

Forum OPTICS meets ELECTRONICS

SMT 2009

Fehleranalyse an LEDs

R. Pusch 05.05.2009



Stuttgart



Zwolle



Nördlingen



Dresden

- **Ziel der Präsentation:**

- **Überblick über Fehleranalyse an LED**
 - Methoden der Fehleranalyse
 - Typische Fehlerbilder


- **Zusammenfassung**

Einsatzfelder und Märkte

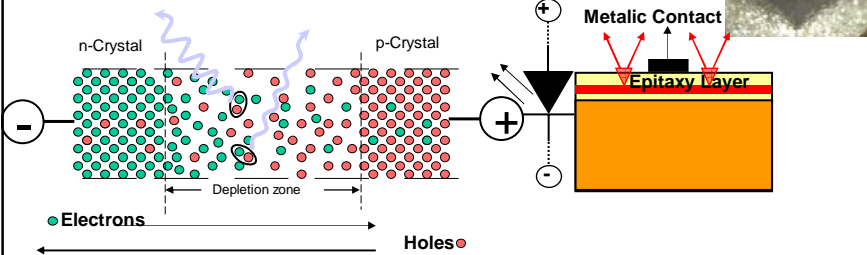



Fehleranalyse an LEDs- Reinhard Pusch ...certified by RoodMicrotec 3

LEDs - Funktionsprinzip und Technologien



- PN-Übergang (Epitaxieschichtsystem, MQW)
- Elektron-Loch-Rekombination mit Lichtemission
- III-V-Halbleiter (InAlGaP - rot, InGaN - blau, Ga_{1-x}Al_xAs - IR)
- Primäre Funktionsparameter: Strom, Temperatur in aktiver Schicht T_j



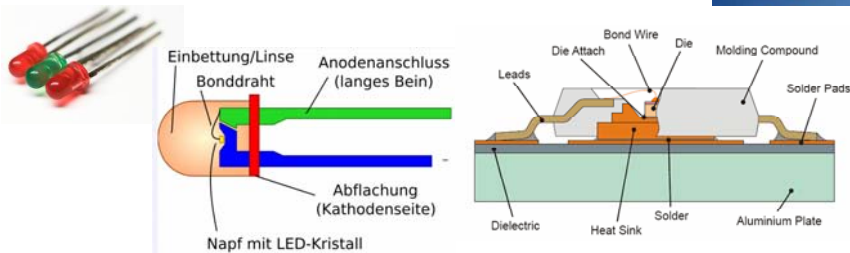
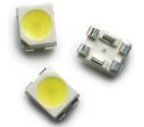
Fehleranalyse an LEDs- Reinhard Pusch ...certified by RoodMicrotec 4

LEDs – Aufbau-Technologien



Wesentliche Faktoren:

- Erzeugung Licht (Wirkungsgrad Halbleiter)
- Abstrahlung Licht (Optik, Reflexionsflächen)
- Zuführung Strom (Bond, Löt-, Klebeverbindungen)
- Entwärmung (therm. Kontakt, Kühlkörper)
- Schutz (vor Feuchtigkeit, aggressiven Chemikalien)



Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

5

Wege zur Fehlerfindung



- Fragen
 - Wo wurde die LED/Modul betrieben
 - Wie lange
 - Welche Ansteuerung
- Messen
 - I/U Kennlinien
 - Lichtstärke
 - Farbort/ Wellenlängen
 - Abstrahl- Charakteristik
- Nicht zerstörende Prüfung
 - Röntgen
 - Lichtmikroskopisch
 - Ultraschall
- Zerstörende Prüfung
 - Schliffe
 - Gehäuse öffnen

Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

6

Fragen stellen



- Richtige Fragen führen zum Problem

- Wie wurden die LEDs verarbeitet?
- Wo und wie wurden sie gelagert
- Wie ist das reale Klimaprofil in der Applikation
- Welchen anderen Belastungen ist die LED ausgesetzt?
- Verhalten sich alle LEDs gleich? Gibt es Gruppen?
- Unterschiede
 - ◆ nach Farbe,
 - ◆ Lage auf dem Board
 - ◆ Nach Stromversorgung

Beispiel Fehleranalyse Flow



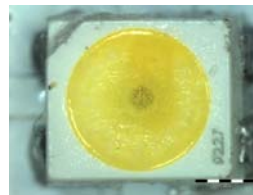
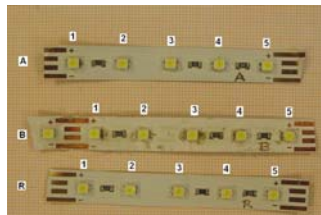
Wichtig: den Analyse Flow festlegen

Aktion	Bedingungen	DUTs
visuelle Inspektion (opt. Mikroskop)	mechanischer Aufbau, Design, allg. Auffälligkeiten	Anzahl und Nr. der BE
Spannungsabfall Einzel-LED	10mA, 100mA, 700mA @ 25°C	Anzahl und Nr. der BE
LIV-Kurve Einzel-LED	0 .. 700mA @ 25°C	
Leckstrom Einzel-LED	0 .. -5 V	
Nahfeldmessung Einzel-LED	20mA, 25°C (Lichtverteilung, Abbildung auf Kamera)	
Öffnen von Gehäuse & Freilegen Chip	Schliffe Mechan. Entfernen v. Silikonmasse	
visuelle Inspektion (opt. Mikroskop)		
REM & EDX		
Schleifen/Polieren (Querschleife)		
visuelle Inspektion (opt. Mikroskop)		
REM & EDX		

Sichtprüfung



- Auf Verfärbung des Gehäuses
- Mechanische Veränderungen
- Verschmutzte Linse
- Verbogene Beinchen
- Veränderungen auf der Leiterplatte

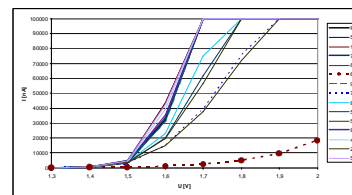
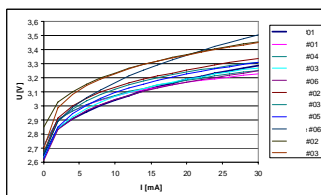


Elektro-optische Charakterisierung

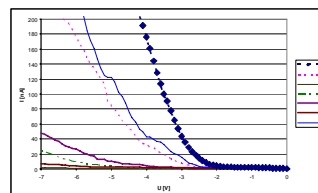
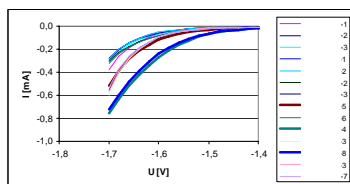


- Dioden Kennlinien messen und mit Gutmuster vergleichen

Vorwärtskennlinie



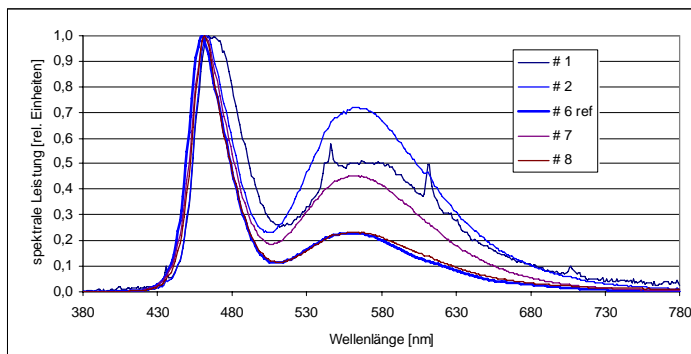
Rückwärtskennlinie



Elektro-optische Charakterisierung



- Wellenlänge messen und mit Gutmuster vergleichen



Nicht zerstörende Prüfung



LED unter Betrieb



Gut: LED leuchtet flächig



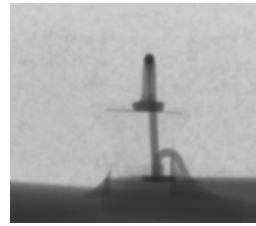
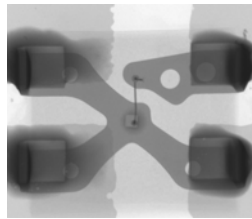
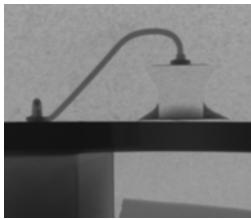
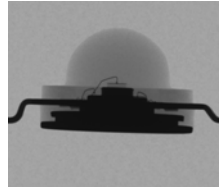
Defekt: LED leuchtet eingeschränkt

Nichtzerstörende Prüfungen



- Röntgenuntersuchung auf:

- Bonddrahtführung
- Bondverbindung/ Abhebungen

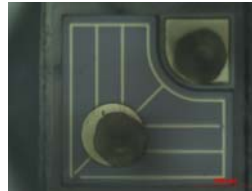
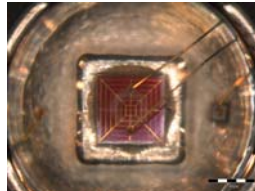
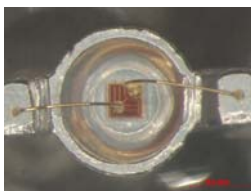


Zerstörende Prüfungen



- Lichtoptische Untersuchung am geöffneten Gehäuse

- Abmessungen und Struktur der LED
- Aufbau des Gehäuses



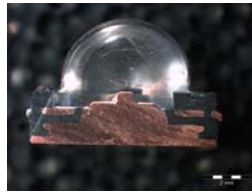
Zerstörende Prüfungen



■ Schliffbilder



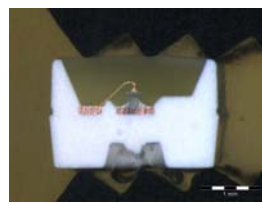
Bondverbindungen



Gehäuseaufbau



Fehleranalyse an LEDs-



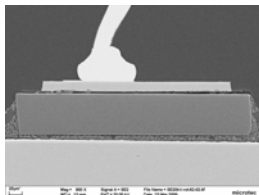
Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

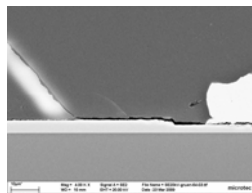
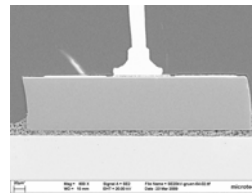
Zerstörende Prüfungen



■ Schliffbilder unter dem REM:



Bondverbindungen



Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

LED - Fehlermechanismen



Unterscheidung zwischen verschiedenen Ebenen

- LED-Chip
- LED-Aufbau - intern
- LED-Aufbau - extern

Beschleunigte Alterung – graduelle Abnahme der optischen Leistung in Zeit deutlich geringer als erwartete Lebensdauer

Katastrophaler Fehler: plötzlicher Ausfall

LED – Fehlermechanismen - LED-Chip

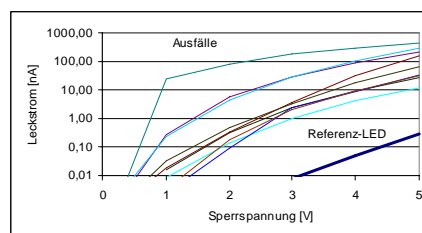


ESD (Electro Static Discharge)

- Je nach Grad der Schädigung latenter Fehler oder plötzlicher Ausfall
- Nachweis über erhöhten Leckstrom

EOS (Electrical Over Stress): elektrische und thermische Überlast

Instabile Stromversorgung (Spitzen)

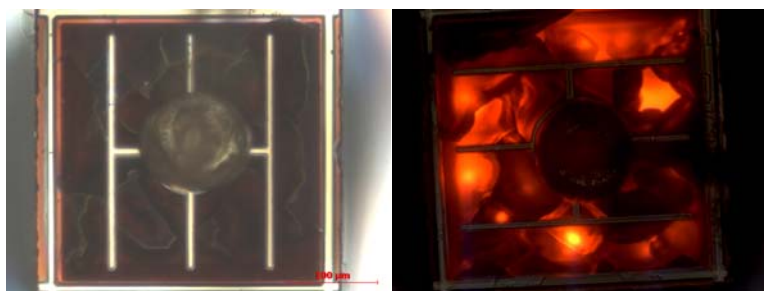


LED – Fehlermechanismen - LED-Chip



Eindringen von Feuchtigkeit oder schädigenden Fremdstoffen

- Veränderungen im Kristallaufbau oder an Grenzflächen
- Korrosion an Oberflächen



Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

19

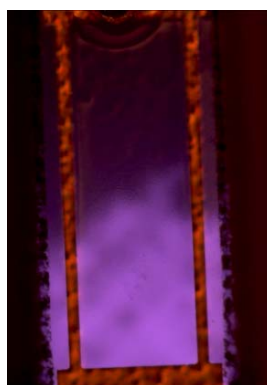
LED – Fehlermechanismen - LED-Chip



Beispiel für Elektro - Luminiszenz



gut



Ausfall

Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

20

LED – Fehlermechanismen – LED-Aufbau



Ablösung Chip-Substrat-Verbindung

- Erhöhung elektrischer Widerstand und Betriebsspannung (zeitl. instabil)
- Erhöhung thermischer Widerstand und somit T_j

Ursache: Fehler in LED-Fertigung oder thermische Überlast in Lötprozess



Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

21

LED – Fehlermechanismen - LED- Aufbau

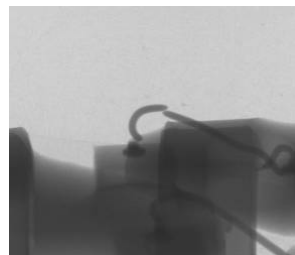


Ablösung Chip-Bonddraht-Verbindung

Bruch in Bonddraht-

Mögliche Ursachen:

- Fehler in LED-Fertigung
- thermische Überlastung durch Lötprozess
- mechanische Überlastung bei Verarbeitung (Pick and Place)



Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

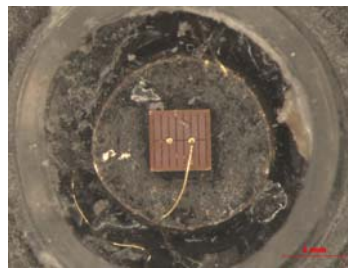
22

LED – Fehlermechanismen - LED- Aufbau



Eindringen von Feuchtigkeit oder schädigenden Fremdstoffen

- mangelnde Dichtheit von Gehäuse
- Korrosion von Oberflächen
- Schwächung von Grenzflächen (elektr., therm. Kontakt)



Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

23

LED – Fehlermechanismen - LED- Aufbau



LED-Vergussmasse

- Degradation durch UV-Anteil im Sonnenlicht
- Risse in Verpackung von 2-Pin-LEDs (Biegen von Pins)

Phosphor (weiße LEDs)

- Degradation durch LED-Licht (Gelbfärbung)
- Alterung im allgemeinen stärker als Chip

Fehleranalyse an LEDs-

Reinhard Pusch

...certified by RoodMicrotec

24

LED – Fehlermechanismen - LED- externer Aufbau



Löten

- Thermische Belastung (Lötprofil)
- Feuchtigkeit in LED (Lagerung)

Vergießen, Schutzlack

- Mechanische, thermische Belastung
- Reaktion mit ausgasenden Stoffen

Inhomogener thermischer Kontakt

- Thermische Belastung (thermal runaway - Inhomogenitäten verstärken sich mit der Zeit und führen zu plötzlichem Ausfall)

Zusammenfassung



- Systematisches Vorgehen beim Einkreisen der Fehler
- Methoden zur Analyse
- Fehlerbilder von LEDs



- **Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

- **Treffen Sie uns in Halle 6 Stand 424**