

# DEVELOPMENT OF SH TYPE PFN CAPACITOR FOR A PULSE MODULATOR

H. Sakaguchi, M. Matsubara, S. Takeda\* and M. Akemoto\*

Nichicon Co., Ltd. Yakura 2-3-1, Kusatsu, Shiga 525, Japan

\*KEK, 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

## ABSTRACT

A compact self-healing (SH) type of capacitor with a long lifetime has been developed to obtain a compact pulse forming network (PFN). The structure of the capacitor element consists of polyethylene terephthalate and polypropylene films, and the former film was coated with thin Zn-electrodes (300 Å in thickness) which form series of capacitors. The size is less than one-third a conventional non-healing type of capacitor. The design and results of performance test are described in this paper.

## パルス変調器用SH形PFNコンデンサの開発

### 1. はじめに

パルス成形回路(PFN)には、コンデンサが多数使用されるため、パルス変調器の小形化にはPFNコンデンサの小形化が不可欠である。

従来のPFNコンデンサは、誘電体としてコンデンサ薄紙(CP)とポリプロピレン(PP)フィルムを採用していた。

しかし、電極箔を用いた非自己回復(Non self healing: NH)形コンデンサであるため、誘電体が破壊するとコンデンサ破壊となり、PFNコンデンサを小形化するには限度があった。

本報告では、誘電体、電極構成をPPフィルム、金属化ポリエチレンテレフタレート(MPET)フィルムとして、PFNコンデンサの小形化を図るべく性能評価を行ったので以下に報告する。

### 2. PFNコンデンサの小形化について

#### 2-1 耐電圧性能

PFNコンデンサを小形化するためには、高電位傾度設計が必要であるが、NH形コンデンサでは誘電体が破壊するとコンデンサの破壊になる。これに対して、自己回復(Self healing: SH)形コンデンサの電極は、蒸着電極であるため、電極箔の1/100以下の厚

さで、誘電体が破壊しても蒸着電極が飛散して絶縁を回復する。

このため、SH形コンデンサの場合、高電位傾度設計によるPFNコンデンサの小形化が可能になる。自己回復現象の模式図を図-1に示す。

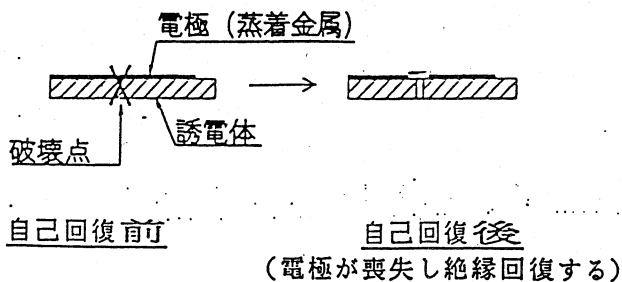


図-1. 自己回復現象(a)

Fig-1. Self healing phase (a)

#### 2-2 耐電流性能

SH形コンデンサの電極引出しは、蒸着電極にメタリコン金属を溶射して形成するため、耐電流性能については十分確認が必要である。

このため、容量減少を抑制するため蒸着電極の材質を亜鉛とし、メタリコン部蒸着膜を厚くしてメタリコン材質を亜鉛蒸着電極と電気的接合の良い亜鉛、アルミ合金として試験を実施

し、素子あたりピーク電流値3500.A/20  
セクション、25ppsのくり返し充放電で性  
能を満足することを確認している。

3. 試験コンデンサ

今回の加速寿命試験コンデンサの容量、誘電体、  
電極構成は下表示す通り。

	NH形コンデンサ	SH形コンデンサ
容量 (μF)	0.0146	0.0178
誘電体	CP+PP+CP	PET+PP
電 極	アルミニウム箔	亜鉛蒸着
素子結線	9~14 直列	10~15 直列

4. 小試料特性試験

小試料特性測定結果として、NH形、SH形コン  
デンサの損失、部分放電開始電圧-温度特性を図2、  
3に、また、破壊電圧特性を図-4に示す。

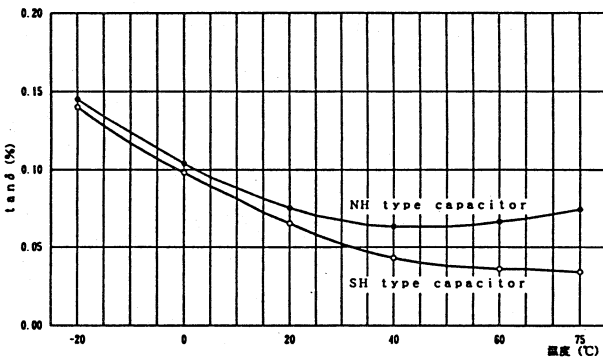


図-2. 損失-温度特性

Fig-2. Temperature characteristics of tan δ

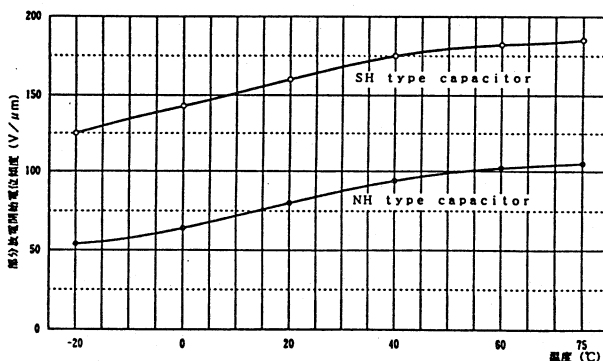


図-3. 部分放電開始電圧-温度特性

Fig-3. Temperature characteristics of PDIV

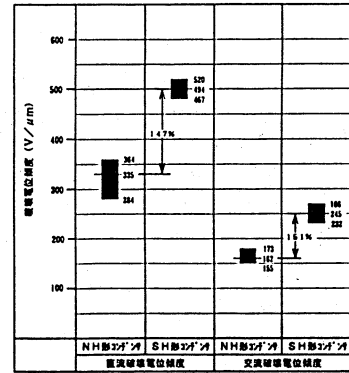


図-4. 破壊電圧特性

Fig-4. Characteristics of break down voltage

この結果、

- I) 損失の温度特性ではSH形コンデンサは、誘電体が全てプラスチックフィルムであるためこれのバリア効果により、高温で絶縁油のイオン伝導損失の影響は受けにくく、低損失が維持されている。
- II) 部分放電開始電圧の温度特性ではSH形コンデンサは、電極形状の差および誘電体厚み効果により、NH形コンデンサよりも部分放電開始電圧が高くなっている。
- III) 破壊電圧特性ではSH形コンデンサは、誘電体の厚み効果および誘電体が全てプラスチックフィルムであり、この高い絶縁性能からNH形コンデンサよりも破壊電圧が高くなっている。

以上よりSH形コンデンサはNH形コンデンサよりも良好な特性を示している。

5. 実器特性試験

5-1 試験条件

SH形実器コンデンサのの充放電試験は図-5に示すブロックダイアグラムの回路で実施し、この時の充電電圧波形、出力放電電圧、電流波形を図-6,7に示す。また他の試験条件は次表の通り。

充電電圧	47kVDC
放電電流	6200A
くり返し頻度	25pps
セクション数	16/3 並列

5-2 加速寿命試験結果

実器にて充放電試験を実施した結果を図-8に示す。

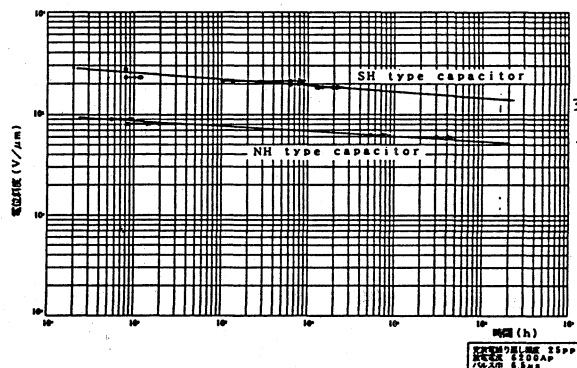


図-8. V-T特性

Fig-8. V-T characteristics of capacitor

この結果、SH形コンデンサの場合、NH形コンデンサ<sup>(2)</sup>と比べ2倍以上の耐電圧性能が得られ、2倍以上の高電位傾度設計が可能であることが裏付けられた。これにより、SH形PFNコンデンサは体積比で1/3以下と大幅に小形化できた。

6. 結言

以上の結果、SH形PFNコンデンサは、自己回復性能を生かすことにより、高電位傾度設計が可能となり、従来のNH形PFNコンデンサよりも体積で1/3以下とすることができた。

現在、この実器による実装試験を実施中であり、さらに信頼性の確認をしていく。

7. 謝辞

実器試験にあたっては、ATC森田氏に大変お世話になり、ここで謝意を表します。

参考文献

- (1) Mitsuo Akemoto et al. "Pulse Modulator for 85MW Klystron in ATF Linac" KEK Preprint 94-128, 1994
- (2) 穴見、山中他：PFN用コンデンサの実装耐用性試験結果  
電気学会静止器研究会 SA-90-54

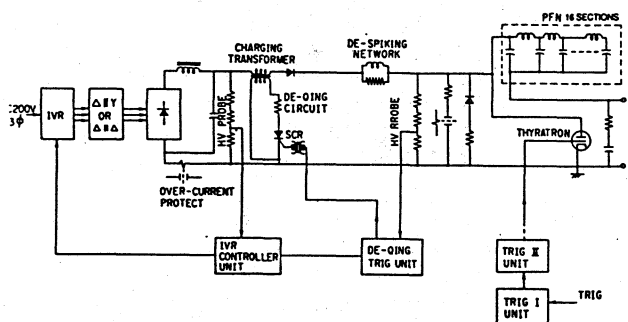


図-5. 変調器のブロックダイアグラム

Fig-5. Block diagram of modulator

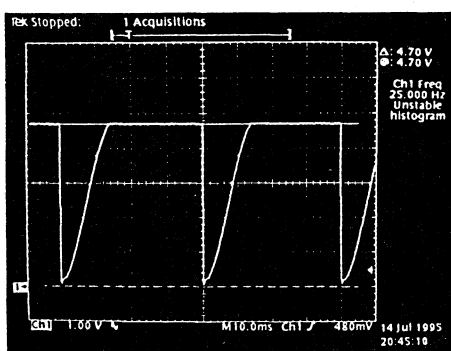


図-6. 充放電電圧波形

Fig-6. Charging voltage waveform  
(V:10kV/div, H:10ms/div)

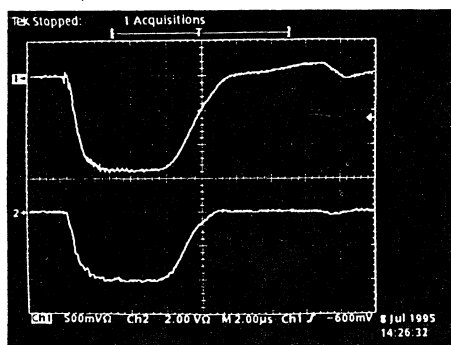


図-7. 出力放電電圧(上)/電流波形(下)

パルストランス比 1:15

ピーク電圧 355kV/ピーク電流 412A

Fig-7. Output discharging voltage / current waveform (H:2 μs/div)

Pulse transformer ratio 1:15

Peak voltage : 355kV/peak current : 412A