

液中を成長するデンドライトの挙動に関する検討

水戸部 一 孝^{*,1}, 後 藤 真 子^{*}, 吉 村 昇^{*}

(2007 年 3 月 23 日受付, 2007 年 7 月 20 日受理)

Study on the Behavior of Dendrites Grown in Liquid

Kazutaka MITOBE^{*,1}, Mako GOTO^{*} and Noboru YOSHIMURA^{*}

(Received March 23, 2007; Accepted July 20, 2007)

The electric field of the circuits is getting higher from year to year because of the trend of reductions in size and weight. It is difficult to keep the reliability of electric circuits under a higher electric field for a long term because an ion migration that is one of the reasons of insulation deterioration develops in the circuits. In this study, we measured the three-dimensional configuration of dendrites in ion-exchanged water. It is clear from this study that a few dendrites grow up in an upright stance to the PWB surface.

1. 背景

近年, 電子回路の集積化・小型化に伴い, プリント配線板 (PWB) の絶縁距離は短くなり, イオンマイグレーション (IM) によるプリント配線間の絶縁信頼性の低下が問題となっている. IM の加速試験法の一つである WDT (water-drop test) 法では, デンドライト(dendrite)はカソードからアノード方向へ基板表面に沿って成長すると考えられているが, 液中でのデンドライトの3次元的な進展の様子は十分に調べられていない¹⁾. そこで, 本研究では, WDT 法を改良した実験系を構築し, 液中を成長するデンドライトの3次元的な挙動の解明を試みた.

2. 実験方法

図 1 に WDT 法を基に考案した実験の構成を示す. 試験に用いた試料は電極間隔が 5mm の銅電極である. PWB 表面をアルコール洗浄および純水洗浄した後, PWB を垂直に立てた状態で実体顕微鏡(OLYMPUS)に設置し, 電極および電極間を覆うように透明なケースを取り付けた. ケースには脱イオン水を 125 μ L 入れて, カバーガラスで蓋をした. そして, 直流電圧 10V 一定を 70 分間印加し, 20k Ω の制限抵抗に発生する電圧を 10 秒間隔で測定し, 絶縁抵抗値を算出した. また, 液中を成長するデンドライトを正面(図 1 中①方向)および側面(図 1 中②方向)から適宜撮影した. 本試験に用いた PWB は 6 枚である.

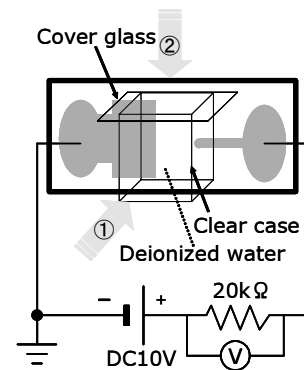


図 1 実験装置

Fig.1 Experiment setup of modified WDT.

3. 実験結果

3.1 デンドライトの進展と絶縁抵抗の経時変化

図 2 に正面から撮影したデンドライトの進展の様子の代表的な例を示す. 図 2(a)は試験開始直後, 同図(b)から同図(f)は試験開始から 34 分後, 40 分後, 44 分後, 50 分後, 70 分後の様子を示す. 図 3 に絶縁抵抗値の経時変化を示す. デンドライトがない試験開始直後では, 絶縁抵抗値はおおよそ 1.5M Ω であった. 図 2(b)に示すようにデンドライトが電極間隔の約 3/4 まで成長した時点で, 絶縁抵抗値の低下の勾配が急になった. 同図(c)から同図(e)に示すように, 成長したデンドライトがアノードに到達するたび, 絶縁抵抗値に過渡的な低下が見られた. 試験終了時には, 同図(f)に示すように, デンドライトが太く濃く成長し, 数カ所でアノードに到達していることがわかる. 試験終了時の絶縁抵抗値は約 3k Ω であった.

3.2 デンドライトの側面図

図 4 に側面から撮影したデンドライトの進展の様子を示す. 図 4(a)は試験開始直後である. 同図(b)から同図(e)は試験開始

キーワード: イオンマイグレーション, デンドライト, WDT

^{*} 秋田大学工学資源学部 (010-8502 秋田市手形学園町 1-1) Engineering and Resource Science, Akita University, 1-1 Tegata Gakuenmachi, Akita 010-8502, Japan

¹ mitobe@ipc.akita-u.ac.jp

から44分後、48分後、50分後、51分後の様子であり、黒く見える部分がデンドライトである。また、同図(f)はデンドライト成長のモデル図である。以下では丸印の中のデンドライトに着目して説明する。図4(b)では、デンドライトがPWBに対して直立した状態で液中を樹木のように成長している様子が確認できる。このときのデンドライトの高さは約800 μm である。また、デンドライトが幹の部分(トランクと呼ぶ)と枝の部分(ブランチと呼ぶ)にわかれていることがわかる。

図4(c)は同図(b)から4分後の様子であるが、トランクとブランチが太く長く成長していることがわかる。また、トランクがアノード側に引き寄せられている様子を確認できる。図4(d)は同図(c)から2分後の様子であり、トランクおよびブランチがさらに太く長く成長し、アノード側に伸びている様子が確認できる。図4(e)は同図(d)から1分後の様子で、トランクが倒れてPWBに付着したのに対し、ブランチは液中で直立した状態を維持している様子を確認できる。図4(f)は本報告のデンドライト成長の特徴を模式的に示したもので、PWBに沿って伸長していたデンドライトがPWBを離れ伸長する様子を示している。なお、PWBに対し直立したデンドライトは、図2において丸印のデンドライトの色が濃い部分に相当すると考えている。

4. まとめ

本報告ではWDT法を改良した実験系を構築し、水滴中(液中)を成長するデンドライトを3次元的に調べた。その結果、デンドライトは必ずしもPWBに沿って伸長するのではなく、液中を樹木のように3次元的に成長する過程があることを明らかにした。

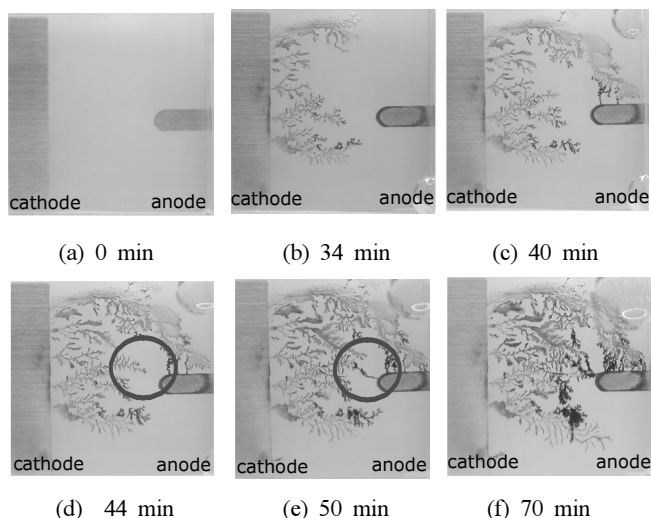


図2 正面から観察したデンドライト

Fig.2 Dendrite observed from the front.

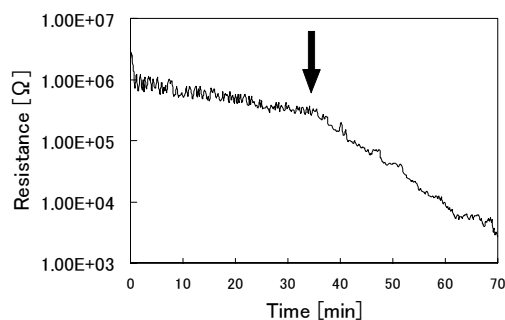


図3 絶縁抵抗値の経時変化

Fig.3 Changes in resistance during WDT.

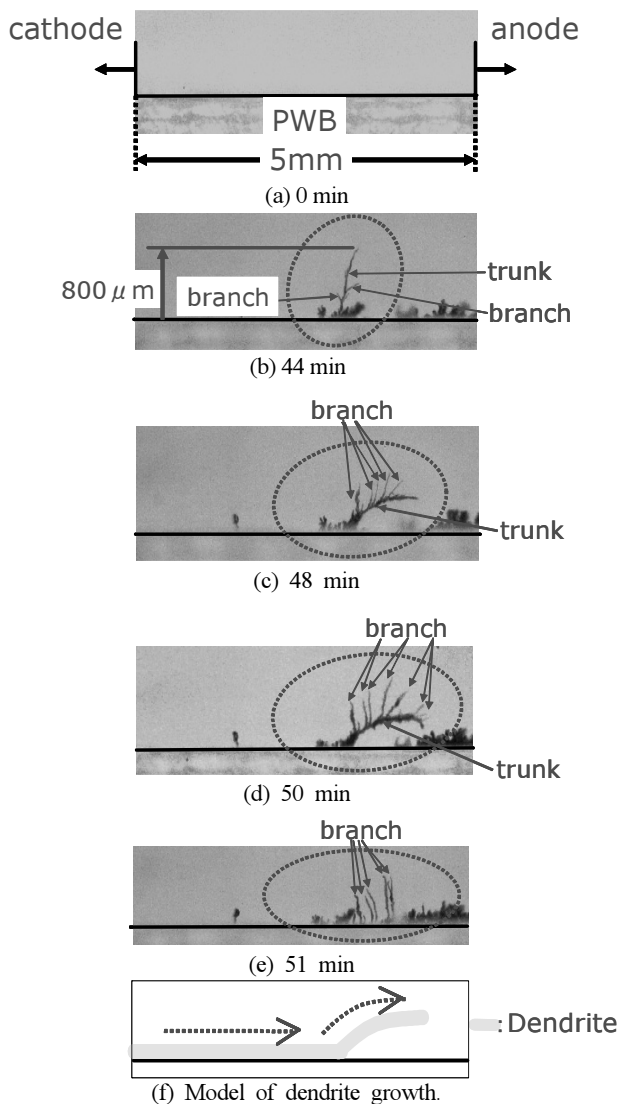


図4 側面から観察したデンドライトとモデル図

Fig.4 Lateral view and model of dendrite.

本研究の一部は電子回路基盤技術振興財団の平成17年度調査・研究により実施された。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 後藤真子, 水戸部一孝, 吉村昇: 電気学会誘電絶縁材料研究会資料, DEI-06 (2006) 17