格	95V 18mA	(2.2V 1.5A)
入力電圧範囲	1.8 ~ 2.5V	5.4 ~ 15V
時 能 率	80 ~ 90%	
耐寒耐熱性	-20° ~ +50°C (-30° ~ +60°C で起動すること)	
有効寿命	1000 時間以上	
内部接続 (底面図)		



第 1 図 JVB-8-A の縦断及び JVB-9-A の内部構造  
Fig. 1. Semi-Vertical Section View of JVB-8-A, and Inside Structure of JVB-9-A



第 2 図 JVB-8-A 関係回路略図  
Fig. 2. Abbreviated Circuit Diagram Related to JVB-8-A



第 3 図 JVB-9-A 関係回路略図  
Fig. 3. Abbreviated Circuit Diagram Related to JVB-9-A

制御が接点 *D* の開放により行われるので開放駆動型とよぶ。) 一方 *V* が上側に偏れると一次吸引側接点 *PP* が閉じ ⊕ → 変圧器一次上側巻線 → *PP* → *V* → ⊖ 回路が完結し、*V* が下側に偏れると一次慣性側接点 *PE* が閉じ ⊕ → 変圧器一次下側巻線 → *PE* → *V* → ⊖ 回路が完結し、変圧器鉄心が交互に反対方向に磁化され二次側に交流電圧が誘起される。二次側に誘起された交流電圧は一次側接点と連動する二次側接点 *SP*, *SE* で同期的に切換えられ出力側のコンデンサー 30 μF を一定方向に充電することとなり 30 μF 2 箇と 270 Ω の抵抗で平滑され直流となつて受信高圧回路に供給されることとなる。変圧器一次側の 100 Ω, 0.35 μF, 二次側の 0.01 μF は *PP*, *PE*, *SP*, *SE* 接点の火花を防止し *D* 接点に並列に入っている 150 Ω は *D* 接点の火花を防止する作用をする。

(2) JVB-9-A の動作

第 2 図で直流入力に車輛用蓄電池(極性自由)が接続されると蓄電池—変圧器一次中性点—同上側巻線—駆動電磁石 *DM*—振動子 *V*—蓄電池の回路が完結され電磁石 *DM* が励磁され振動子 *V* が上側に偏れるがこれと同時に吸引側接点 *P* が閉じ電磁石 *DM* が短絡されるので *DM* は磁力を失い *V* は下側に復旧し接点 *P* が開くので *DM* は再び励磁され、かくして振動子 *V* の振動は

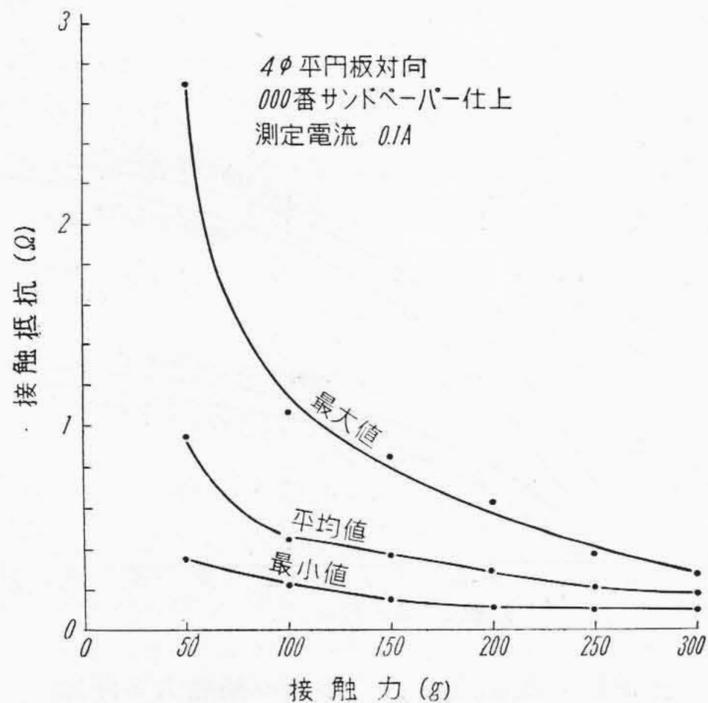
順次増大して一定振幅の定常振動を行うようになる。(電磁石 *DM* の制御が接点 *P* の短絡によつて行われるので短絡駆動型とよぶ。) 一方 *V* が上側に偏れ接点 *P* が閉ぢるまでは変圧器一次上側巻線に流れる電流は電磁石 *DM* の抵抗が大きいため微少であるが、接点 *P* が閉ぢると *DM* が短絡されるため回路は蓄電池—変圧器一次側中性点—同上側巻線—接点 *P*—振動子 *V*—蓄電池となり大電流が流れ、*V* が下側に偏れると慣性側接点 *E* が閉ぢ蓄電池—変圧器一次側中性点—同下側巻線—接点 *E*—振動子 *V*—蓄電池の回路が完結し変圧器鉄心は *V* の振動につれて交互に反対方向に磁化され二次側に交流電圧が誘起される。二次側に誘起された交流電圧は金属整流器で整流され脈動直流となつて受信用蓄電池を充電することとなる。変圧器一次側の抵抗  $220 \Omega$ 、三次巻線と  $0.07 \mu F$  は接点 *PE* の火花防止作用をする。

(3) 特異点

この両バイブレーターが一般の自動車ラジオ用のものと異なる処は、JVB-8-A は入力  $1.8 \sim 2.5 V$  という極めて低い電圧であるため駆動接点 *D*、一次接点 *PP*、*PE* の接触抵抗が微少接触力で十分に小さくないと能率が急速に低下し安定な動作が持続できないこと、JVB-9-A は入力  $5.4 \sim 15 V$  という殆ど3倍に近い広範囲に亘るため駆動電力が8~9倍も変化するのに対して最小電圧で接点の動作が安定確実であり、最高電圧での振幅増大に対して振動子ばねが機械的に十分耐えるものであることを要求される点である。

〔III〕 バイブレーターの問題点

バイブレーターの安定度と寿命の長短は接点、振動構



第4図 機械研磨タンゲステン接点の接触抵抗  
Fig. 4. Contact Resistance of Mechanical Polished Tungsten Contacts

造及び使用回路定数の適否如何によつて決定されるが、第三の回路定数は最適に選べるものとしてここでは最も大きな影響を及ぼす前二者について検討を加え、日立バイブレーターに於てこれらの問題が如何に解決されているかを述べることにする。

(1) 在来のバイブレーターの欠陥

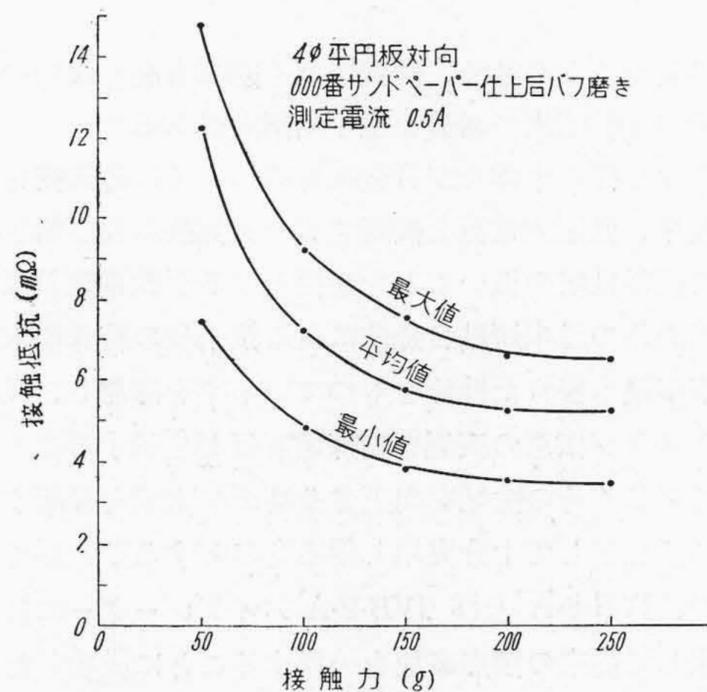
国産品のみならずアメリカ製品にもしばしば見られる事故の主なものは

- (a) 接点の移転消耗による動作の不安定と起動不良
- (b) 接点面の絶縁性被膜形成による動作不能
- (c) 接点調整位置の不整による動作不良
- (d) 起動時のアーク発生による接点の瞬時焼損
- (e) 振動子ばねの折損

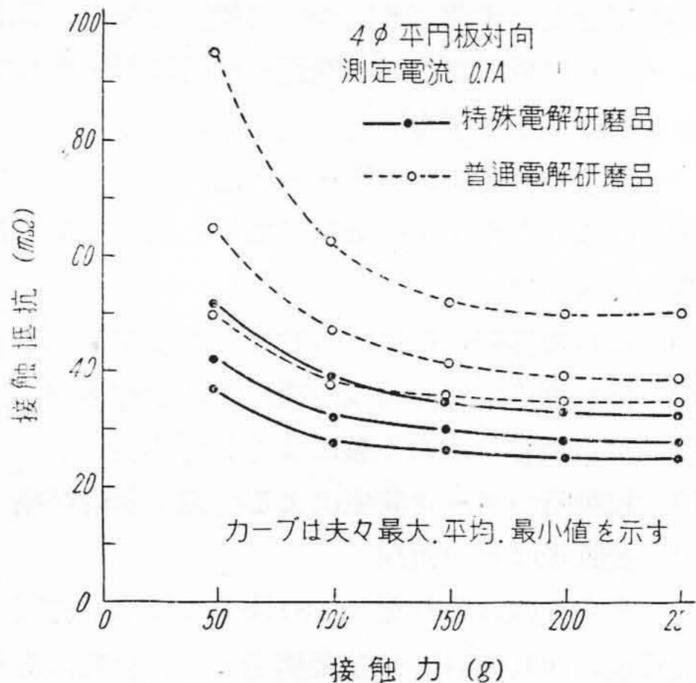
等でこれらの主因はそれぞれ (a)(b) は接点の材質とその表面処理、(c)(d)(e) は振動構造とばね材質にあり、これらの原因をとり除くことによつてはじめて信頼性の高い長寿命なバイブレーターが得られる。

(2) バイブレーター接点の難かしさ

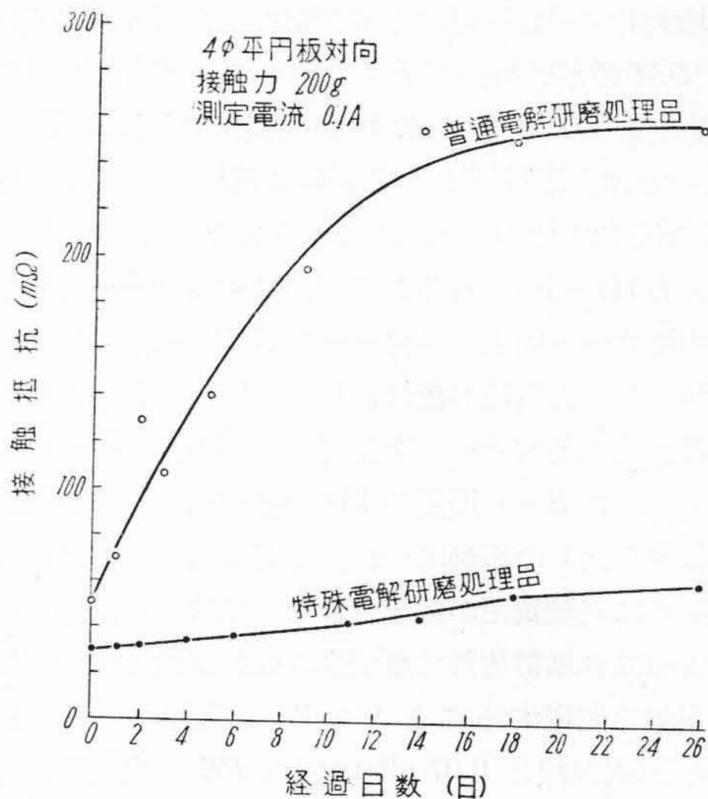
小さな接触圧力で接触抵抗が十分小さく数アンペアの電流を毎秒100回以上の高速で少くも1,000時間即ち約4億回無調整で安定確実に接断しなければならない点にその難かしさがあり、今迄バイブレーター接点として知られている純タンゲステン、純銀の何れもこの条件を完全に満足できない<sup>(5)</sup>。即ち純タンゲステンは金属中最高の融点、沸点を有し移転消耗が少く消弧性に富んでいるが、絶縁性の酸化被膜を生じ接触不良を起し易く、第4図にみる如く接触抵抗が大きく接触力が100g程度以上でないとは動作不良を起すおそれがあり、純銀は接触抵抗は金属中最も低い少量の硫化物ガスがあると硫化銀を



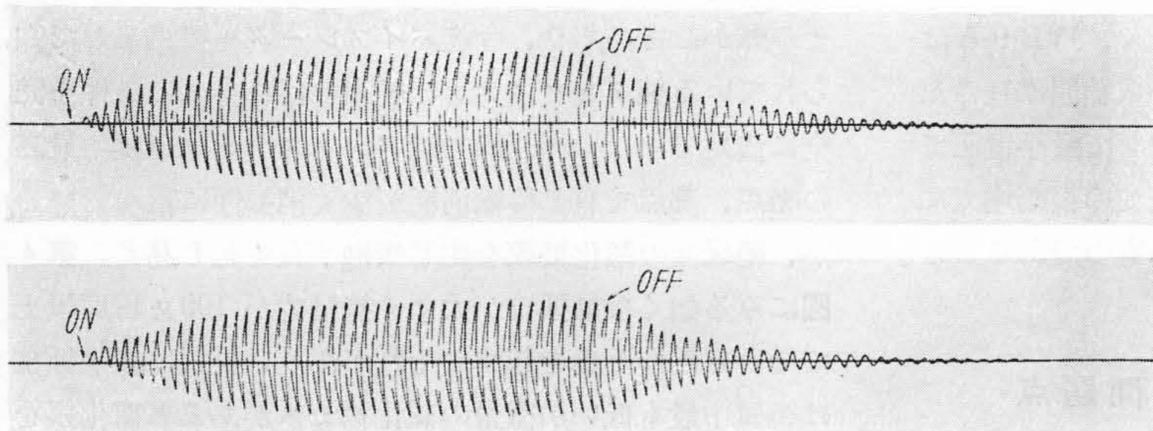
第5図 銀系特殊焼結合金接点の接触抵抗  
Fig. 5. Contact Resistance of Special Silver Base Alloy Contacts Produced by Powder Metallurgy



第 6 図 電解研磨タングステン接点の接触抵抗  
Fig. 6. Contact Resistances of Electrolytic Polished Tungsten Contacts



第 7 図 電解研磨タングステン接点の空气中  
放置特性  
Fig. 7. Contact Resistances of Electrolytic Polished Tungsten Contacts Left in Free Air



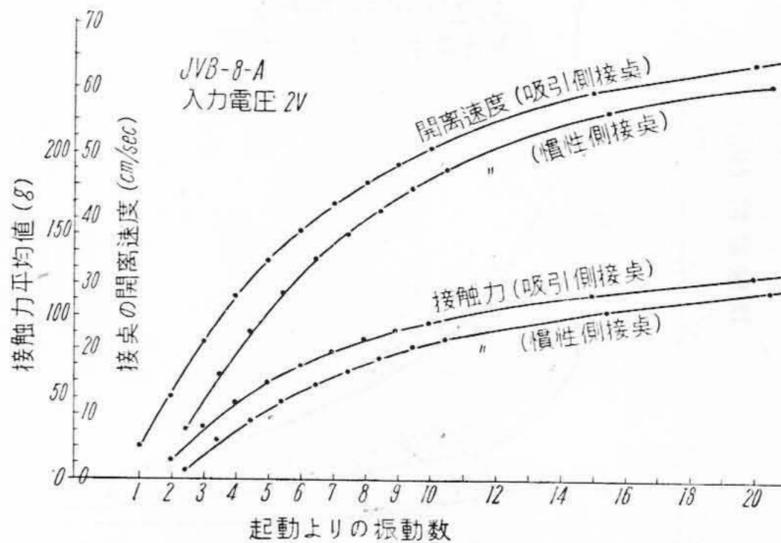
第 8 図 振動子の振動過渡特性  
(上) JVB-8-A  
(下) JVB-9-A  
Fig. 8. Vibration Transient Characters of JVB-8-A (Top) and JVB-9-A (Bottom)

生じ不安定となり易く、硬度が低く融点も高くないので移転量が比較的大で融着を生ずる傾向がある。

筆者は諸種の単体及び合金接点について比較研究を行った結果、低圧大電流を接断する一次側接点及び微小接触力で接触抵抗の低いことを必要とする駆動電磁石接点として最新の粉末焼結合金法による銀系統の特殊粉末合金接点在最も優れた性能をもっている事を確認し、又純タングステン接点の表面を特殊電解研磨処理することによつて著しくその性能を向上させ高圧小電流を接断する二次側接点として十分実用し得るものとする事ができたので、JVB-8-A 及び JVB-9-A バイブレーターにこれを採用して従来接点事故を一掃することに成功した。これらの新接点について実測した性能の一部を示せば第 5, 6, 7 図のとおりである。

(3) 接点の接触力と開離速度

在来のバイブレーターでは駆動時接点間にアークを發



第 9 図 起動過渡時の接点の接触力と開離速度  
Fig. 9. Contact Pressure and Opening Velocity at Transient Build-up

生ずるものが多く特に電圧電流が大きい場合起動時のアークが消滅せず瞬間的に接点を焼損し使用不能となるものがしばしば見受けられるが、これは起動過渡時の接点の接触力と開離速度が過少で火花条件（接点の材質、表面状態で異なる）が成立するため起るもので、アークが認められない場合でも接触力と開離速度が不適當であると動作が著しく不安定となり寿命も短くなることは文献<sup>(5)</sup>に述べられているとおりである。筆者は上述の新接点に対して平均接触力 80~160 g, 開閉速度 40~80 cm/sec となるように振動接点構造を決定して好成績を収めることができた。

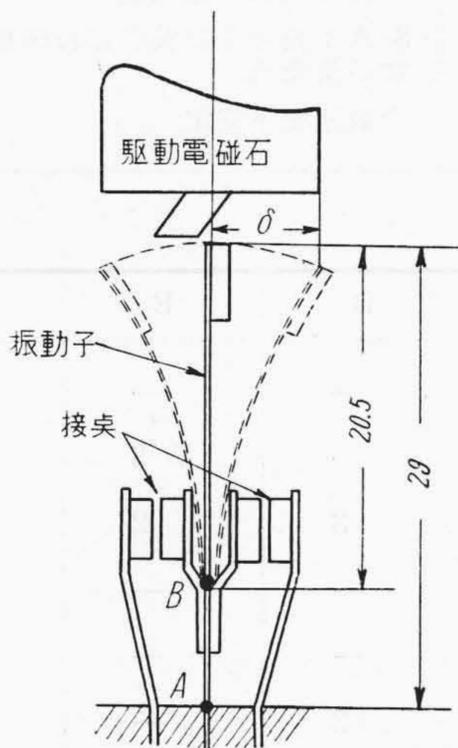
第8図は煤煙紙法<sup>(6)</sup>で振動子の先端にデュラルミン製の記録針をとりつけて定速度回転する円筒上の煤煙紙に軽く触れさせ振動過渡状態を拡大記録した一例、第9図はこの記録から求めた JVB-8-A の接点接触力と開離速度の起動過渡特性である。

(4) 振動子の疲労折損

一般に振動部は第10図のような構造で振動子は接点が開いているときA点、左右どちらか閉じているときB点を支点として片持梁横振動をするが、接触力、開離速度その他の関係で振幅  $\delta$  は 2~4 mm となるため、B点での最大曲げ応力は最大 40 kg/mm<sup>2</sup> となり普通のばね鋼板の限界値に近い材料、成型、熱処理をよく吟味しないものは僅か数時間で致命的な折損事故を起すことさえある。

これに対しては日立製作所安来工場製の砂鉄から精製された安来ハガネ材に適當な熱処理と防錆鍍金を施したものを使うことによつてその懸念を一掃した。

(5) 防震防音と密封

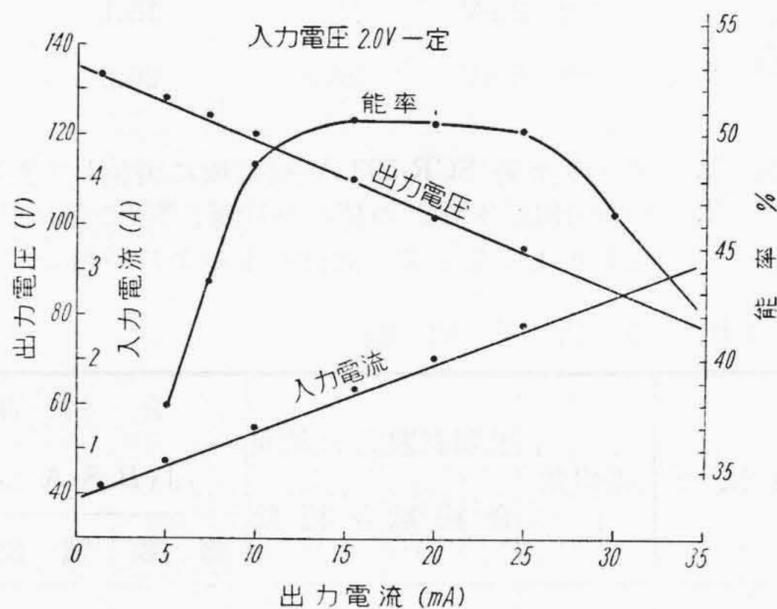


第10図 振動部側面図  
Fig. 10. Side Sketch of Vibrator Element

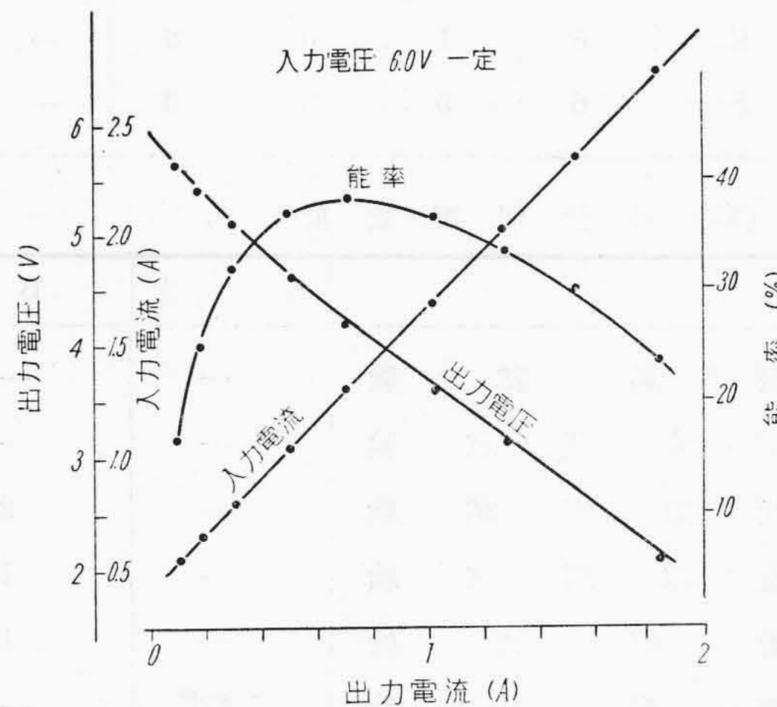
バイブレーターの動作を安定に保ち外部への震動騒音を減衰させるためにスポンジゴム類が使われるが、適当な硬度で有害なガスを放出しない安定なものを選定することが必要である。在来のバイブレーターはこの点に欠陥のあるものが少くない。筆者はラテックススポンジに特殊処理を施したものを使い、更に全体をアルミニウム製ケースに最高級フェノールレジンモールドした口金と共に絞り込み完全密封し外気を遮断してその完全を期した。

(IV) 試験結果

工場試験及び保安庁による性能並びに寿命試験の結果について簡単に述べる。



第11図 JVB-8-A 負荷特性  
Fig. 11. Load Characters of JVB-8-A Vibrator



第12図 JVB-9-A 負荷特性 (6V タップ)  
Fig. 12. Load Characters of JVB-9-A Vibrator (6 Volt Tap)

第 2 表 バイブレーターコンクール成績一覧表

Table 2. Vibrator Competition Results

(A) 日立バイブレーターの成績

種 別	アメリカ製 VB-8-A (参考品)	日 立 JVB-8-A			日 立 JVB-9-A		
		性能試験	寿 命 試 験		性能試験	寿 命 試 験	
			開 始 時	1,000時間後		開 始 時	1,000時間後
入 力 電 圧 (V)	1.97	1.97	2.05	2.00	6.10	6.40	6.20
入 力 電 流 (A)	1.625	1.61	1.61	1.63	1.41	1.20	1.00
出 力 電 圧 (V)	93.5	94.0	100	98	1.8	2.20	1.90
出 力 電 流	17.6mA	17.6mA	18 mA	17.5mA	1.22A	1.50A	1.25A
効 率 (%)	51.4	52.1	54.5	52.5	25.8	43.0	38.3
S/N (db)	入 力 2 $\mu$ V	15.0	15.1	—	—	—	—
	入 力 6 $\mu$ V	26.0	26.2	—	—	*21.1	—

- 註 1. アメリカ製 SCR-593-A 受信機に実装して性能試験した。  
 2. S/N 比は 2 MC の値のみ抄録、\*印の値は受信用バイブレーターとしてアメリカ製 VB-8-A を使つて測定したものを示す。他社のものより平均して 0.5~2.5 db 良好である。

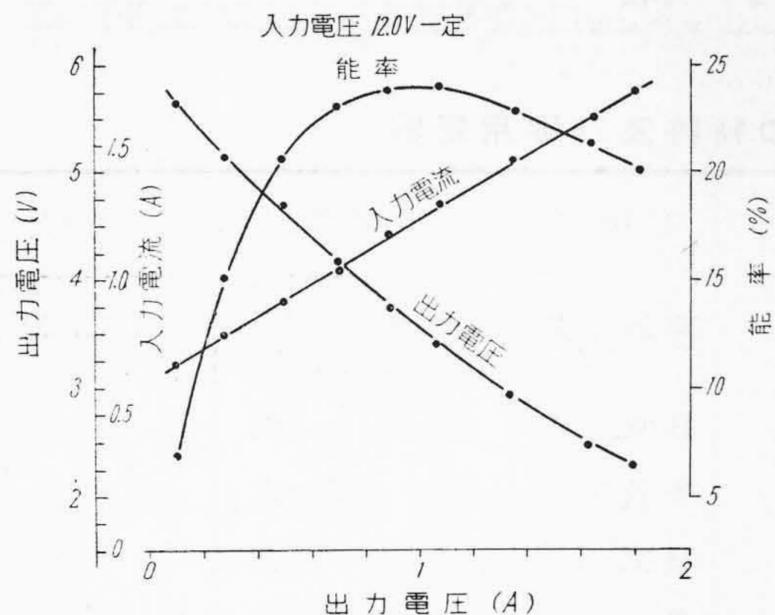
(B) 各社別成績

会 社 名	提出数	性能試験 合格数	寿命試験 合格数	合 格 品 の 内 訳				記 事
				JVB-8-A		JVB-9-A		
				管 数	順 位	管 数	順 位	
日 立	6	4	4	2	1	2	1	寿命試験後異状を認めず
B	6	2	2	1	2	1	3	波形悪化、黒色煤状物多量発生
C	6	2	1	1	3	0	—	8-A 波形悪化、9-A 175 時間目に熔着し起動不能となる
D	6	1	1	0	—	1	2	黒色煤状物多量発生
E	6	1	0	0	—	0	—	8-A 1 箇寿命試験中ばね破損褐色煤状物多量発生
F	6	0	0	0	—	0	—	全数性能不安定

(C) 各社別事故数

	日 立	B	C	D	E	F
振 動 試 験	—	—	—	—	—	2
安 定 度 試 験	—	—	—	—	3	1
低 電 圧 試 験	—	2	1	3	2	2
過 電 圧 試 験	—	1	—	—	—	—
衝 撃 試 験	—	1	—	—	—	—
波 形 試 験	*2	—	3	2	—	1
寿 命 試 験	—	—	1	—	1	—

\* 試験規格臨界値の軽微な波形不良である。



第13図 JVB-9-A 負荷特性 (12V タップ)  
Fig. 13. Load Characters of JVB-9-A Vibrator (12 Volt Tap)

(1) 工場試験結果

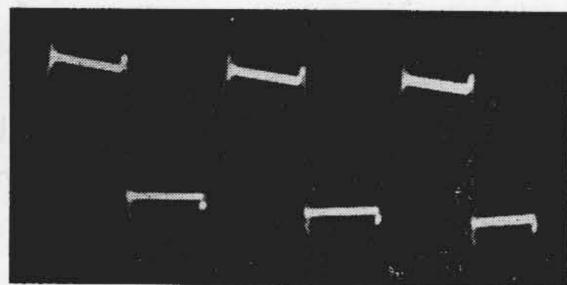
SCR-593-A 無線装置の電源部とほぼ等価な第2, 3図の回路で抵抗負荷した JVB-8-A 及び JVB-9-A の負荷特性はそれぞれ第11図及び第12, 13図、定格負荷時の変圧器入力電圧波形は第14図のとおりである。各型4箇宛についての寿命試験を昭和27年6月から開始し毎日平均10時間の割合で運転し毎朝夕の起動、停止毎に接触率(時効率)試験、ブラウン管による電圧波形の観測、各10回宛の起動試験を行い既に1,500時間以上を経過しているが、全数能率、接触率、波形共に殆ど変化なく起動不良は一回も発生せず極めて安定な動作を続けている。

(2) 保安庁による試験結果

第2表は保安庁によつて昭和27年7月から同10月にわたつて実施された SCR-593 用バイブレーターのコンクールに関する報告書<sup>(4)</sup>から摘録したもので日立製作所製品は1,000時間の寿命試験を全数無事故でパスしており、上述の工場における寿命試験で1,500時間以上無事故の成績と併せて日立バイブレーターの優秀性を明確に示すと同時に、一般国産バイブレーターの不安定さの一端をはつきり示しておりこの方面に関係する者の一層の努力精進が必要であることを痛感させられる。

〔V〕 結 言

在来の国産バイブレーターが何故に不安定短命であるかについて検討を加えその主因が接点の材質並びに表面処理及び振動系の構造にあることを明らかにし、日立バイブレーターは銀系統の特殊焼結合金接点並びに特殊電解研磨処理した純タンゲステン接点と砂鉄から精製された安来ハガネ材による振動子ばねを組合せ、接点の接触力と開離速度を適当に選定し、防震防音材を特に吟味し更に全体を密封し外気と完全に遮断することによつて



JVB-8-A



JVB-9-A

第14図 バイブレーター変圧器一次側の電圧波形  
(上) JVB-8-A (下) JVB-9-A

Fig. 14. Potential Wave forms of Vibrator Transformer Primary Winding

これらの欠陥を一掃し少くも有効寿命1,000時間以上の信頼度を有するものとなし得たことを述べ、日立製作所製品 JVB-8-A 及び JVB-9-A バイブレーターが保安隊移動無線機用バイブレーターの国産化試作コンクールに揃つて第1位で合格したことを附記した。

新接点によるバイブレーターは現在引続いて工場で実動寿命試験を継続し、既に全数無事故で1,500時間以上を経過しており寿命がどの程度になるかは今後の結果をまたねばならないが、画期的な長時間となることはほぼ確実であり各方面の御要望の一端を果し得たものと確信する。尚接点については寿命試験の完了をまつて改めて詳細に報告させて頂くこととした。

終りに臨み接点の研究試作に種々御指導を頂いた東北大学の永井、真野両氏、バイブレーターの国産化を計画され長期の試験に御尽力を頂いた保安庁第一幕僚監部の磯田、対馬、有岡の諸氏、安立電気株式会社の小平氏、本研究試作に種々御指導を頂いた工場幹部の方々、製作試験に協力下さつた桜井、平岩、家形、高木、中島の諸氏並びに製作課検査課の各位に厚く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 警察予備隊通信課：バイブレーター (JSCR-593用) 試作要領 (昭27.4)
- (2) U. S. War Dep.: Technical Manual RADIO SET SCR-593-A (TM 11-859), 1945.
- (3) 警察予備隊調達課：バイブレーター試験要項 (昭27.6)
- (4) 保安庁第一幕僚監部調達課：SCR-593用バイブレーター試験報告 (昭27.10)
- (5) 鳳誠三郎：電気接点と開閉接觸子 (昭25)
- (6) 萩原尊礼：振動測定, 178, (昭21)

# 特許月報

## 最近登録された日立製作所の特許及び実用新案 (其の4)

区分	登録番号	名称	工場名	発明考案者	登録年月日
実用新案	397880	熱的可変抵抗体の保護装置	戸塚工場	田島喜平太郎 江森五郎	27. 11. 19
"	397881	遠心噴霧乾燥機	日立工場	滑川清	"
"	397882	速度計用補償抵抗器	多賀工場	滝貞夫	"
"	397883	遮蔽変圧器	日立工場	首藤清	"
"	397884	洗濯兼脱水機の運転切換装置	亀戸工場	緒方剛	"
"	397885	自動出力レベル調整装置	戸塚工場	内藤大三	"
"	397886	バンド制動機	多賀工場	古市光之	"
"	397887	遠心分離機のプーリと軸との結合装置	多賀工場	川崎光彦	"
"	397888	電気自動車制御装置	多賀工場	河井章	"
"	397889	放熱器付変圧器	日立工場	滑川清	"
"	397890	過負荷継電器の加熱部	亀戸工場	千原錦吾	"
"	397891	ロール式コーヒーマル	亀戸工場	和田正脩	"
"	397892	遠心分離機に於ける軸とプーリの結合装置	多賀工場	河村三郎	"
"	397893	圧縮機等のオイルゲージ	栃木工場	須藤清治	"
"	397894	点・励弧極脱落防止装置	日立工場	緑川勝弥	"
"	397895	水銀整流器風冷装置	日立工場	緑川勝弥	"
"	397896	水銀整流器の点・励弧極保持装置	日立工場	宮崎徳太郎	"
"	397897	水銀整流器電極支持装置	日立工場	木村鐘治 宮崎徳太郎	"
"	397898	多陽極型水銀整流器	日立工場	木村鐘治	"
"	397899	セレンアレスター	多賀工場	小落哲郎 清	"
"	397900	アンモニヤ凝縮機に於ける導水器	栃木工場	須藤清治	"
"	397901	水面記録装置	日立工場	杉沼八郎 菅原三郎次	"
実用新案	397902	碍管と金属筒との気密接合部	日立工場	梅田実	27. 11. 19