

基板母材・絶縁材のトラッキング痕跡 解析技術データの取得・蓄積 〈第一報〉

北関東支所

燃焼技術課 今田 修二

発表内容

1. 調査の背景と目的
2. 22FY調査内容
 - 2-1 事故事例等調査
 - 2-2 予備実験 市販の片面感光基板による実験
予備実験 実験結果及び実験で生じた痕跡
3. 【参考】製品で用いられている基板の例
4. まとめ及び今後の予定

1. 調査の背景と目的

• 背景

家電製品内部でのトラッキングに起因したと考えられる発火事故が散見されるが、そこに印加される電氣的な条件から発火の可能性を推定する際の物差しとなるような情報が豊富にあるとは言い難く、事故原因究明の際に事業者との間で見解が分かれる場合も見られる。

『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』

2-1 事故事例等調査-1

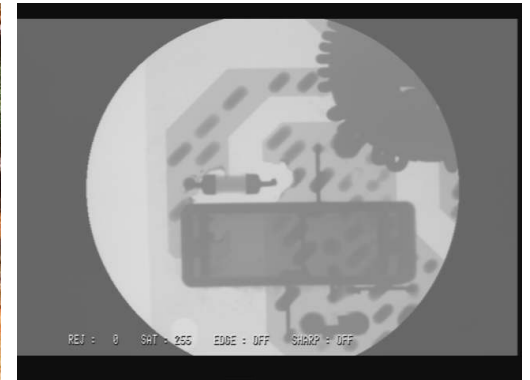
NITEの事故情報データベースにおいて、平成19年度以降、家電製品内部でトラッキングが発生したと推定された事故の発生部位及び印加電圧別件数

平成19年度以降の件数	トラッキング発生部位の電圧	件数	トラッキング発生部位	件数	全体件数に対する割合
70	100V以上	5	基板に関係したもの	2	2.9%
			コンデンサケース	1	1.4%
			コネクタケース樹脂	1	1.4%
			高圧リレー外郭	1	1.4%
	AC100V	43	基板に関係したもの	14	20.0%
			コネクタケース樹脂	13	18.6%
			サーモスタット外郭	2	2.9%
			リレー絶縁樹脂	1	1.4%
			製品外郭	1	1.4%
			スイッチケース	6	8.6%
			その他(部品絶縁樹脂等)	5	7.1%
	100V未満	2	基板(いずれも原因不明)	2	2.9%
	不明	20	基板に関係したもの	7	10.0%
			コネクタケース樹脂	3	4.3%
			ブレーカ外郭	1	1.4%
			リレー外郭	1	1.4%
			ソケット内部	1	1.4%
その他			1	1.4%	
電圧不明、部位不明			6	8.6%	

プラグ・コンセント部位を除く。
また、同一事業者の同一製品で複数発生した事故は1件としてカウントしている。

2-1事件事例等調査-2

- NITE事故情報データベースにおける製品ごとに特徴的なトラッキングの要因(付着物)
 - エアコン室内機では洗浄液
 - エアコン室外機や窓用エアコン及び冷蔵庫では、雨水や小動物
 - 温水洗浄便座では洗浄剤や尿
 - 冷蔵庫の基板では小動物
 - 洗濯機の基板上では電解コンデンサの電解液



製品内部に侵入した小動物の糞尿によってパターン間が短絡した例

2-1 事故事例等調査-3

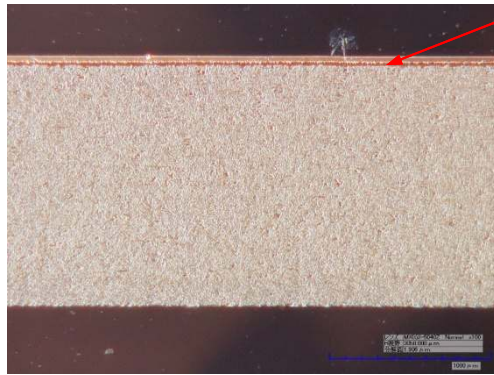
構造で分類した場合の基板の種類

種類	形態
片面プリント基板	導体パターンが片面にあるもの
非めっきスルーホール両面プリント配線基板 (2層板、両面板)	導体パターンが両面にあるものの、めっきを用いないで接続するもの
両面プリント配線板 (2層板、めっきスルーホール両面板)	導体パターンが両面にあり、めっきで接続したもの
多層プリント配線板 (メッキスルーホール多層板)	導体パターンを表面と内部に配置し、各層間の導体をめっきで接続したもの

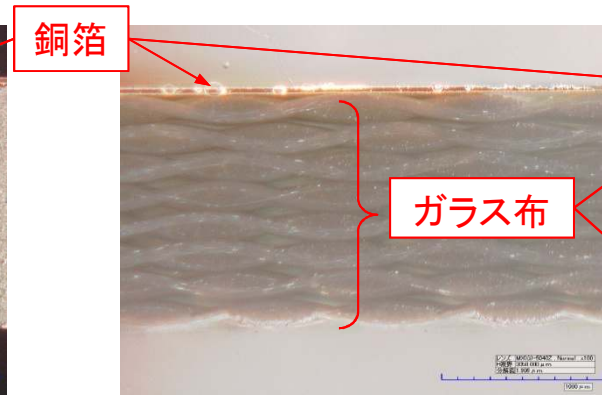
家電製品で多く用いられる基板

- 紙基材・フェノール樹脂基板(“紙フェノール”又はFR-1)
- ガラス布基材・エポキシ樹脂基板(“ガラエポ”又はFR-4)
- ガラス不織布、ガラス布基材・エポキシ樹脂基板
(“ガラスコンポジット”又はCEM-3)
- 紙、ガラス布基材・エポキシ樹脂基板(CEM-1)

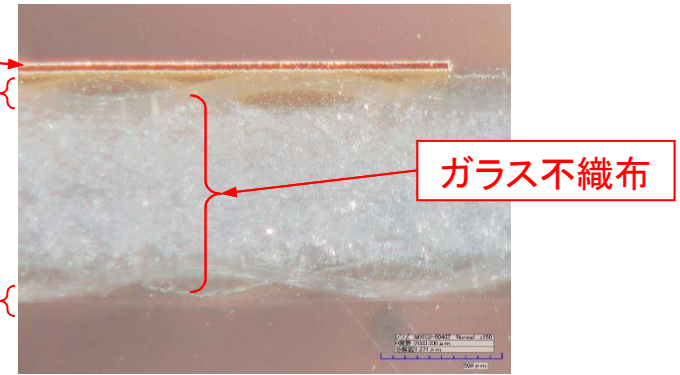
2-1事故事例等調査-4



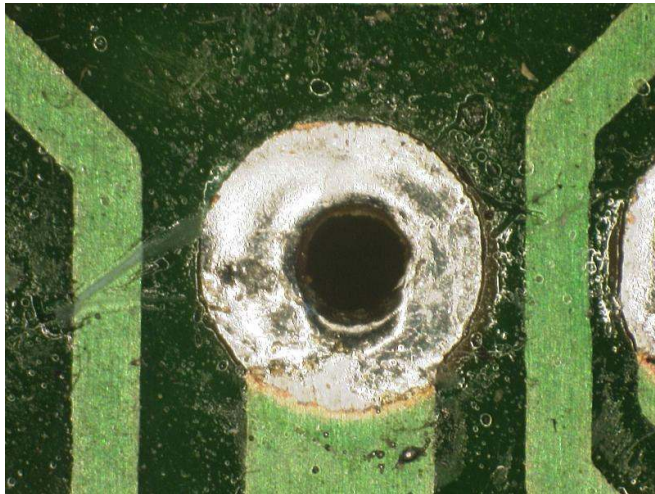
紙フェノール基板の断面



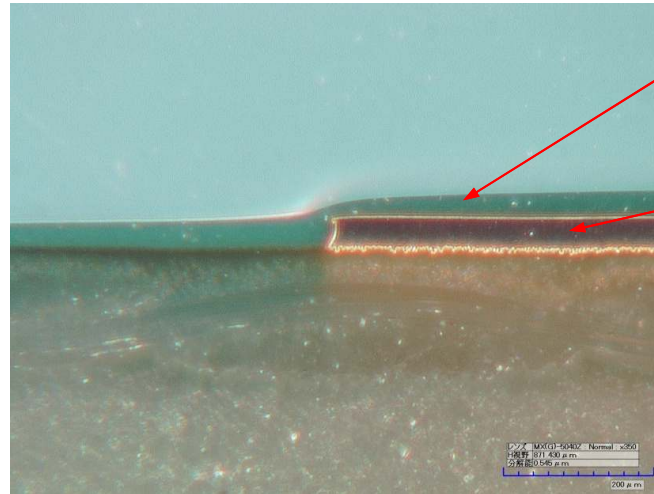
ガラスエポキシ基板の断面



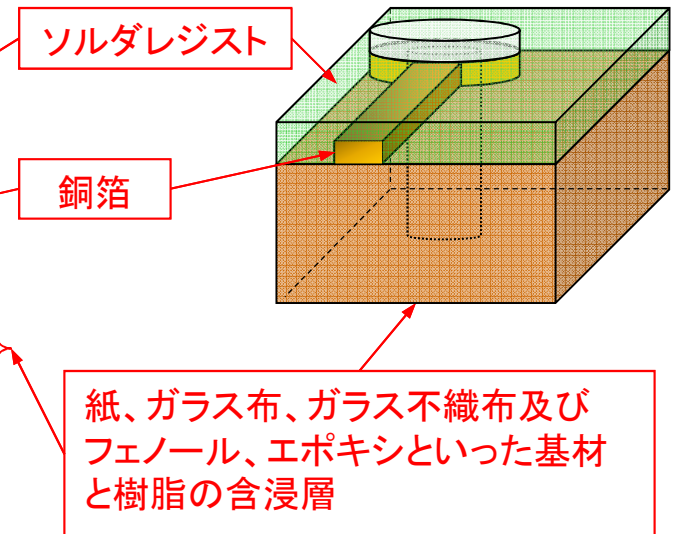
ガラスコンポジット基板の断面



家電製品に用いられている基板の例



家電製品に用いられている基板の断面
(ガラスコンポジット基板の例)



2.2 予備実験～市販の片面感光基板による実験

試料ごとの発火するおおよその電圧を調べ、市販の片面感光基板を試料として、文献等を基に設定した濃度の電解液を滴下する実験を行った。

試料に用いた基板の種類

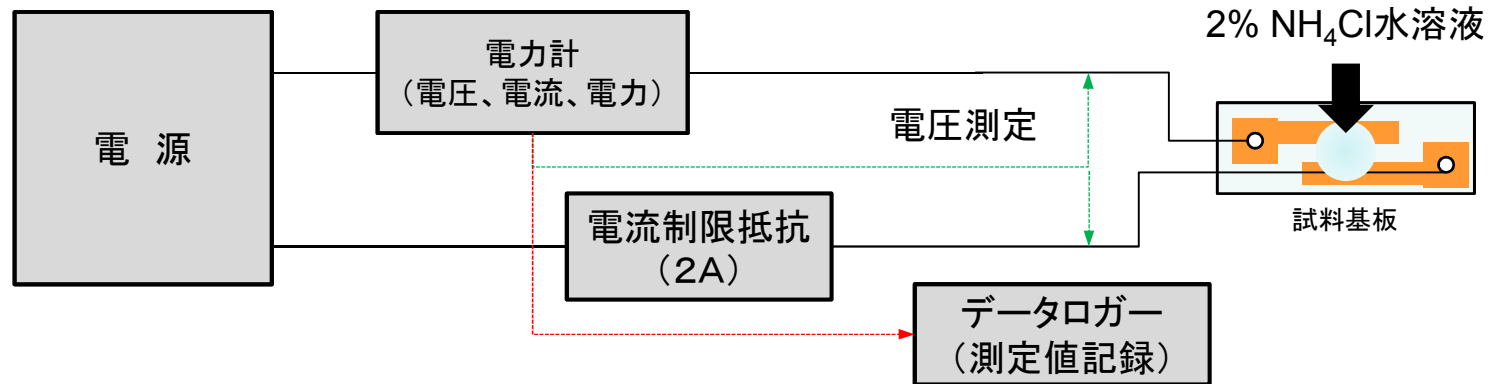
基板の種類	板厚 (mm)	箔の厚さ (μ m)	難燃性
紙フェノール	1.6	35	UL94 V0
ガラスエポキシ	1.6		
ガラスコンポジット	1		

実験条件

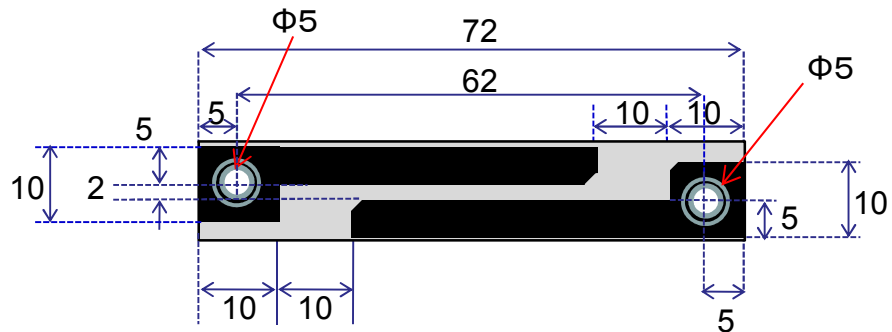
項目	実験条件	
銅箔の間隔 (mm)	2	1
印加電圧 (V)	AC	DC
	200V, 100V	100V, 40V, 20V, 15V, 12V
電解液	2% 塩化アンモニウム水溶液	
電解液の 滴下間隔	30秒 低電圧での実験では滴下した電解液が乾くのを目視で確認しながら滴下操作を行った。	
電流制限	2A	

2.2 予備実験～市販の片面感光基板による実験

痕跡作製実験装置



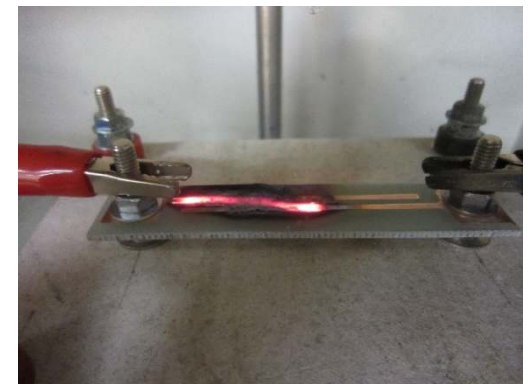
実験用基板パターン (銅箔の間隔が2mmのもの)



実験の様子



発火した試料



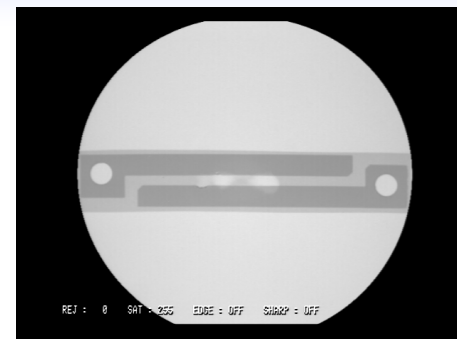
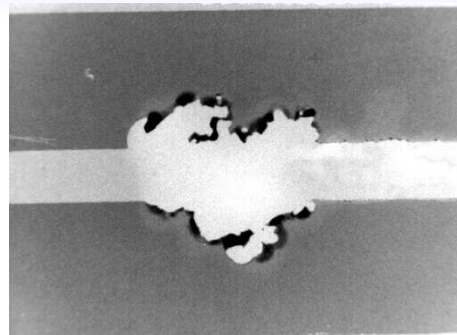
赤熱状態の試料

2.2 予備実験～実験結果（1）紙・フェノール基板

実験 No.	銅箔 間隔 (mm)	印加電圧			実験結果		
		AC/DC	電圧 (V)	周波数 (Hz)	滴下数	最終現象又は経過	最大電流値 (A)
1	2	AC	200	50	27	約30mmの持続する火炎	1.9
2	2	AC	100		21	約30mmの持続する火炎	1.78
4	1	DC	100	—	39	約10mmの持続する火炎	1.938
5	1	DC	40	—	10	約10mmの持続する火炎	1.86
6	1	DC	20	—	6	火炎長は2～3mm程度だが、持続炎	1.73
7	1	DC	15	—	3	2滴滴下したのち放置したところ、14分頃から電流が流れ始める。その後、電流が0となったため、16分過ぎに1滴滴下。18分頃から赤熱。18分30秒頃から2～3mm程度の持続する火炎。	1.53
8	1	DC	12	—	4	14分半頃4滴目を滴下したところ、赤熱。15分半頃、2～3mmの持続する火炎。	1.63

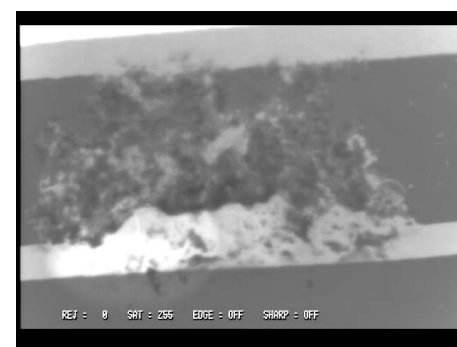
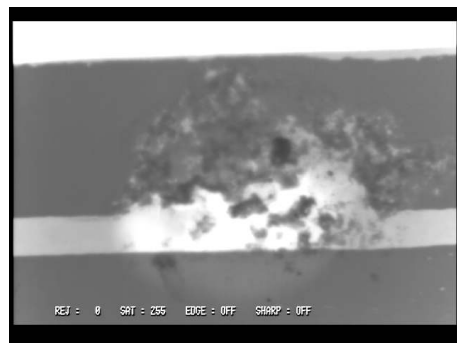
※ 赤字部分は修正箇所

2.2 予備実験～実験結果 (1)紙・フェノール基板に生じた痕跡



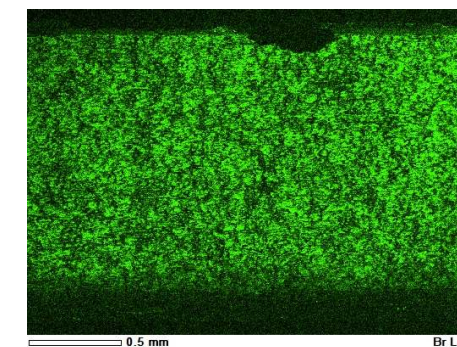
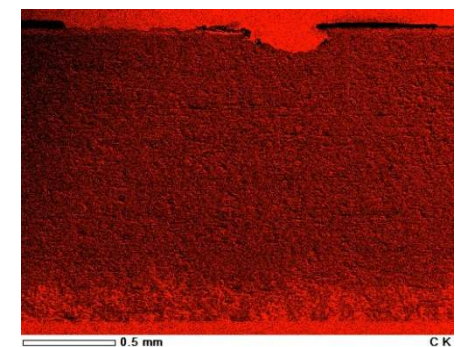
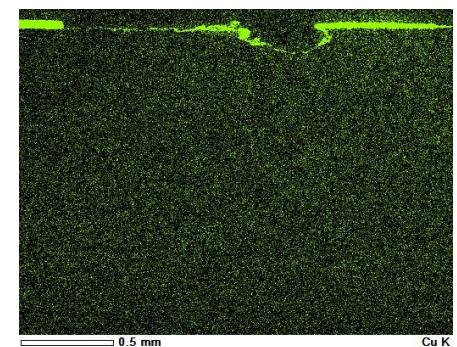
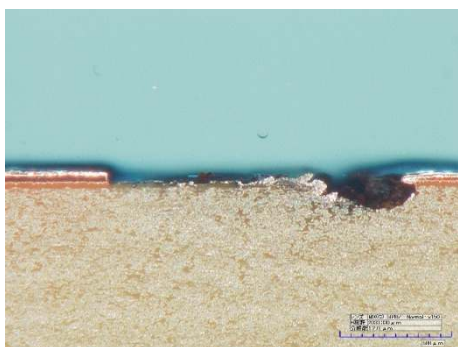
AC200V

AC100V



DC15V

DC12V



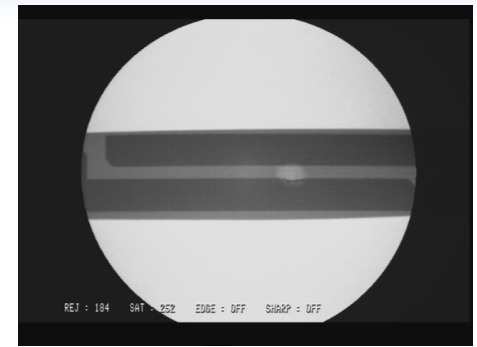
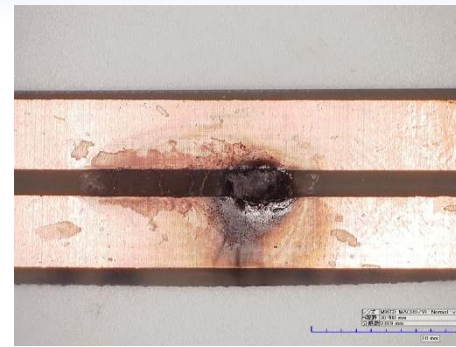
2.2 予備実験～実験結果 (2)ガラス・エポキシ基板

実験 No.	銅箔 間隔 (mm)	印加電圧			実験結果		
		AC/DC	電圧 (V)	周波数 (Hz)	滴下数	最終現象又は経過	最大電流値 (A)
1	2	AC	200	50	1	滴下数秒後に火花とともに発火 長さ約30mmの炎が2秒以上継続	1.59
2	2	AC	100		1	滴下数秒後に発火 持続炎	1.87
4	1	DC	100	—	2	長さ約30mmの持続炎	1.86
5	1	DC	40	—	5	長さ約5mmの炎が約2秒継続 30分後に電源offするまで滴下部 周辺で赤熱が継続	1.88
6	1	DC	20	—	3	発火 火炎長は2～3mm程度だが、持 続炎	1.76
7	1	DC	15	—	5	箔間で導通状態の後、発火 火炎長は2～3mm程度だが、持 続炎	1.81
8	1	DC	12	—	4	15分50秒で電解液が乾かないた め滴下停止。28分頃、2mm程度 の持続する火炎。	1.76

2.2 予備実験～実験結果 (2) ガラス・エポキシ基板に生じた痕跡



AC200V



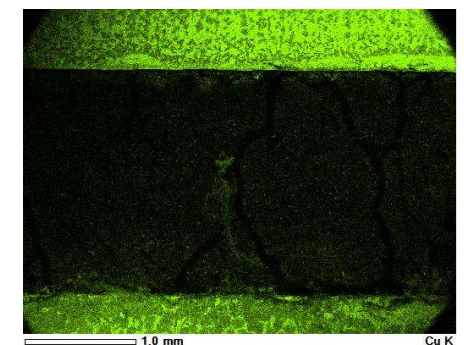
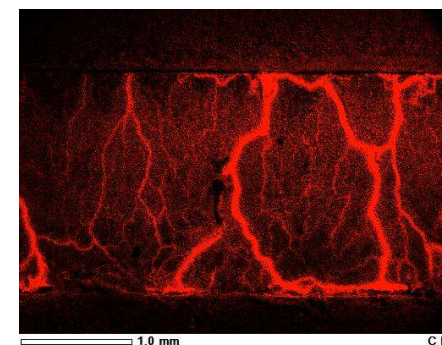
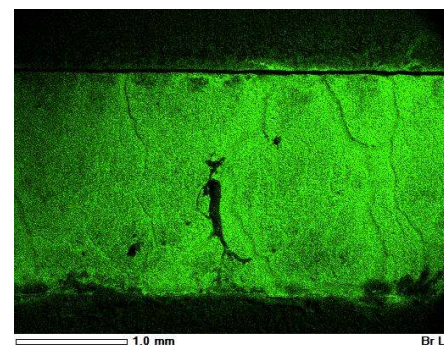
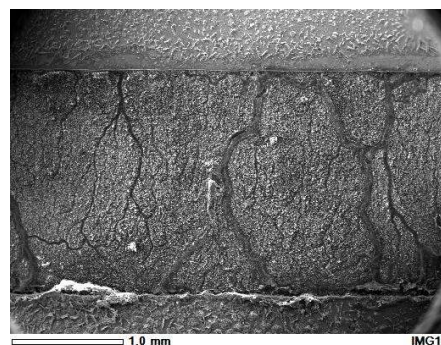
AC100V



DC15V



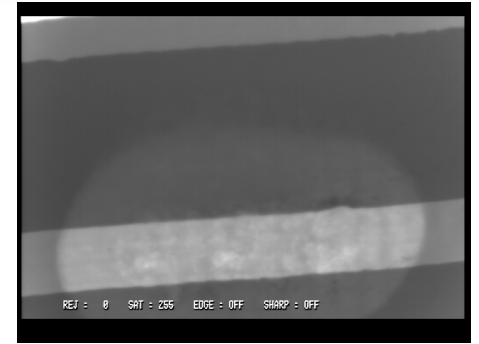
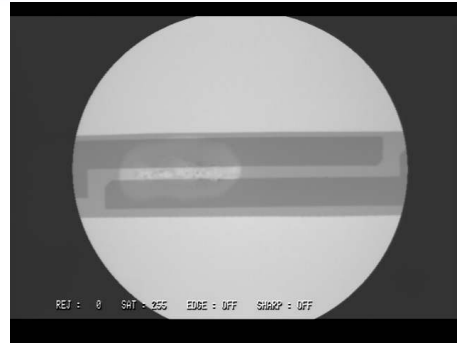
DC12V



2.2 予備実験～実験結果 (3)ガラス・コンポジット基板

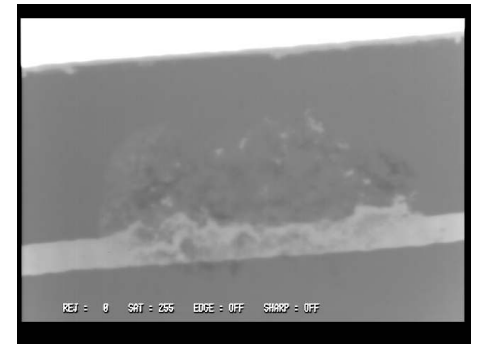
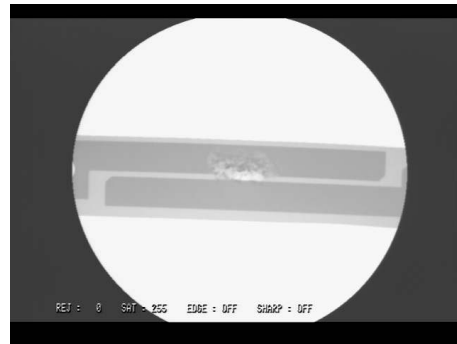
実験 No.	銅箔間 隔 (mm)	印加電圧			実験結果		
		AC/DC	電圧 (V)	周波数 (Hz)	滴下数	最終現象又は経過	最大電流値 (A)
1	2	AC	200	50	1	1滴目滴下後35mm程度の火炎が1秒程度発生。その後、赤熱。電解液の滴下を止め放置したところ5分半頃発火。約5mmの持続する火炎	1.96
2	2	AC	100		1	1滴目滴下直後に大きな火花。その後、赤熱。電解液の滴下を止め放置したところ5分20秒頃発火。約5mmの持続する火炎約1mmの持続する火炎	1.91
3	1	DC	100	—	9	20mm程度の火炎が2秒発生したのち、赤熱状態へ	1.92
4	1	DC	40	—	9	赤熱状態から炎長2mm程度の持続する火炎	1.85
5	1	DC	20	—	4	6分後に3滴目を滴下したところ、6分半頃発火。2～3mmの持続する火炎。	1.71
6	1	DC	15	—	5	4滴目滴下後6～7分で電流が流れなくなる。5滴目を滴下し8分50秒頃に赤熱状態から発火。2～3mmの持続する火炎。	1.83
	1	DC	12	—	4	6分頃、一次的に赤熱。4滴目滴下後、実験開始から13分後頃、電流値が制限値近くまで達したが、直後に0Aに低下したため、14分で実験中止。	1.96

2.2 予備実験～実験結果 (3)ガラス・コンポジット基板に生じた痕跡



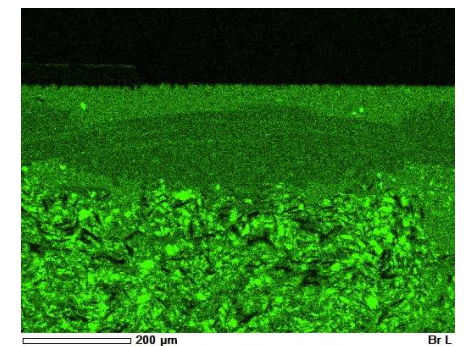
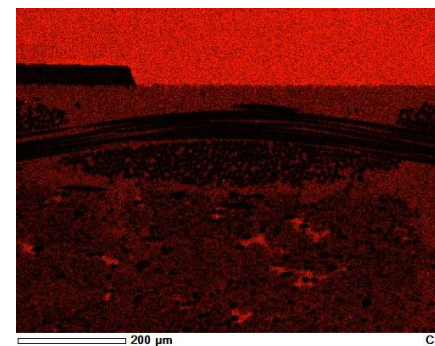
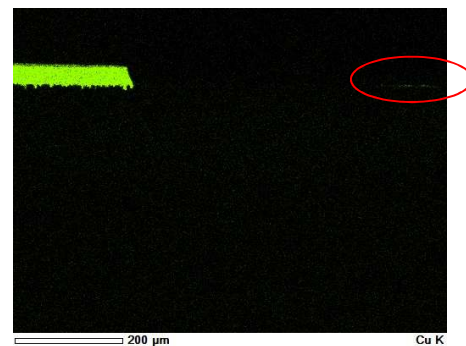
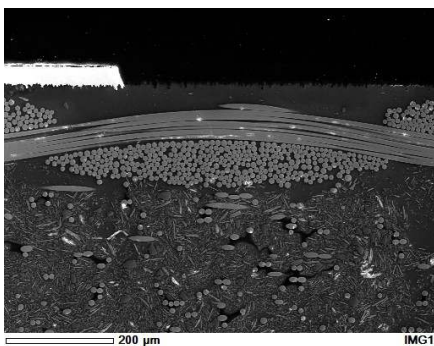
AC200V

AC100V



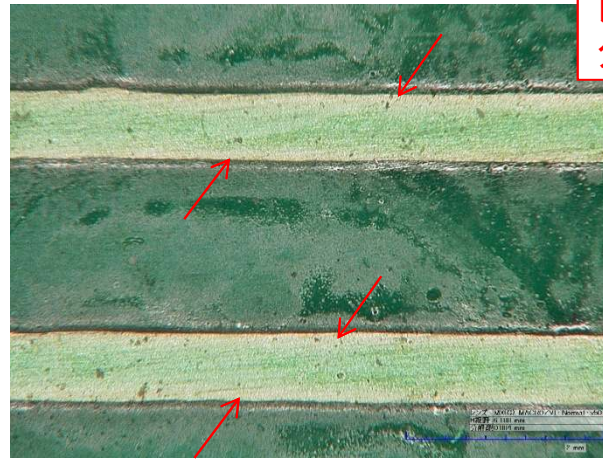
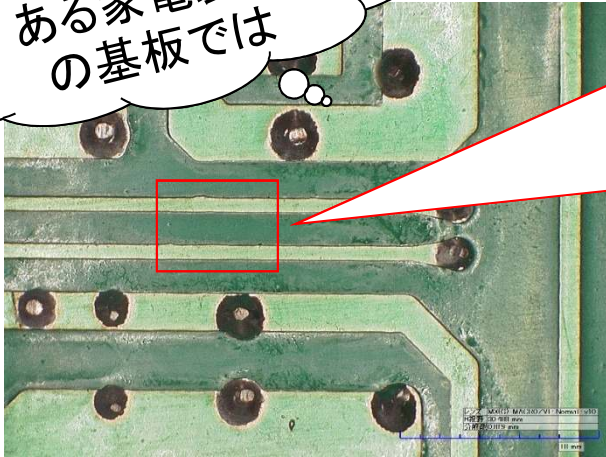
DC15V

DC12V

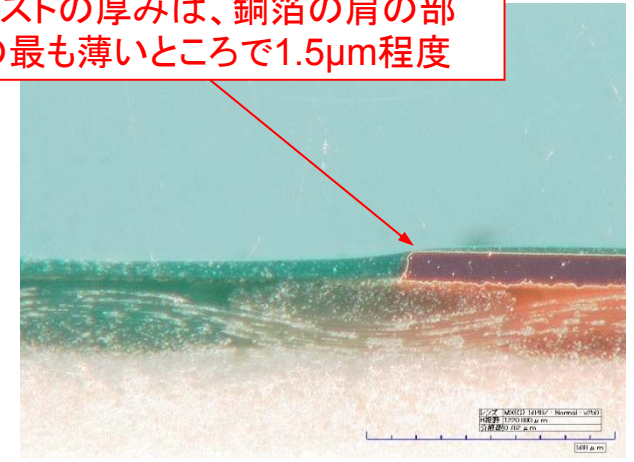


3.【参考】 製品で用いられている基板の例

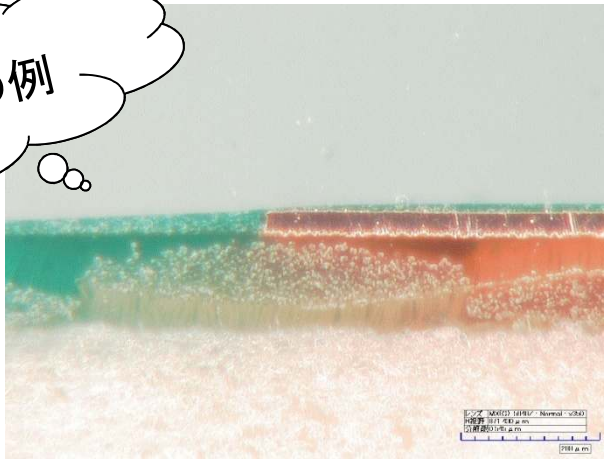
ある家電製品の
基板では



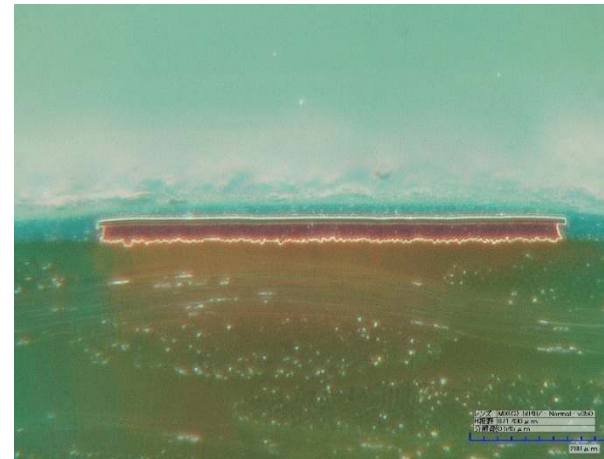
レジストの厚みは、銅箔の肩の部分の最も薄いところで1.5 μm 程度



他の製品の例



銅箔上で12~14 μm 、銅箔間で15~20 μm 、銅箔の肩部分で6 μm 前後



銅箔上で20 μm 前後、銅箔間で約30 μm 、銅箔の肩部分でも20 μm 前後

4. まとめ及び今後の予定

- ① 事例等調査の結果、基板材料を対象に、家電製品で用いられることが多い紙・フェノール基板、ガラス・エポキシ基板、ガラスコンジット基板、紙・ガラス・エポキシ基板の4種類の試料を用いて痕跡作製実験を行うこととする。
- ② 予備実験の結果、発火痕跡を作製する上での実験条件を確認することができた。
- ③ ACとDCで痕跡の生じ方が変わることが確認できた。

- ・家電製品に用いられている基板のうち、主なもの4種類について、印加電圧、AC/DC、周波数などを変えて「発火サンプル」を作製する。
- ・製品内の他の部位から発火し、基板が被熱した状態を想定した「外火サンプル」を作製する。
- ・ソルダレジスト等を施したモデル基板を作製し、事例等を参考に異物を付着させた検証実験を行い、痕跡サンプルを作製する。
- ・実験で作製した発火サンプル、外火サンプルを観察し、画像データとして収集、蓄積する。

事故品内に焼残した基板を観察する際の参考資料として「痕跡データ集」を作成する。