

家電製品の焼残痕跡による事故原因究明

～アルミ電解コンデンサの内・外火痕跡（続報）について～

北関東支所

燃焼技術課 並木 英夫

発表内容

1. 調査の背景と目的
2. 痕跡作製方法
 - (1) 試料
 - (2) 痕跡作製条件
3. 発火・燃焼実験
 - (1) 各条件での発火・燃焼現象
 - (2) 電圧/破壊時間/ケース温度
4. 生成焼残痕跡
 - (1) 生成痕跡の傾向(50Vコンデンサ)
 - (2) 生成痕跡の傾向(100Vコンデンサ)
5. まとめ

1. 調査の背景と目的

• 背景

家電製品の発火燃焼事故のうち、コンデンサが焼損している事故が散見されるが、焼残物から原因究明するための蓄積されたデータは僅か。



1. 調査の背景と目的

•調査目的

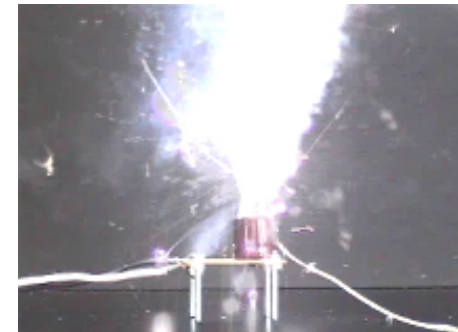
『製品から出火したのかあるいは火災によって製品が燃焼したのかを、焼損事故品の痕跡から調べるための技術データを取得する』

アルミ電解コンデンサの焼残痕跡解析のための技術データの取得

- (1) 電氣的負荷を与え、コンデンサの発火サンプル※¹を作製する。
- (2) 外部からの熱源でコンデンサを加熱したサンプル※²を作製する。
- (3) 原因究明に必要な特徴的焼残痕跡データの取得

※¹以下、内火想定サンプルという

※²以下、外火想定サンプルという



1. 調査の背景と目的

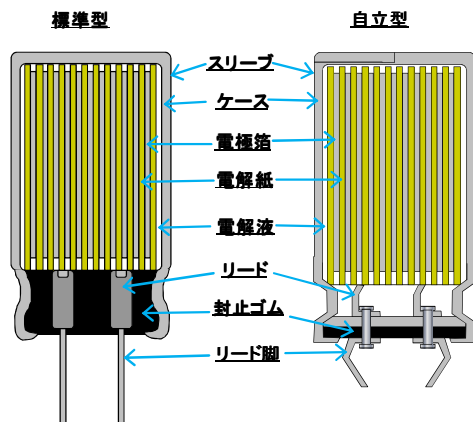
・事故事例(内火)

製品	事故内容
電気スタンド	トランジスタの不良により内部で短絡が生じたため、過電流が流れて抵抗及び電解コンデンサが発熱し、周囲の樹脂を変形させるとともに、電解コンデンサの防爆弁が開弁した。
テレビ	電源回路1次側の電解コンデンサが経年劣化し、容量減少により2次側の電解コンデンサに過電圧が加わり内圧上昇し、防爆弁が開弁し、気化ガスが噴出、内部ショートにより引火、外装部が熱変形した。
カラーテレビ	経年劣化により、一次側の制御回路が故障して、二次側に過電圧が印加され、電解コンデンサの耐圧限度を超え、内部短絡し、破裂・発煙した。
パソコン	電解コンデンサの部品不良によって、トランジスタに過電圧が加わり防爆弁が開弁し、短絡破壊したため異常発熱し、樹脂ケースが溶けて変形した。
カラーテレビ	電源部の平滑回路に使用した電解コンデンサに、設計の時に想定した以上のリップル電流が流れ、コンデンサの定格リップル電流を超えたため、発熱し劣化が進み内部圧力が高まり、電解コンデンサが開弁した。
エアコン室外機	プリント基板とダイオードブリッジのはんだ付け不良で、繰り返し応力が加わり、はんだクラックが発生したため、電解コンデンサに逆電圧が印加され、コンデンサが破損し、スパークにより着火した。
カメラ	フラッシュ制御回路基板に取り付けられているトランジスタ端子のはんだ不良により、コンデンサへの充電が停止せず、過充電となりコンデンサが発熱した。

2.痕跡作製方法

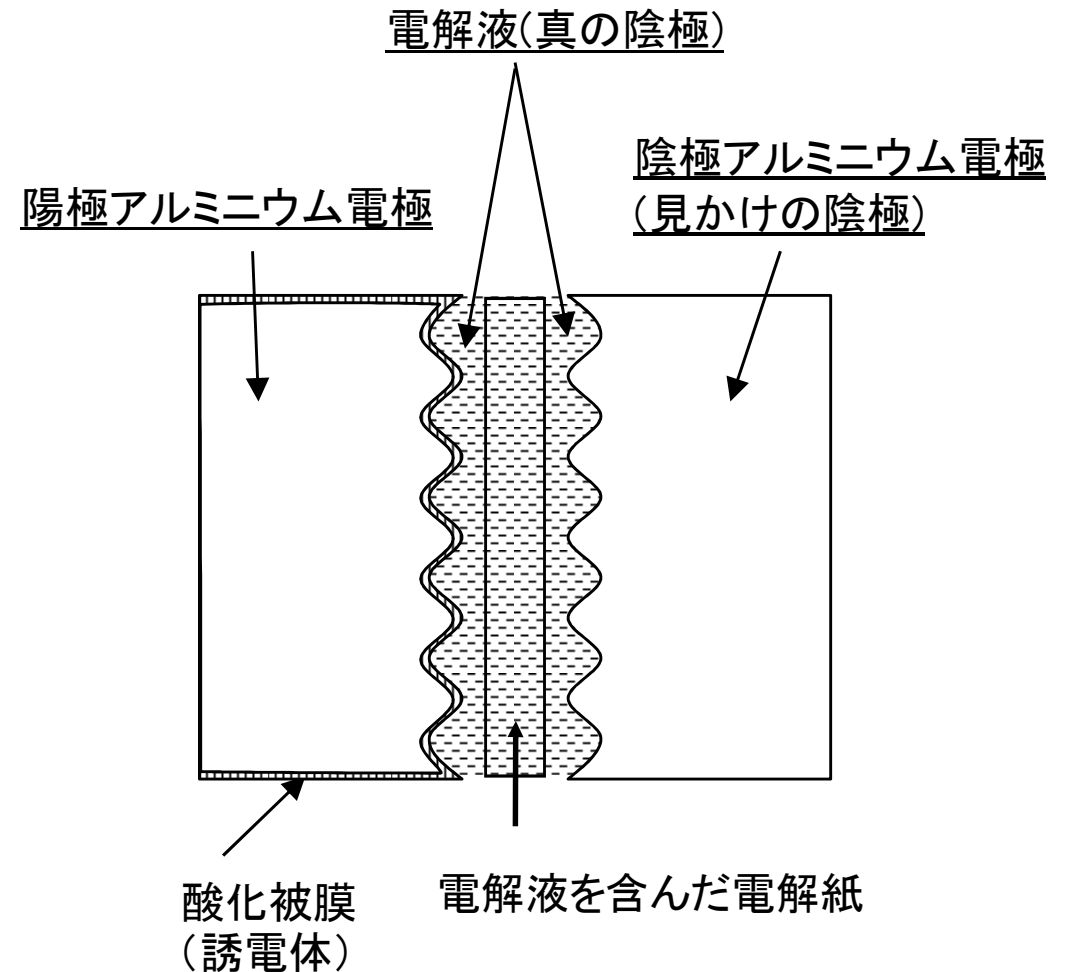
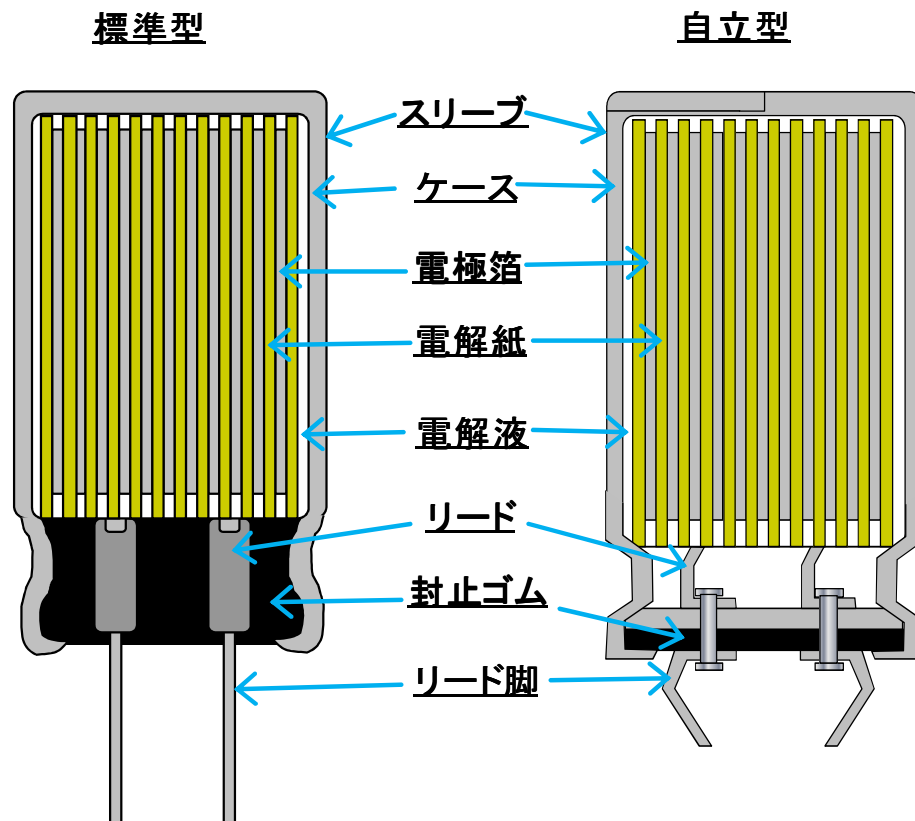
(1)試料

定格電圧 (V)	静電容量 (μ F)	ケースサイズ ϕ D×L(mm)	定格使用温度 (°C)	防爆弁の有無	形状	箔とリード(タブ) の固定
50	10	5.3×11.7	105	無	リード形	かしめ止め
	22	5.3×11.7				
	33	5.2×11.9		有		
	47	6.4×11.8				
160	100	16.2×25.8	105	有	リード形	かしめ止め
	330	20.2×20.6				
160	180	18.2×36.4	105		自立形	冷間圧接
180		22.2×20.7				
200		22.2×20.7				



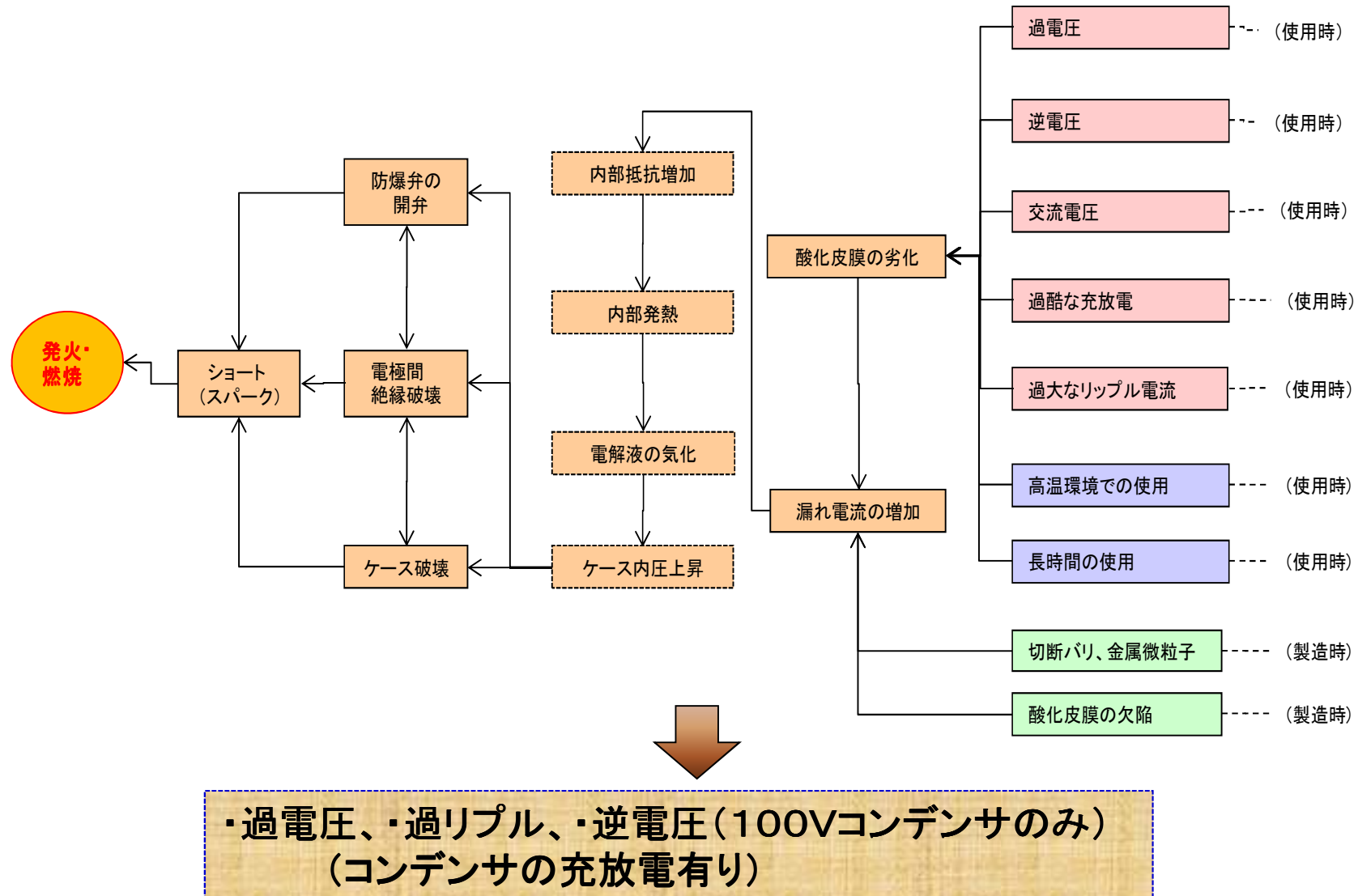
2.痕跡作製方法

(1)試料



2. 痕跡作製方法

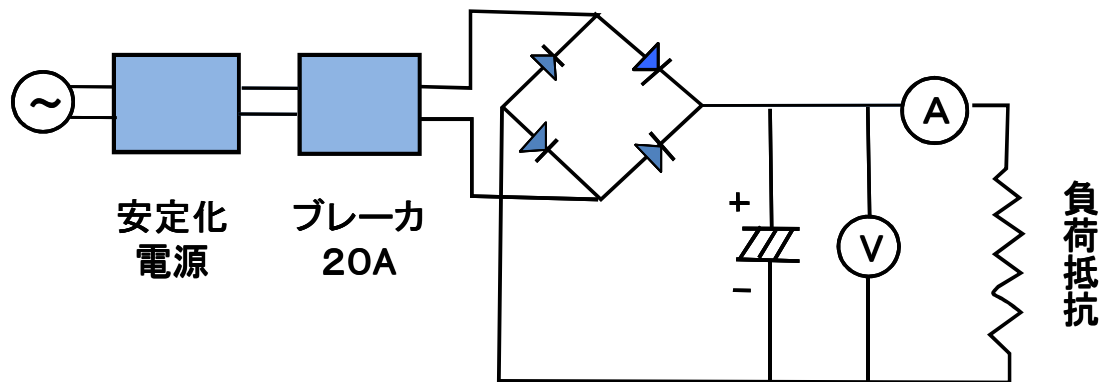
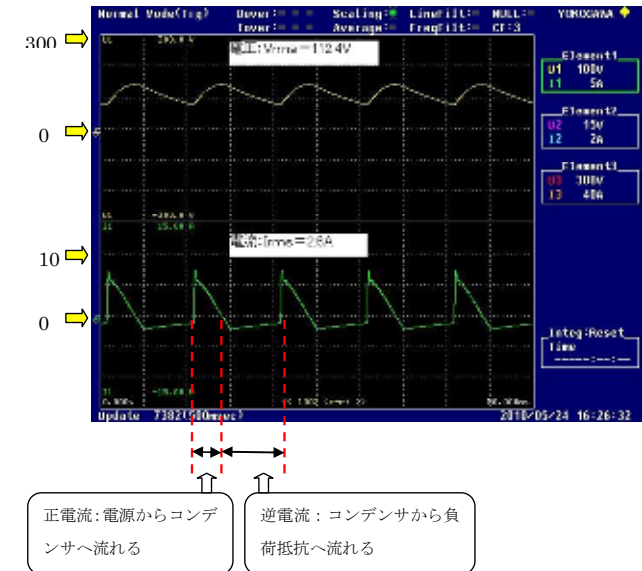
(2)-1 作製条件: アルミ電解コンデンサの破壊・発火要因



2. 痕跡作製方法

(2)-2 作製条件: 内火想定サンプル

試料	印加電圧 (V:max)	リップル電流 (mA:rms)
WV 50V /10~47 μ F	定格電圧の 1~2倍	定格電流の 1~10.4倍
WV 160V以上 /100~330 μ F	定格電圧の 0.9~1.7倍	定格電流の 1~18.3倍



2. 痕跡作製方法

(2)-2 作製条件: 内火想定サンプル



(例)

試料: 160V, 180 μ F
負荷抵抗: 60 Ω

電圧: 141Vmax
112.4Vrms
リプル率: 50% (73V)

リプル電流: 2.6Arms
定格リプル電流: 0.54A: 50Hz
リプル率: 4.76倍

正電流: 電源からコンデ
ンサへ流れる

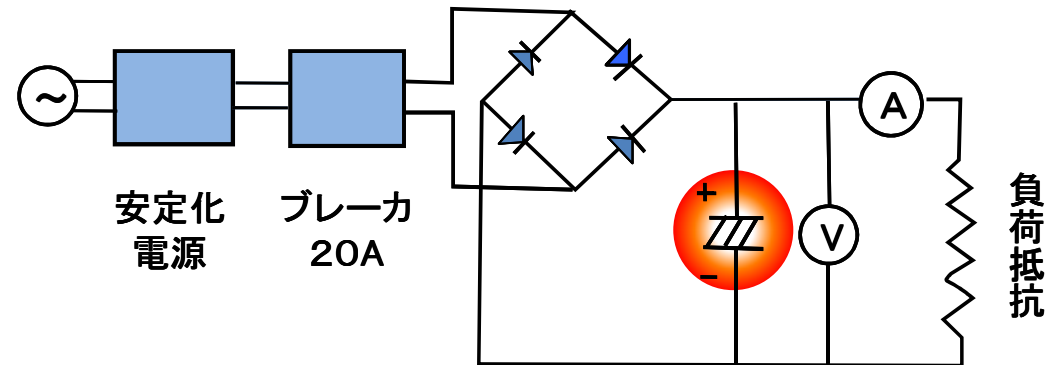
逆電流: コンデンサから負
荷抵抗へ流れる

2.痕跡作製方法

(2)-3 作製条件:外火想定サンプル

外火加熱

- ・火炎熱(通電、無通電)
- ・輻射熱(通電、無通電)



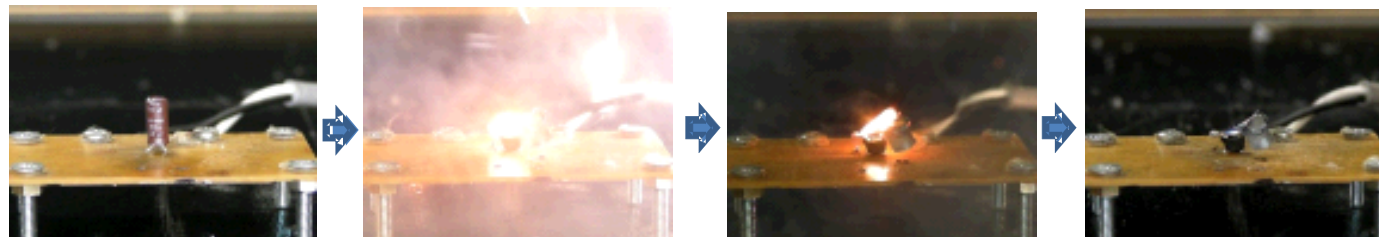
試料	実験条件<外火>			
	火炎による加熱		輻射熱による加熱	
	加熱源	電圧印加 (充放電)	加熱源	電圧印加 (充放電)
WV 50V /10~47 μ F	クリブ(燃焼実験用木材)	無し	渦巻状電気加熱フッド(コーンヒータ)加熱 強度:温度上昇 55°Cdeg/min	無し
		有り		有り
WV 160V以上 /100~330 μ F	33g/本×8本	無し		無し
		有り		有り



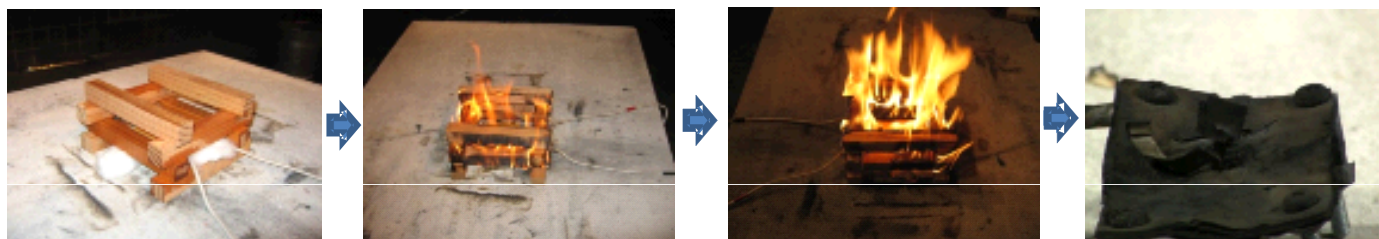
3.発火・燃焼実験

(1)-1 50Vコンデンサの発火・燃焼現象(一部例)

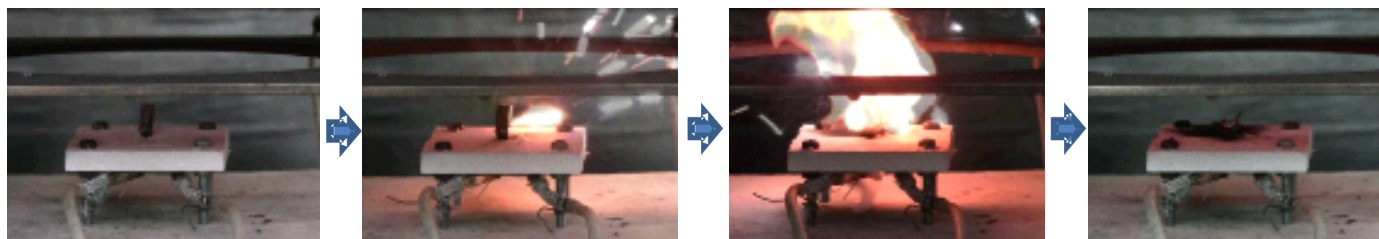
【内火】
過電圧/過
リプル



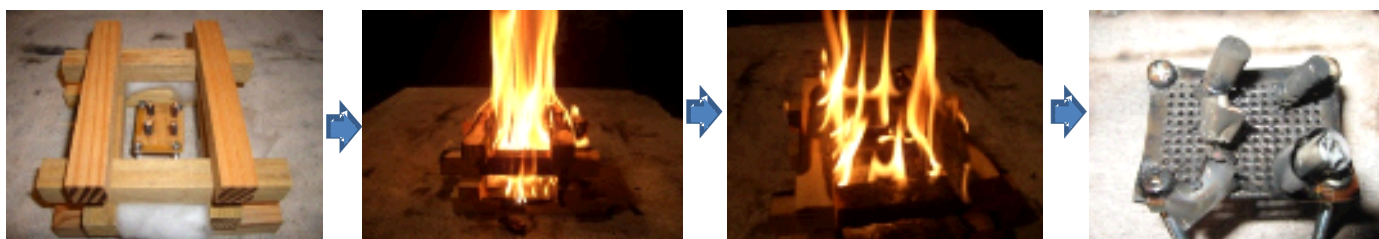
【外火】
火炎/通電



【外火】
輻射/通電



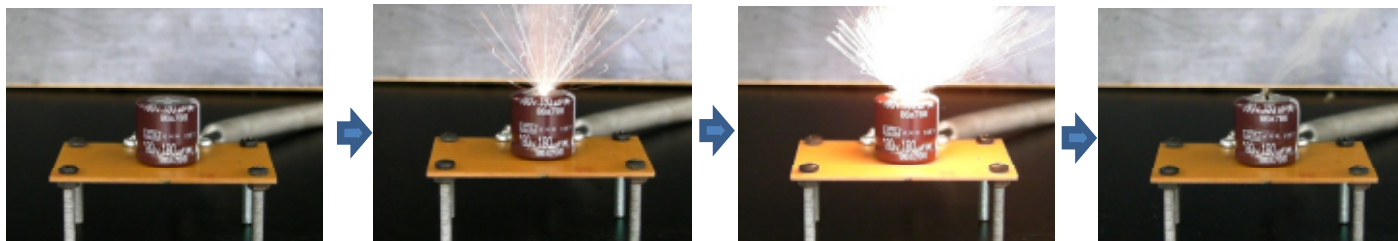
【外火】
火炎/無通電



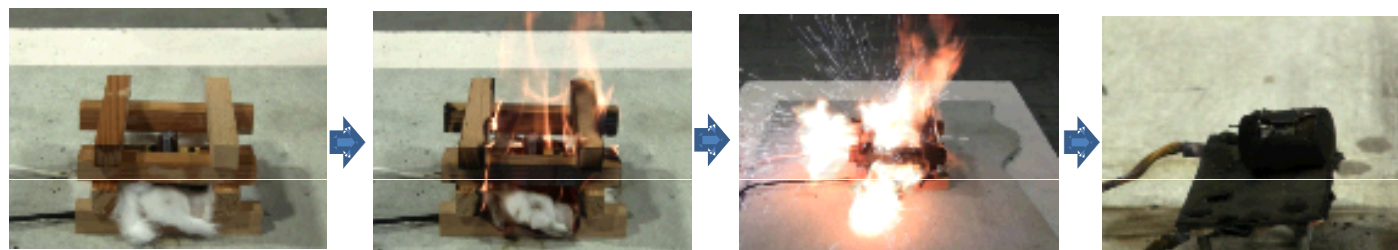
3.発火・燃焼実験

(1)-2 100Vコンデンサの発火・燃焼現象(一部例)

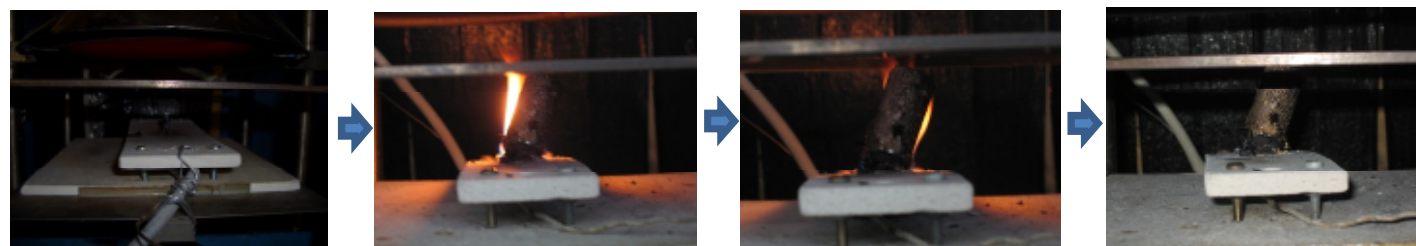
【内火】
過電圧/過
リプル



【外火】
火炎/通電



【外火】
輻射/通電

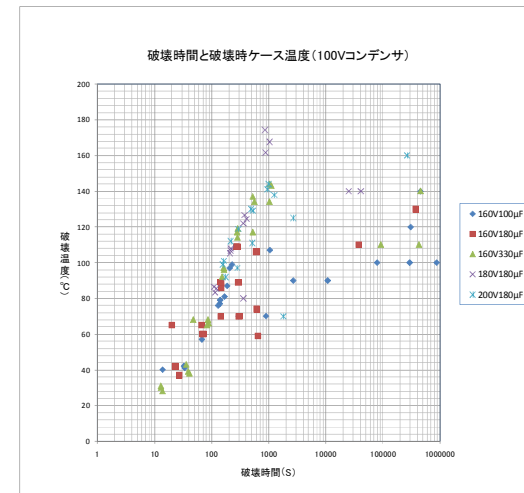
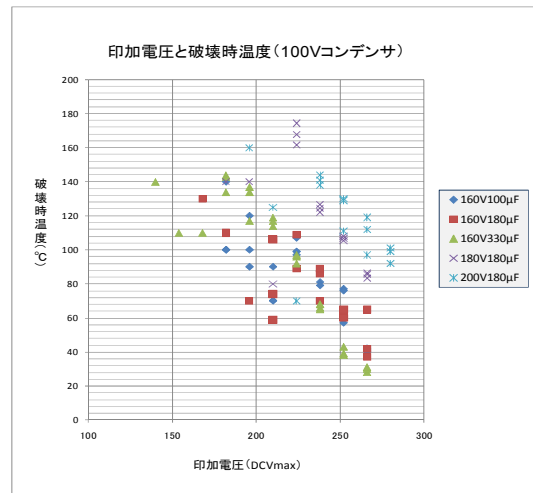
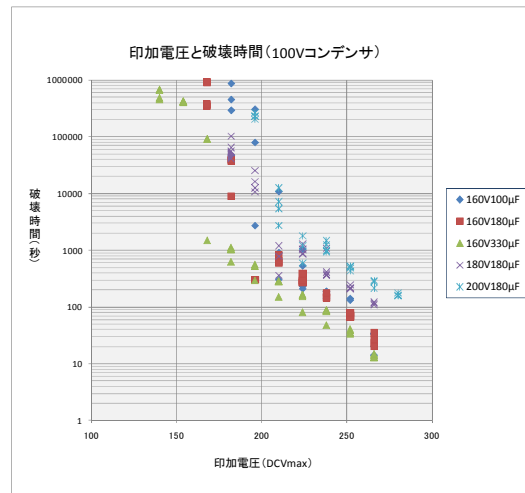
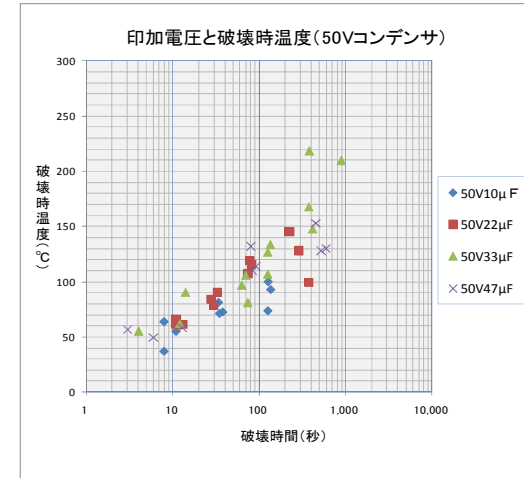
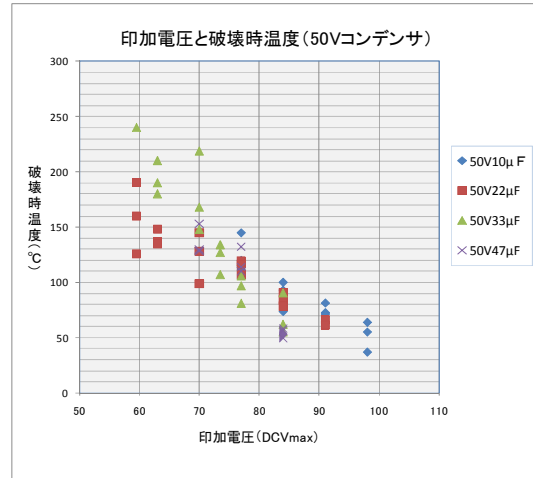
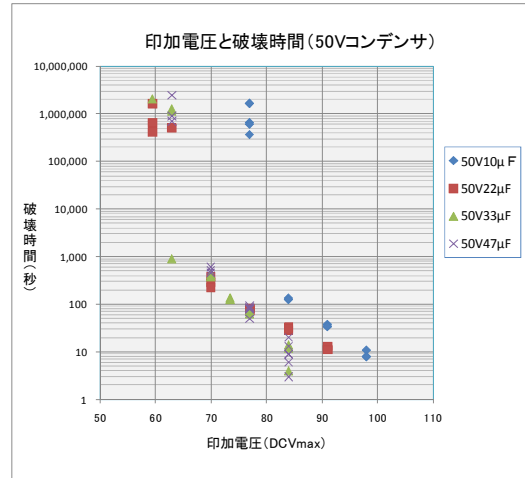


【外火】
火炎/無通電



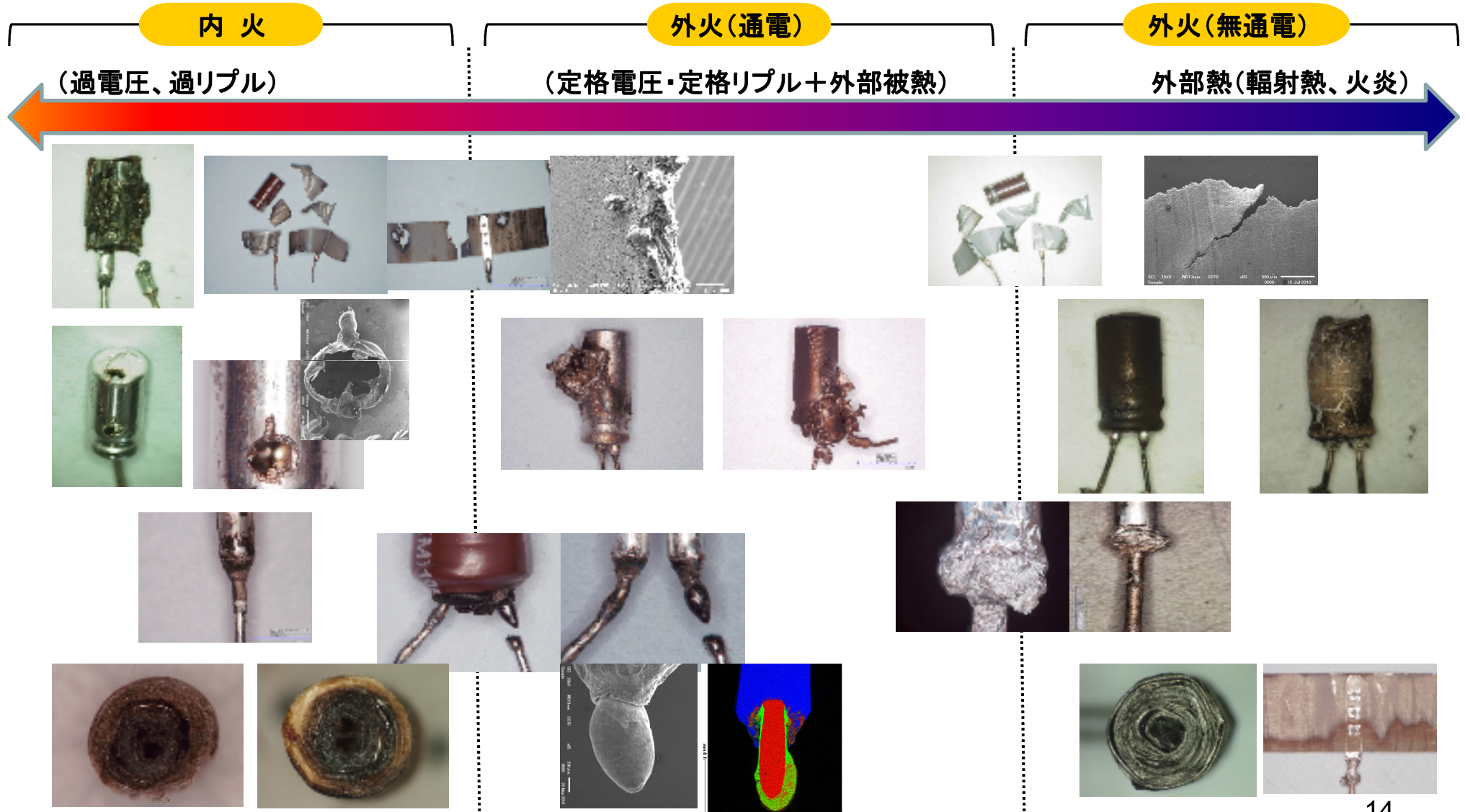
3.発火・燃焼実験

(2)内火実験における印加電圧、破壊時間、破壊時ケース温度の関係



4.生成焼残痕跡

(1) 生成した痕跡と傾向(50Vコンデンサ)



4.生成焼残痕跡

(2) 生成した痕跡と傾向(100Vコンデンサ)



5. 調査結果のまとめ

実験の結果、いくつかの特徴的な痕跡が生成する傾向を見出すことができた。
主な特徴的痕跡を例示すると、

- ①通電中に外部加熱を受けるとケースの激しい破裂損傷の痕跡が生じやすい。（破壊痕）
- ②通電中に破壊したものには電氣的溶融痕跡が生ずる。（短絡痕）
- ③通電中に破壊したものには微小な放電痕が生ずる。（微小放電痕）100Vのみ
- ④コンデンサからの発火燃焼が生じたものは、電極箔が塊様に広範に溶着する痕跡となる。
など。

- ・今回の調査は、アルミ電解コンデンサに残る焼損痕跡がどのような条件により生じたもののかの傾向を把握する目的で実施したもの。
- ・限られた試料・実験条件による結果である。
- ・調査によって全てが解決し、明確な内・外火区分が可能となったわけでない。（傾向は一定捕らえられた。）
- ・焼損したアルミ電解コンデンサの解析調査における一助として活用できる。（通電立証的な見方については有効と考える。）

事故製品中に焼残しているアルミ電解コンデンサの痕跡解析に活用しやすい形態に整理した「痕跡データ集」を作成し、公表を予定。