



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES®

IPC-9691A DE

Richtlinie für die Anwendung
der IPC-TM-650, Methode
2.6.25, Leitfähiges Anodisches
Faserwachstum, Widerstandstest
X-Y-Achse (Conductive Anodic
Filament, CAF)

IPC-9691A DE

August 2007

Vom IPC entwickelte Richtlinie

Ersatz für IPC-9691
Oktober 2005

3000 Lakeside Drive, Suite 309S, Bannockburn, IL 60015-1249
Tel. 847.615.7100 Fax 847.615.7105
www.ipc.org



Documents
Document Sharing Hub

Prinzipien der Standardisierung

Im Mai 1995 verabschiedete das Technical Activities Executive Committee (TAEC) des IPC die Prinzipien der Standardisierung als Leitlinie für die Standardisierungsbemühungen des IPC.

Richtlinien Sollten:

- Das Design für Herstellbarkeit (DFM) und das Design für Umweltverträglichkeit (DFE) berücksichtigen
- Die Entwicklungszeit minimieren
- Sich einer einfachen (vereinfachten) Sprache bedienen
- Spezifikationswerte enthalten
- Sich auf Leistungsdaten von Endprodukten fokussieren
- Ein System enthalten für Rückmeldungen über die Verwendung und Verwendungsprobleme, um künftige Ausgaben zu verbessern

Richtlinien Sollten Nicht:

- Innovationen verhindern
- Entwicklungszeiten erhöhen
- Anwender von der Weiterentwicklung ausschließen
- Zykluszeiten erhöhen
- Dem Anwender vorschreiben, wie etwas zu tun ist
- Vorgaben enthalten, die nicht durch Daten zu rechtfertigen sind

Anmerkungen

Die Richtlinien und Veröffentlichungen des IPC sind so konzipiert, dass sie der Allgemeinheit dadurch dienen, dass sie Missverständnisse zwischen Herstellern und Käufern beseitigen, die Austauschbarkeit und Verbesserung von Produkten erleichtern und den Käufer dabei unterstützen, das richtige Produkt für seine Anforderungen mit minimalem Aufwand in kürzester Zeit auszuwählen und zu beschaffen. Die Existenz derartiger Richtlinien und Veröffentlichungen darf in keiner Weise Mitglieder und Nicht-Mitglieder des IPC daran hindern, Produkte herzustellen und zu vertreiben, die diesen Richtlinien und Veröffentlichungen nicht entsprechen. Sie darf ebenfalls die freiwillige Anwendung dieser Richtlinien und Veröffentlichungen auf nationaler oder internationaler Ebene durch Nicht-Mitglieder des IPC nicht ausschließen.

Empfohlene Richtlinien und Veröffentlichungen werden vom IPC unabhängig davon verabschiedet, ob davon Patente, Veröffentlichungen, Materialien oder Prozesse betroffen sind. Der IPC übernimmt dadurch weder irgendeine Haftung gegenüber Patentinhabern noch irgendwelche Verpflichtungen gegenüber Dritten, die diese empfohlenen Richtlinien oder Veröffentlichungen anwenden. Die Anwender sind in vollem Umfang selbst verantwortlich, sich gegen alle Regressansprüche zu schützen, die sich aus Patentverletzungen ergeben könnten.

Erklärung des IPC zu Änderungen der Ausgabestände

Das Technical Activities Executive Committee des IPC betont, dass die Einführung und Anwendung der Veröffentlichungen des IPC freiwillig ist und im Verhältnis zwischen Kunde und Lieferant geregelt wird. Das TAEC vertritt die Auffassung, dass bei Erscheinen einer neuen Ausgabe einer zwischen Kunde und Lieferant vereinbarten Richtlinie oder Veröffentlichung diese neue Ausgabe nicht automatisch anzuwenden ist, es sei denn, es ist vertraglich so vereinbart. Das TAEC empfiehlt die Anwendung der aktuellsten Ausgabe.

Verabschiedet am 6. Oktober 1998

Warum ist dieses Dokument kostenpflichtig?

Ihr Kauf dieses Dokuments unterstützt die fortlaufende Entwicklung neuer und aktualisierter Industrie-Richtlinien und Veröffentlichungen. Richtlinien fördern das gegenseitige Verständnis zwischen Herstellern, Kunden und Lieferanten. Richtlinien ermöglichen es Herstellern, eine höhere Effizienz bei der Entwicklung ihrer Prozesse zu erreichen, wenn sie diese so ausrichten, dass sie die Industrie-Richtlinien erfüllen. Dadurch können sie ihren Kunden niedrigere Preise bieten.

Der IPC gibt jährlich Hunderttausende Dollars aus, um die freiwilligen Mitarbeiter zu unterstützen, die sich am Entwicklungsprozess der Richtlinien und Veröffentlichungen engagieren. Es werden viele Arbeitsentwürfe zur Überprüfung versendet und die Komitees investieren Hunderte Stunden mit der Prüfung und Weiterentwicklung der Dokumente. Die IPC-Mitarbeiter betreuen die Aktivitäten der Komitees und nehmen daran teil. Sie gestalten die Arbeitsversionen der Dokumente, verteilen sie und unternehmen alle Prozedurschritte, die für die ANSI-Freigabe (approval) erforderlich sind.

Die Mitgliedsbeiträge sind niedrig gehalten, um möglichst vielen Unternehmen eine Mitgliedschaft zu ermöglichen. Deshalb sind die Umsätze, die durch den Verkauf der Richtlinien und Veröffentlichungen erzielt werden, erforderlich, um die Einnahmen aus den Mitgliedsbeiträgen zu ergänzen. IPC-Mitgliedern wird ein Preisnachlass von 50% gewährt. Sichern Sie sich doch diesen Vorteil bei der Beschaffung der IPC-Richtlinien und Veröffentlichungen und profitieren Sie von den vielen weiteren Vorteilen einer IPC-Mitgliedschaft. Weitere Informationen zur Mitgliedschaft im IPC finden Sie unter www.ipc.org oder telefonisch unter 847/597-2872.

Vielen Dank für Ihre kontinuierliche Unterstützung.



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES®



Ihr Fachverband für Design,
Leiterplatten- und Elektronikfertigung e. V.

FED - Ihr Fachverband für
Design, Leiterplatten- und
Elektronikfertigung e. V.
Alte Jakobstraße 85/86
10179 Berlin
Tel (030) 834 90 59
Fax (030) 834 18 31

If a conflict occurs
between the English and
translated versions of this
document, the English
version will take
precedence.

Im Falle eines Konfliktes
zwischen der englisch-
sprachigen und einer
übersetzten Version
dieses Dokumentes hat
die englischsprachige
Version den Vorrang.

IPC-9691A DE

Richtlinie für die Anwendung der IPC-TM-650, Methode 2.6.25, Leitfähiges Anodisches Faserwachstum, Widerstandstest X-Y-Achse (Conductive Anodic Filament, CAF)

Entwickelt von der Electrochemical Migration Task Group (5-32e) im
Cleaning and Coating Committee (5-30) des IPC

Ersetzt:

IPC-9691 - October 2005

Die Anwender dieser Richtlinie sind aufgefordert, an der Entwicklung
künftiger Versionen mitzuarbeiten.

Kontakt:

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 309S
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

Diese Seite ist absichtlich frei gelassen

Danksagung

Jedes Dokument, das eine komplizierte Technologie zum Gegenstand hat, bezieht seine Informationen aus einer Vielzahl von Quellen. Die wichtigsten Mitglieder der Electrochemical Migration Task Group (5-32e), des Cleaning and Coating Committee (5-30), sind unten aufgelistet. Es unmöglich, all diejenigen mit einzuschließen, die die Erarbeitung dieser Richtlinie unterstützt haben. Jedem von ihnen sprechen die Mitglieder des IPC ihren Dank aus.

Cleaning and Coating Committee

Leiter
Douglas O. Pauls
Rockwell Collins

Electrochemical Migration Task Group

Co-Leiter
Beverley Christian, Ph.D.
Research in Motion Limited

Co-Leiter
Karl Sauter
Sun Microsystems, Inc.

Technical Liaisons of the IPC Board of Directors

Peter Bigelow
IMI Inc.

Sammy Yi
Flextronics International

Mitglieder der Electrochemical Migration Task Group

David C. Adams, Rockwell Collins
Greg Alexander, Ascentech, LLC
Michael J. Barmuta, Fluke Corporation
Jasbir Bath, Soletron Corporation
Allan Beikmohamadi, E. I. du Pont de Nemours and Co.
Ross Berntson, Indium Corporation of America
James D. Bielick, IBM Corporation
Mike Bixenman, Kyzen Corporation
Gerald Leslie Bogert, Bechtel Plant Machinery, Inc.
Rex L. Breunsbach, Electronic Controls Design Inc. (ECD)
Gary Brist, Intel Corporation
Ronald J. Brock, NSW - Crane
Frank Cala, Ph.D., Church & Dwight Co. Inc.
Rick Carlson, Taiyo America Inc.
Thomas A. Carroll, Boeing Space Systems
Michelle Courier, Underwriters Laboratories Inc.
Donald P. Cullen, MacDermid, Inc.
Anthony DiGaudio, Park Electrochemical Corp.
Russell S. Dudek, Compunetics Inc.
Sheri Elliott, NSW - Crane
Douglas Eng, PPG Industries Inc.
Werner Engelmaier, Engelmaier Associates, L.C.

Thomas G. Farrell, Underwriters Labs Inc.
Michael C. Freda, Sun Microsystems Inc.
Dennis Fritz, MacDermid, Inc.
Lionel Fullwood, WKK Distribution Ltd.
Chris Fung, Topsearch Printed Circuits (HK)
Mahendra S. Gandhi, Northrop Grumman
Andrew Giamis, Andrew Corporation
Patricia J. Goldman, Dielectric Solutions, LLC
Hue T. Green, Lockheed Martin Space Systems Company
Leslie A. Guth, Ph.D., Alcatel-Lucent
Philip M. Henault, Raytheon Company
Helen Holder, Hewlett-Packard Company
Russell Hornung, Arlon MED
Susan S. Hott, Robisan Laboratory Inc.
Christopher Hunt, Ph.D., National Physical Laboratory
Tim Jensen, Indium Corporation of America
Ted J. Jones, NSW - Crane
Prakash Kapadia, Celestica International Inc.
Donald Karp, Trace Laboratories - Central

James Kenny, Enthone Inc. - Cookson Electronics
William G. Kenyon, Ph.D., Global Centre Consulting
Subhotosh Khan, DuPont Advanced Fibers Systems
Gregg Klawson, General Dynamics - C4 Systems
Jason Koch, Robisan Laboratory Inc.
Leo P. Lambert, EPTAC Corporation
Tim Lawrence, Ph.D., Henkel Loctite Adhesives Limited
Ray Letize, MacDermid, Inc.
Doug Leys, Nelco Products Inc.
James F. Maguire, Intel Corporation
Chris Mahanna, Robisan Laboratory Inc.
Duane B. Mahnke, Rogers Corporation
Renee J. Michalkiewicz, Trace Laboratories - East
Michael Munroe, ERNI Airlight Inc.
Terry L. Munson, Foresite, Inc.
Graham Naisbitt, Concoat Limited
David R. Nelson, Raytheon Company
Bob Neves, Microtek Laboratories
Beverly Newton, Dionex Corporation
Debora L. Obitz, Trace Laboratories - East
Jan Obrzut, Ph.D., NIST
Tek Sing Ong, Alpha, Cookson Electronics



J. Lee Parker, Ph.D., JLP	Lowell Sherman, Defense Supply Center Columbus	Crystal E. Vanderpan, Underwriters Laboratories Inc.
Mel Parrish, STI Electronics, Inc.	Akikazu Shibata, Ph.D., JPCA - Japan Electronics Packaging and Circuits Association	David A. Vaughan, Taiyo America, Inc.
Douglas O. Pauls, Rockwell Collins	Rocky Shih, Hewlett-Packard Company	Jeff Verive, Tellabs Operations Inc.
John W. Porter, Henkel Loctite Adhesives Limited	Hans L. Shin, Pacific Testing Laboratories, Inc.	Greg Vorhis, Coastal Technical Services
Steve Radabaugh, Hewlett-Packard Company	Polina Snugovsky, Ph.D., Celestica International Inc.	Malcolm Warwick, Ph.D., Henkel Loctite Adhesives Limited
Stanton Rak, Continental AG	Paco Solis, Foresite, Inc.	Daniel Welch, Arlon MED
William A. Rasmus, Jr., Northrop Grumman Space Systems	Bruce W. Sorensen, Asian Pacific Materials	Karl F. Wengenroth, Enthone Inc. - Cookson Electronics
Artemis Record, Vicor Corporation	Steve Stach, Austin American Technology	Vicka White, Honeywell Inc.
Randy R. Reed, Merix Corporation	Karen A. Tellefsen, Ph.D., Alpha, Cookson Electronics	Dewey Whittaker, Honeywell Inc.
John H. Rohlfing, Delphi Electronics and Safety	Brian J. Toleno, Ph.D., Henkel Corporation	Russell T. Winslow, Winslow Automation (aka Six Sigma)
Marianne Romansky, Celestica International Inc.	David P. Torp, Kester	Philip W. Wittmer, Delphi Electronics and Safety
Joseph Rousseau, Precision Analytical Laboratory, Inc.	Lenora M. Toscano, MacDermid, Inc.	John R. Yeager, Keithley Instruments Inc.
Henry Sanftleben, Delphi Electronics and Safety	Laura J. Turbini, Ph.D., Research in Motion Limited	Lamar Young, Specialty Coating Systems Inc.
Steven P. Schaefer, Technic Inc.		Wally Younger, Isola Group SARL
Jason S. Schrader, Intel Corporation		Michael Zampini, Honeywell Canada
Kevin T. Schuld, Qualcomm Inc.		
Russell Shepherd, Microtek Laboratories		

Copyright IPC-Association Connecting Electronics Industries
Provided by IHS under license with IPC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Full document details: IPC 9691A GERMAN 2007

Inhaltsverzeichnis

1 ANWENDUNG	1	Bild 7-1	Typischer Kupfer Dochteffekt in einem durchmetallisierten Loch	4
2 HINTERGRUND	1	Bild 8-1	Bereich A: Durchmetallisierte Löcher in Ausrichtung mit X, Y	5
3 ZWECK	1	Bild 8-2	Bereich B: Durchmetallisierte Löcher in diagonalen Ausrichtung	5
4 EINFÜHRUNG	1	Bild 12-1	TB38A hergestellt vom Leiterplatten-Hersteller mit NiAu (ENIG) Oberfläche	9
5 WAS IST LEITFÄHIGES ANODISCHES FASERWACHSTUM?	2	Bild 12-2	Schematische Darstellung eines linearen Prüfkamms, mit möglichem Ausfallort	10
6 STEIGENDES CAF RISIKO UND DESIGN-TRENDS	3	Bild 12-3	Schematischer Querschnitt eines Verbindungs-lochpaares mit angewandeter Vorspannung	10
7 ANGEPASSTES CALCE CAF AUSFALLMODELL	4	Bild 12-4	Schematische Darstellung eines versetzten Prüfkamms mit möglichem Ausfallort	10
8 CAF PRÜFMUSTER DESIGN	4	Bild 12-5	CAF Test Coupons im Test in der Umweltkammer	10
9 CAF PRÜFPLATTENMUSTER VORBEREITUNG & PRÜFUNG	6	Bild 14-1	Beispiel einer elektrischen Auswirkung eines typischen CAF Ausfalls	12
10 CAF PRÜFDATEN FORMAT	6	Bild 16-1	Schematischer Querschnitt zur Darstellung des Polierens um CAF zu finden	12
11 CAF ABSTANDSDATENANALYSE	8	Bild 17-1	Auswirkung von Lochwand zu Lochwand Zwischenraum eines Verbindungslochs auf TTF (Zeit bis zum Ausfall)	13
12 MUSTERGRÖSSEN	9	Bild 17-2	Auswirkung der Verbindungslochausrichtung auf TTF (Zeit bis zum Ausfall), bei 2113 und 2116 Glasverstärkte Lamine	13
13 BEZUG VON CAF PRÜFERGEBNISSEN AUF DIE ZU ERWARTENDE FELDLIEBENSDAUER	11	Bild 17-3	Auswirkung der Endoberfläche auf TTF (Zeit bis zum Ausfall)	14
14 BESTIMMUNG DES CAF WIDERSTANDS ...	11	Bild 17-4	Auswirkungen der Bohrvorschubrate	14
15 PRÜFUNGSORT	12	Bild 17-5	Auswirkung von Reflow	15
16 DAS AUFFINDEN VON CAF AUSFÄLLEN ..	12	Bild 17-6	Auswirkung des Leiterplatten-Herstellers	15
17 FAKTOREN DIE DEN CAF WIDERSTAND BEEINFLUSSEN	13	Bild 17-7	Auswirkung des Material T _g	16
18 SCHLUSSFOLGERUNGEN	17	Bild 17-8	Auswirkung von Verstärkung Leiterplatten-Hersteller A Bohrer 1, NiAu (ENIG) Oberfläche	16
19 ZUSAMMENFASSUNG	17	Bild 17-9	TTF (Zeit bis zum Ausfall) Daten für CAF widerstandsfähiges und nicht-CAF widerstandsfähiges Laminat	17

Bilder

Bild 4-1	Leitfähige Faser Beispiel a	2
Bild 4-2	Zwei Perspektiven der gleichen leitfähigen Faser.	2
Bild 4-3	Fehleranalyse Foto eines verdächtigen CAF Ausfalls zwischen sehr eng platzierten durchmetallisierten Löchern.	2

Tabellen

Tabelle 6-1	Durchmetallisiertes Loch, Wand-zu-Wand Abstandstrends
-------------	---

Tabelle 10-1	Typische SIR-Typ Eingangswiderstand Daten-Bericht	7
Tabelle 10-2	Die gleichen Daten aus Tabelle 10-1, sortiert für jede CAF-Analyse	8
Tabelle 11-1	Typische Testergebnisse von Dicyandiamid-gehärtetes FR4 Laminat von SIR-Typ Eingangswiderstandsdaten	9
Tabelle 17-1	Ausgewählte Coupon-Bedingungen zum Vergleich von Endoberflächen	14
Tabelle 17-2	Ausgewählte Coupon-Bedingungen zum Vergleich von Bohrparametern	14
Tabelle 17-3	Ausgewählte Coupon-Bedingungen zum Vergleich von Reflow- Bedingungen	15
Tabelle 17-4	Ausgewählte Coupon-Bedingungen zum Vergleich von Herstellungsorten	15
Tabelle 17-5	Ausgewählte Coupon-Bedingungen zum Vergleich von Material-T _g	16
Tabelle 17-6	Ausgewählte Coupon-Bedingungen zum Vergleich von Verstärkungen	16
Tabelle 17-7	Ausgewählte Coupon-Bedingungen zum Vergleich der CAF-Kennzeichnung (CAF-widerstandsfähig)	16

.....



Richtlinie für die Anwendung der IPC-TM-650, Methode 2.6.25, Leitfähiges Anodisches Faserwachstum, Widerstandstest X-Y-Achse (Conductive Anodic Filament, CAF)

1 ANWENDUNG

Dieses Dokument wurde von der Arbeitsgruppe IPC Elektrochemische Wanderung (Electro Chemical Migration, ECM) erstellt. Es dient als Anleitung für die Verwendung der IPC-TM-650, Methode 2.6.25, Widerstandstest für „Leitfähige Anodische Fasern (CAF)“. Es werden unter anderem die Auswirkungen untersucht von mechanischer Beanspruchung, ionischer Verunreinigung und Feuchtigkeitsgehalt. Dafür werden Widerstandstestmethoden verwendet. Die Testmethode dient als standardisierter Nachweis zur Feststellung des Ausfallrisikos durch Temperatur, Luftfeuchte und Betriebsspannung. Typischerweise entsteht dabei eine leitende Verbindung entlang der Grenzlinie zwischen dem Harz und der Laminatverstärkung.

2 HINTERGRUND

Leitfähige anodische Faserbildung wurde in 1976 gleichzeitig von den Forschern der Bell Labs und Raytheon entdeckt. Während die Forscher in den Bell Laboratorien [1, 2] Flexible Epoxid Substrate testeten, zeigte sich, dass unter hohen Temperaturen, hoher Luftfeuchte und Spannungsbedingungen, katastrophale Ausfälle aufgrund von "durchgehenden Substratkurzschlüssen" und Oberflächen zu Oberflächen Kurzschlüsse auftreten können. Raytheon [3] untersuchte nur die durchgehenden Substratkurzschlüsse und bezeichnete diese Fehlerart als das "punch thru" Phänomen. Erst in 1979, bezeichnete man diese Ausfallart mit „Leitfähiges anodisches Faserwachstum“ (CAF). [4]

CAF Wachstum ist eine Form der elektrochemischen Filigrankorrosion bei der elektrisch leitende (Kupfer)-Filamente (Fäden) von der Anode abgehend, unter der Leiterplattenoberfläche, in Richtung Kathode wachsen. In letzter Zeit haben sich die Bedenken bezüglich CAF Zuverlässigkeit in der Industrie erhöht, da die Leiterplattendesigns in Bezug auf immer geringer werdende Abmessungen und/oder höhere Spannungen fortgeschritten sind.

Der Mechanismus für CAF besteht in der Übertragung von Kupferionen (Cu) und der Abscheidung von Cu Salzen in der Gegenwart von Feuchte und Vorspannung, beeinflusst durch Konzentration und dem pH Gradient. Der Leitersteg ist das Wachstum von der Anode durch ein Salz im Vergleich zu Dendriten-Wachstum auf der Leiterplattenoberfläche, wo sich Metallionen auf der

Kathode abscheiden.[5]. CAF wird hauptsächlich mit mechanischen Bohrlochkanten in Verbindung gebracht, wobei das mechanische Bohren die Glasverstärkungsfasern in Glasbündeln bricht und so die Absorption der nachfolgenden Entwicklungs-Chemie zwischen den Fasern und dem Epoxid ermöglicht. Der Anwender dieses Dokuments wird dazu angeregt, sich mit der IPC-9201, Handbuch zum Oberflächenisolationswiderstand, vertraut zu machen, um die Faktoren zu verstehen, die eine elektrochemische Wanderung beeinflussen.

3 ZWECK

Dieses Handbuch befasst sich mit Testthemen bezüglich der Bestimmung von pass/fail (bestanden/nicht bestanden) Kriterien, die auf den folgenden Kriterien und Fragestellungen basieren:

- Was sind die Langzeit-Zuverlässigkeitsanforderungen?
- Was ist die engste Abstandsanforderung für eine vorgegebene Differenzspannung?
- Was ist die höchste sichere Differenzspannung bei einem vorgegebenen Abstand?

4 EINFÜHRUNG

Dort wo großes CAF Wachstum unter einem Mikroskop sichtbar ist, gibt es oft einen angrenzenden Laminatmaterialbruch oder Fehler, der zu seiner Bildung beigetragen hat. Beispiele siehe Bild 4-1 bis 4-3. Nur Bild 4-3 könnte eine echte Atacamit-Faser zeigen, jedoch würden alle Beispiele, die in den Bildern 4-1, 4-2 und 4-3 dargestellt sind, die ausgewählten Temperatur, Luftfeuchte und Vorspannungsbedingungen, um die Mehrlagenplattenzuverlässigkeit zwischen den internen Merkmalen zu bestimmen, nicht bestehen.

Das Vergrößerungsfoto, Bild 4-1 unten, zeigt eine PCB wo die Lage 1 (obere Lage) entfernt ist und zu erkennen ist, dass fast eine Kurzschlussbedingung zwischen dem metallisiertem Loch und Lage 2 Masse besteht.

Schlechte Laminierung und/oder fehlerhaftes Prepreg Material kann zu leitfähiger Faserbildung oder frühem Testausfall beitragen, wenn die Harz/Verstärkung Haftfestigkeit und mechanische Festigkeit reduziert wird.

Die Fehleranalyse, wie aus zwei Perspektiven in Bild 4-2 dargestellt, zeigt eine Fast-Kurzschlussbedingung von der Lochgrenze zur Ebene auf Lage 3.



Documents

Document Sharing Hub

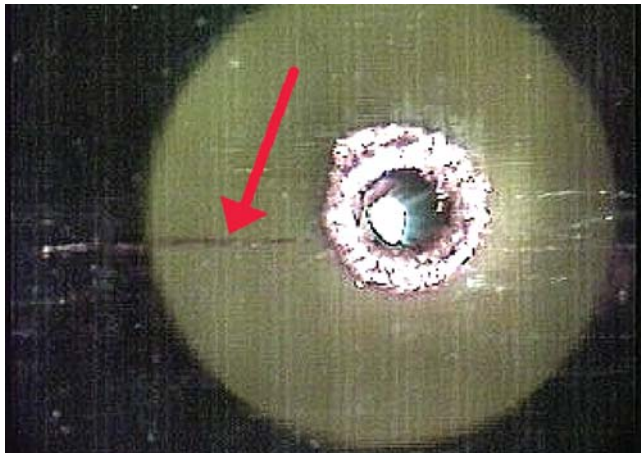


Bild 4-1 Leitfähige Faser Beispiel a

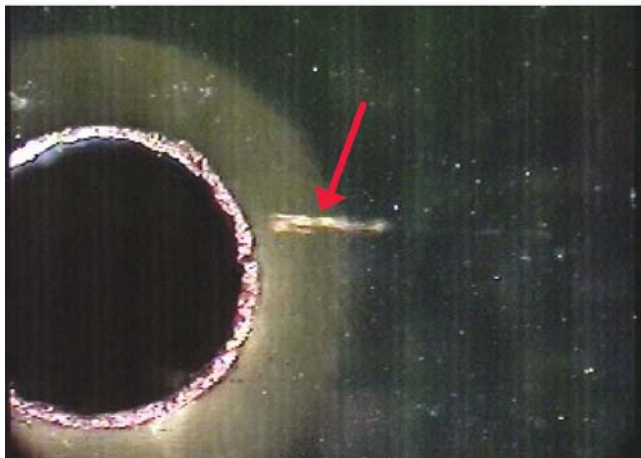
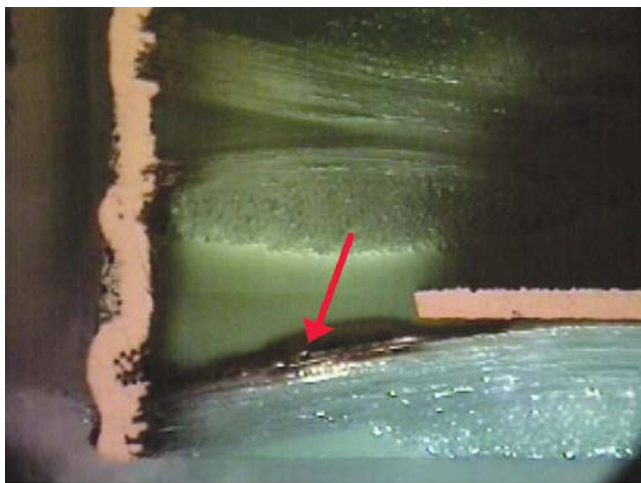


Bild 4-2 Zwei Perspektiven der gleichen leitfähigen Faser.

Während des CAF Testens kann die Verwendung einer geringen Vorspannung und eines mindestens 1,0 Megohm Strom begrenzenden Widerstands in genügend Zeit, die Bildung von größerem CAF Wachstum vereinfachen, das möglicherweise durch mikroskopische Untersuchung nachzuweisen ist. Bei Stromausfall auf einer AutoSIR, können alle Daten verloren gehen, deshalb ist es empfehlenswert eine Stromquelle zu verwenden, die nicht

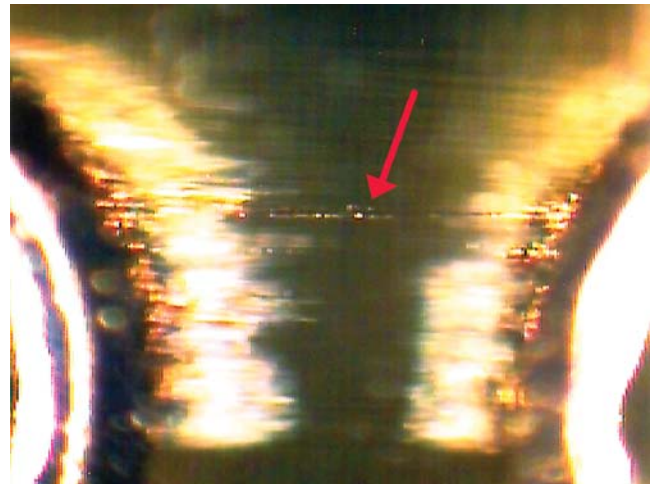


Bild 4-3 Fehleranalyse Foto eines verdächtigen CAF Ausfalls zwischen sehr eng platzierten durchmetallisierten Löchern.

unterbrochen werden kann (UPS), um die Auswirkungen von möglichen Kurzschlussstörungen im Strom abzuschwächen.

5 WAS IST LEITFÄHIGES ANODISCHES FASERWACHSTUM?

Die Arbeit von Ready und Turbini [6] identifiziert die Beschaffenheit dieses Stoffes, der Halbleiter Eigenschaften hat., genauer. Ihre Arbeit fand heraus, dass es sich bei der leitfähigen anodischen Faser um ein Atacamit handelt, eine orthorhombische Struktur von $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$. Dies basierte auf Transmissionselektronenmikroskopie-Ergebnissen (TEM).

Atacamitkristalle sind sehr lang und dünn. Sogar mit 1,0 Megohm Widerstand für Strombegrenzung, können diese dünnen Fasern zerstört werden und es kann dauern bis sie wieder neu hergestellt sind. Deshalb soll jeder erhebliche Widerstandsabfall während des THB Testens aufgrund von CAF Testz- wecken als Ausfall angesehen werden, sogar dann, wenn der Widerstand später wieder zu einem hohen Wert zurückkehrt.

Lando et al [4] zeigten, dass die CAF Bildung einem 2-Schritte Prozess folgt: 1) Degradation und Feuchtigkeitsablösung der glasfaserverstärkten Epoxidharz-Verbindung, gefolgt mit 2) der elektrochemischen Reaktion einer anstehenden Spannung. Eine Schwächung der Polymer/Glasverbindung kann durch schlechte Bohrqualität, die Qualität des Silanmittels, das benutzt wird um die Glas/Polymer-Haftung zu verbessern, die zyklische Wärmebeanspruchung (Löten) aufgrund der Differenz des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der thermischen Dehnung zwischen dem Polymer und dem Glas, beeinflusst werden. Die elektrochemische Reaktion folgt dem bevorzugten Pfad entlang der glasfaserverstärkten Epoxidharz-Verbindung.