

Fachvortrag

Parylenebeschichtung

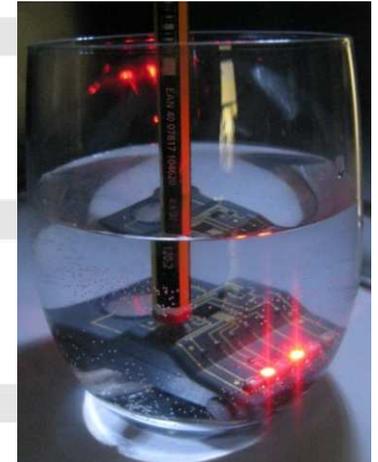
Dauerhafte Versiegelung elektronischer
Baugruppen mit extremen Anforderungen

Heicks Parylene Coating GmbH
Dipl.-Ing. Rudolf Heicks

Allgemeine Hinweise zur MID-Technologie

- MID

- sind räumliche spritzgegossene Schaltungsträger (Molded Interconnect Devices)
- sind Kunststoff- oder Metallformteile mit integrierter Leiterbildstruktur
- sind meistens gleichzeitig Gehäuse und Chassis mit integrierten mechanischen Trage-, Funktions- und Montageelementen
- bedeutet hohe Innovation durch hohe Gestaltungsfreiheit der MID Teile



3-D MID Demonstrator
Forschungsvereinigung
Räumliche Elektronische
Baugruppen 3-D MID e.V.
FAPS – Lehrstuhl für
Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Potenziale der MID-Technologie

- Nutzenpotenziale
 - Produktbasiert: Funktionsintegration, Miniaturisierung, Gestaltungsfreiheit, Produktkostenreduzierung, Gewichtsreduzierung
 - Produktionstechnisch: Teilereduzierung, kürzere Prozessketten, Kostenreduktion
 - Anwendungspotenziale: Sensortechnik, Antenne, 3D-Verdrahtung, Stecker, u. V .m.
 - Umweltverträglichkeit (MID Teile werden aus recyclebaren Thermo-Plasten hergestellt und sind unkritischer bei der Entsorgung als konventionelle Leiterplatten)
- MID-relevante Branchen: Automotive, Medizintechnik, IT- und Telekommunikation, Luft- und Raumfahrttechnik, Industrieautomatisierung



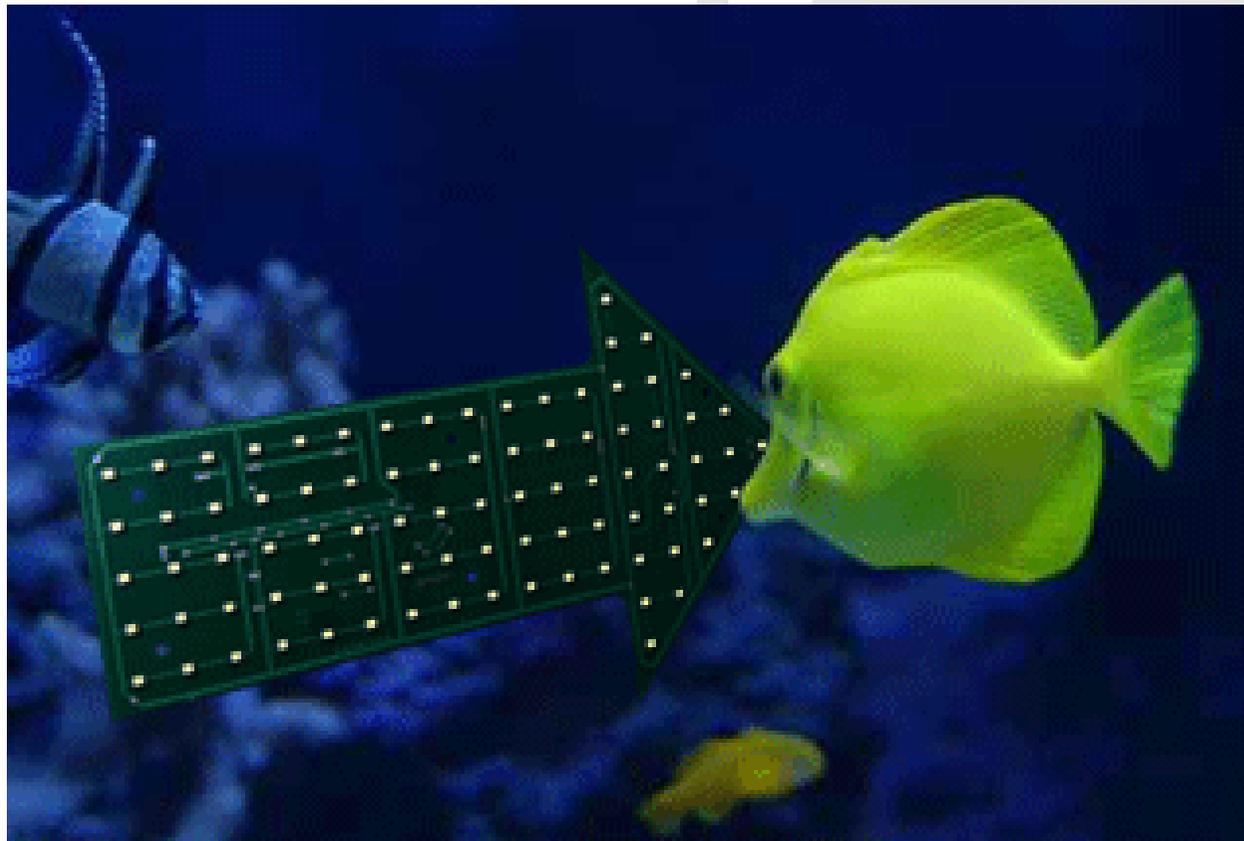
3-D MID Demonstrator
Forschungsvereinigung
Räumliche Elektronische
Baugruppen 3-D MID e.V.
FAPS – Lehrstuhl für
Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen/Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylenebeschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylenebeschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet eine Parylenebeschichtung?

Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel



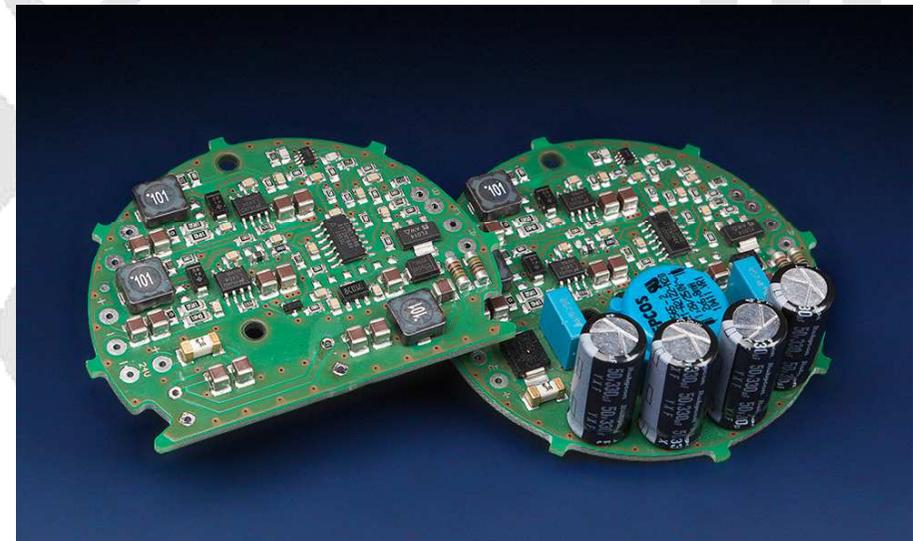
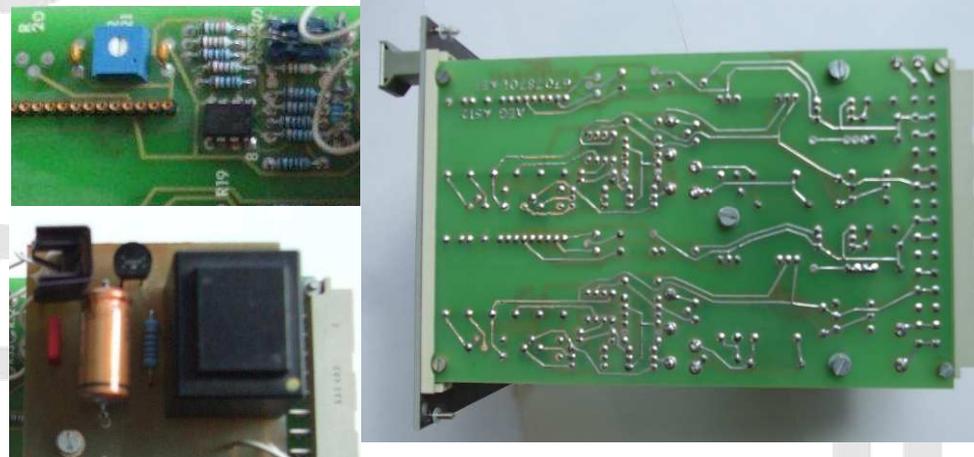
Parylene beschichtete Baugruppe

Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen/Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylenebeschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylenebeschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet eine Parylenebeschichtung?

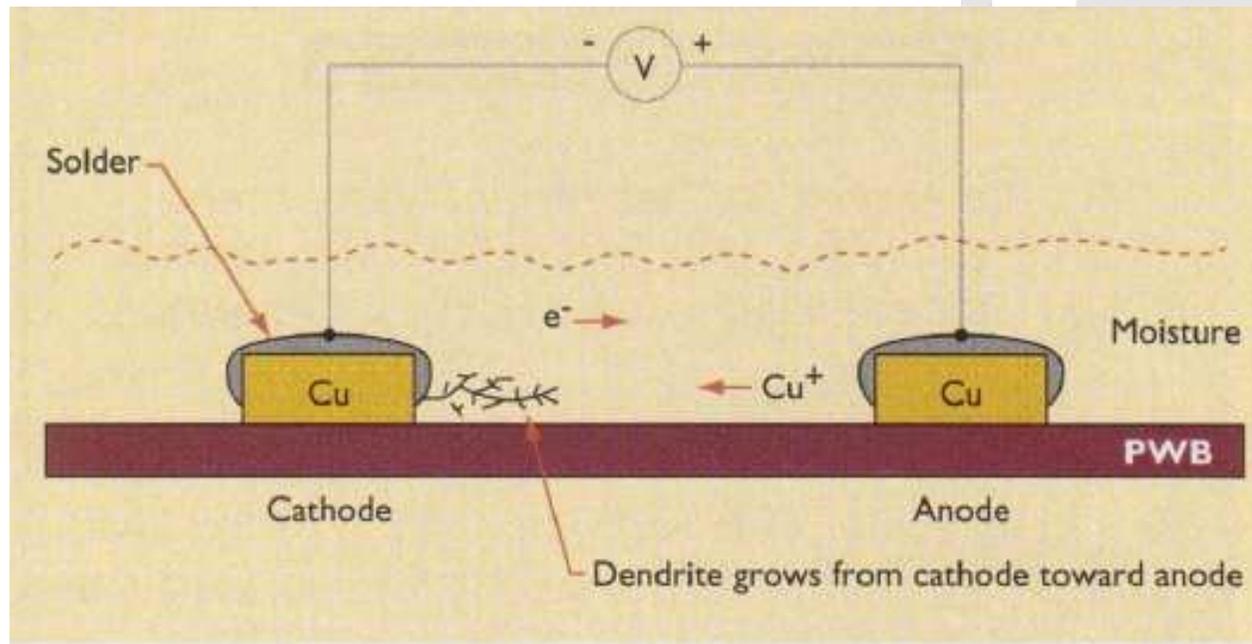
Steigende Klimagefährdung

- Früher
 - Große Bauteile
 - Große Leiterbahnabstände
 - Geringe Bestückungsdichte
 - Geringe Klimaeinflüsse
- Heute
 - Immer kleiner werdende Bauteile
 - Sehr geringe Leiterbahnabstände
 - Stetig steigende Bestückungsdichte
 - Hohe Klimaeinflüsse



Elektromigration

Vorgang der Elektromigration



Quelle: EP&P/October 1999

Feuchtigkeit & Verunreinigung (Fluxer/Salze/Fingerprints)

➔ Elektromigration

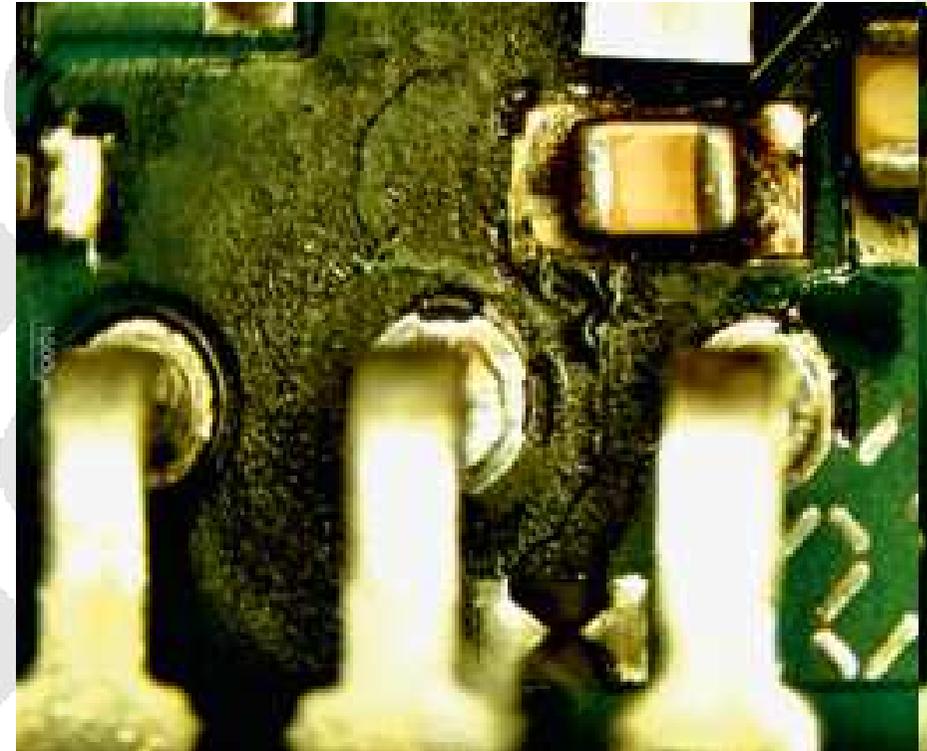
Auflösung der Metallisierung an der Anode

Abscheidung der Dendride an der Kathode



Elektromigration

- Unter Feuchtebelastung ist die häufigste Ausfallursache bei elektronischen Flachbaugruppen durch Elektromigration bedingt.
- Dies führt dann zu Funktionsstörungen oder dem Totalausfall der Baugruppe.



Elektromigration an einer elektronischen Baugruppe

Quelle: AUCOTEAM GmbH

Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen/Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylenebeschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylenebeschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet eine Parylenebeschichtung?

CVD Prozess = nahezu überall gleiche Schichtdicke



Vorteile



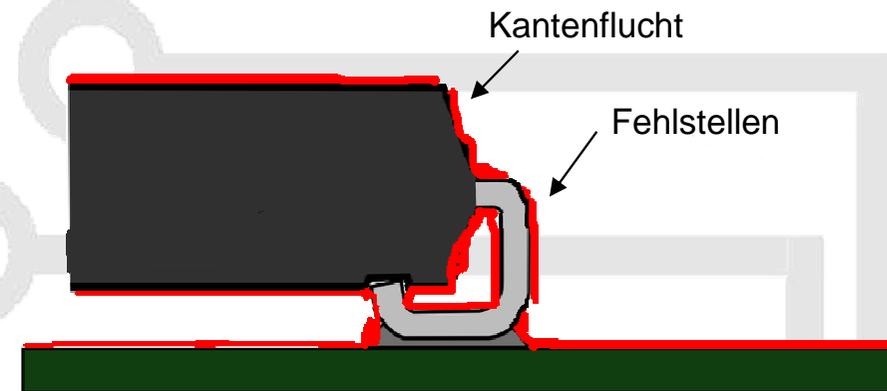
Nachteile

| Lackieren | Parylene | Verguss |
|--|---|--|
| Streichen, Tauchlackieren, Selektives Lackieren | Vakuumprozess mit 5 verschiedenen Pulvern | Vollverguss mit Epoxydharz, Polyurethan oder Silikon |
| <ul style="list-style-type: none"> • Preisgünstig • Schnelle Prozesszeit | <ul style="list-style-type: none"> • Ultradünne, transparente pinholefreie Schicht ab 0,2 µm / 5µ - 25µ • Kein Ausgasen von Lösungsmitteln/Weichmachern • Absolut biokompatibel und biostabil • Chemisch beständig • Geringes Gewicht • Hohe Temperaturbeständigkeit • Prozess findet bei Raumtemperatur statt • Strukturerhaltend (real conformal Coating) • Hervorragende elektrische Isolation, hohe Spannungsfestigkeit • Höchster Korrosionsschutz | <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der sehr dicken Beschichtung hoher Feuchtigkeitsschutz |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nur bedingte Schutzwirkung • Eventuell Ausgasen von Lösungsmitteln • Nicht pinholefrei • Ungleichmäßige Schichtdicken • Kantenflucht • Kaum Benetzung unter Bauteilen | <ul style="list-style-type: none"> • Vakuumprozess (Bauteile müssen Vakuumfest sein) • Lange Prozesszeit | <ul style="list-style-type: none"> • Lange Aushärtzeit • Hohes Gewicht • Eventuell Ausgasungen • Begrenzte thermomechanische Zuverlässigkeit |

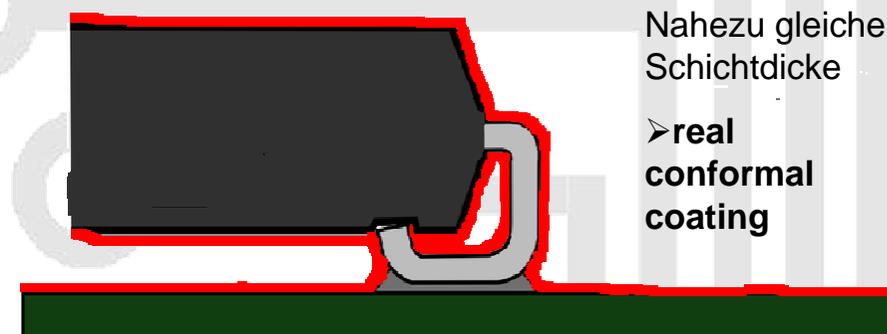
Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

SMD - Bestückung

Üblicherweise werden Flachbaugruppen mit epoxid-, urethan-, silikon- und acrylhaltigen Lacksystemen vor Umwelteinflüssen geschützt. Oftmals reicht die Schutzwirkung bei hohen Beanspruchungen jedoch nicht aus.



Bauteil lackiert



Bauteil Parylene beschichtet

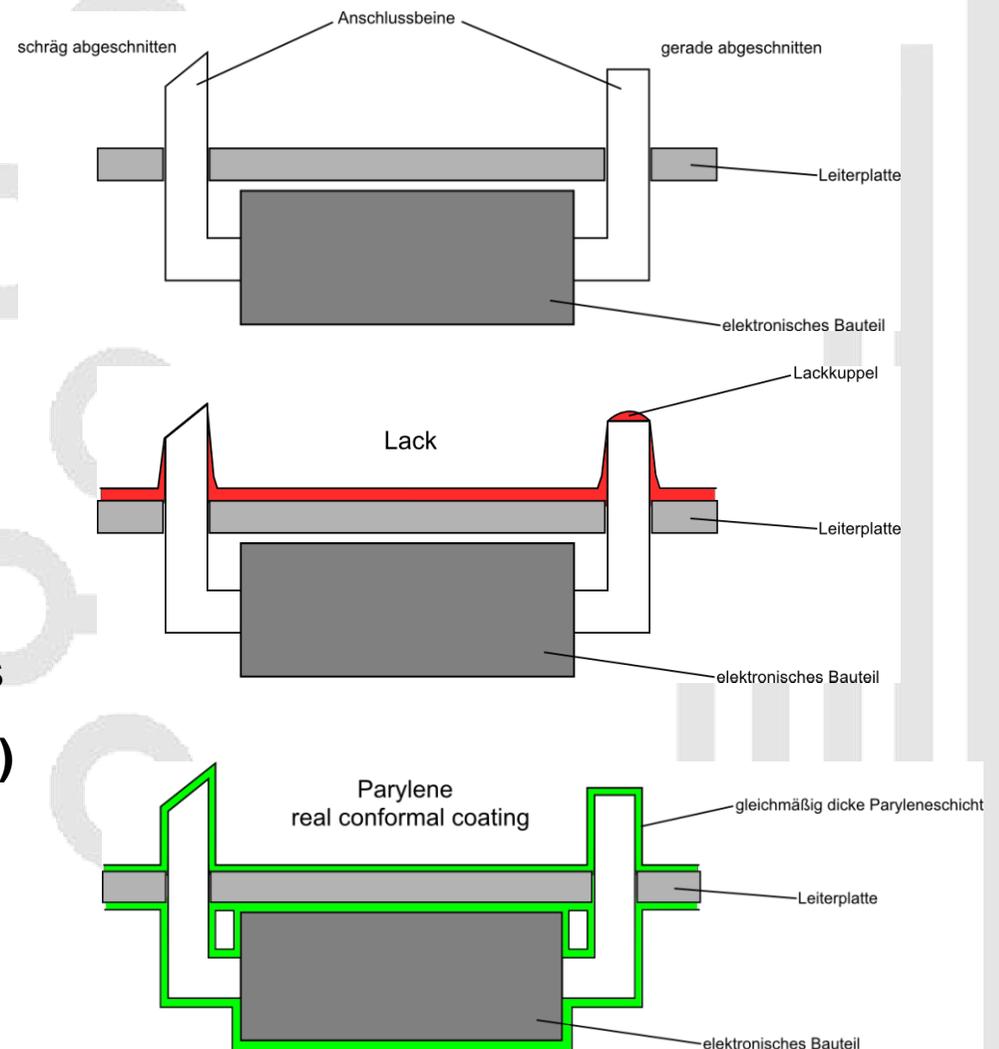
Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

THT - Bestückung

Ursachen:

- Fehlstellen im Lack durch Poren oder Kantenflucht
- Nicht ausreichende Permeabilitätsdichte gegen Wasserdampf oder Schadgase

Hier kann eine aus einem Vakuumprozess abgeschiedene Polymerschicht (**Parylene**) die nötige Zuverlässigkeit der Baugruppe gewährleisten.

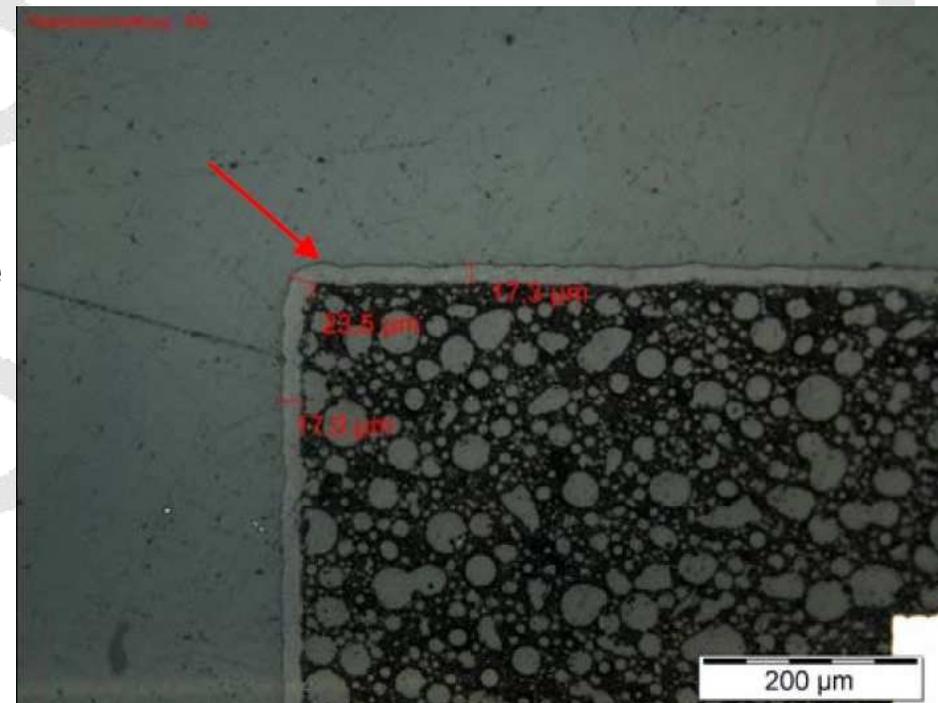


Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

Schichtdicken auf elektronischen Bauteilen

Homogene Schichtdicke bietet Rundumschutz

- Im Kantenbereich bleibt die gewünschte Schichtdicke erhalten
- Die Parylenebeschichtung erreicht tiefe und enge Spalten und bedeckt sogar Spitzen
- Die Beschichtung ist nahezu porenfrei und strukturerhaltend

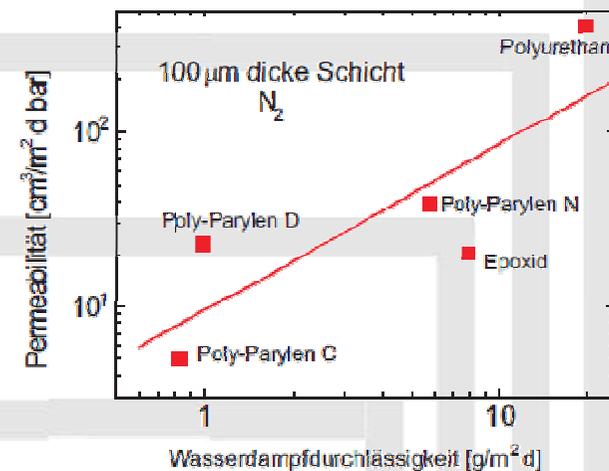


Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

Widerstandsfähigkeit verschiedener Schutzschichten gegen eine 0,9 %ige Kochsalz-Lösung

| Polymer | Beschichtungs-Methode | Schichtdicke [µm] | Zeit bis zum Totalausfall |
|----------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|
| Poly-Parylen C | CVD | 25 | >30 d |
| Epoxid | Dippen | 100 ± 25 | 6 h |
| PVC | Dippen | 100 ± 12,5 | 8 h |
| Polyurethan | Dippen | 100 ± 12,5 | 6 h |
| Silicon | Dippen | 75 ± 12,5 | 58 h |
| Teflon | Sprühen | 75 | 6 h |

Quelle: G. Mordelt, P. Heim: High-Tech-Beschichtung der Zukunft, Metalloberfläche 52(5), 368 – 371 (1998)



Quelle: Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, p. 1004 (1989)

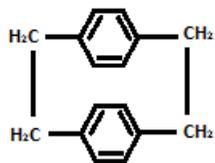
Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen/Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylenebeschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylenebeschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet eine Parylenebeschichtung?

Parylenebeschichtung

Beschichtungsprozess

1. Verdampfung



Dipara-xylylen
Dimer

2. Pyrolyse

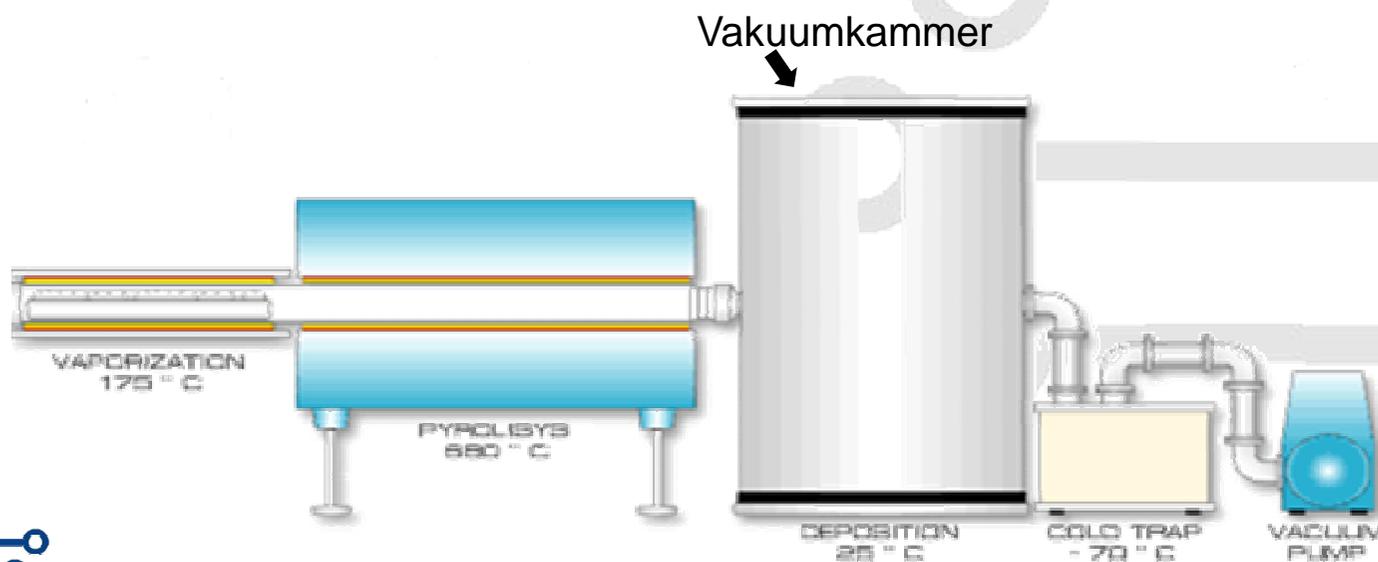


Para-xylylen
Monomer

3. Kondensation



Polypara-xylylen
Polymer



Quelle: PPS: „Klimaschutz mit Dünnschichten“

Parylenebeschichtung

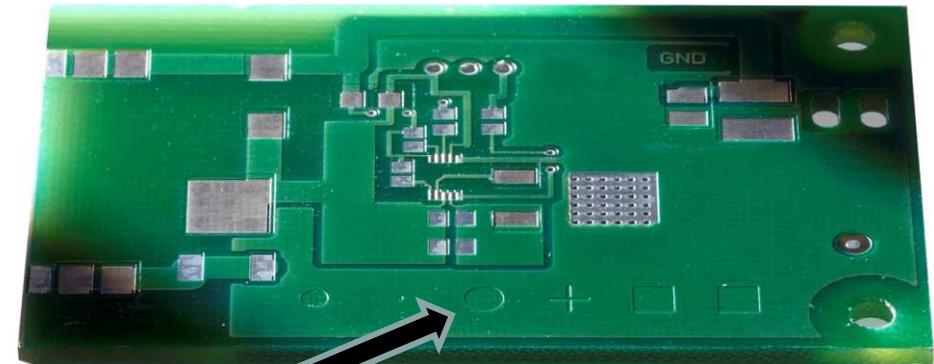
Beschichtungsprozess

- Reinigung der Baugruppe
- Manuelle Maskierung der nicht zu beschichtenden Stellen
- Paryleneprozess in Vakuumkammer 7-8 Stunden durchführen
- Manuelle Demaskierung der nicht beschichteten Stellen
- Demaskierung der beschichteten Stellen mit **Speziallaser**
- Optische Kontrolle der Parylenschicht
- Dokumentation der Prozessparameter

Parylenebeschichtung

Entfernen der Parylene

- Manuelles Schützen mit speziellen Schutzmasken
- Manuelles Entfernen der Schutzmaske nach der Parylenebeschichtung
- Demaskierung der beschichteten Stellen mit **Speziellaser**



Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen/Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylenebeschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylenebeschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet eine Parylenebeschichtung?

Parylenebeschichtung

Eigenschaften

- Hydrophobe (wasserabweisende) Oberfläche
- Chemisch resistent mit Barrierewirkung gegenüber organischen und anorganischen Medien (Säuren, Laugen, Gasen, Wasserdampf)
- Elektrisch isolierend, hohe Spannungsfestigkeit (5 kV bei 25 µm Parylene „C“)
- Biokompatible und biostabile Beschichtung
- Dünne, transparente und pinholefreie Schicht ab 0,2 µm
- Sehr hohe Spalt- und Kantengängigkeit (zu 99% der Schichtdicke) für komplexe Substrate
- Hervorragender Korrosionsschutz
- Homogene Schichtausbildung
- Kein Ausgasen von Lösungsmitteln oder Weichmachern
- Abriebfest 92 A Shore
- MIL spezifiziert MIL-I-46058C
- FDA Zulassung (behördliche Lebensmittelüberwachung durch die Arzneimittelzulassungsbehörde der Vereinigten Staaten)

Parylenebeschichtung

Parylenetypen

- **C** = sehr gute elektrische und physikalische Eigenschaften, hohe Barrierewirkung < 110°C
- **N** = hohes Dielektrikum und größte Beschichtungs-Penetration < 70°C, sehr gute Spaltgängigkeit
- **D** = hohe Barrierewirkung (Quellverhalten) und Temperaturschutz < 150°C
- **F** = gute elektrische Eigenschaften und Temperaturschutz > 350°C, gute Spaltgängigkeit, geringer Reibungskoeffizient
- **AF** = hohe UV-Beständigkeit, gute elektrische Eigenschaften > 350°C, hohe Barrierewirkung, sehr gute Spaltgängigkeit, geringer Reibungskoeffizient
- **HT** = Markenname Firma Special Coating Systems
 - USP CLASS VI ISO-10993-6
 - FDA: MAF 1176
 - MIL Specifications: MIL-I-46058C

Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen/Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylenebeschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylenebeschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet eine Parylenebeschichtung?

Parylenebeschichtung

Anwendung

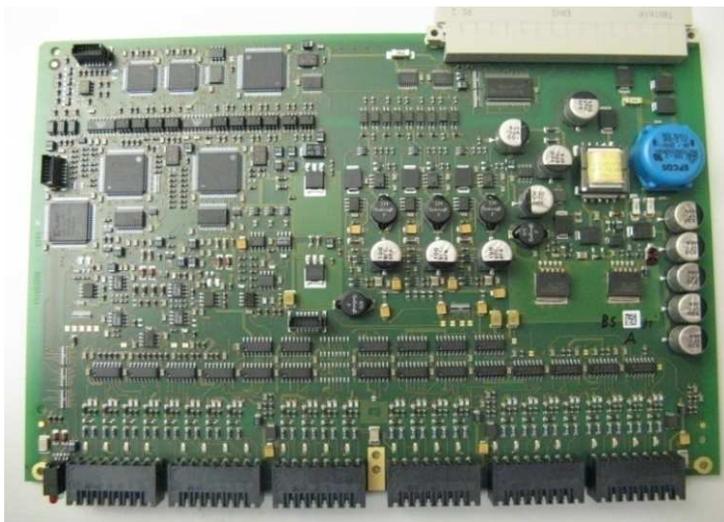
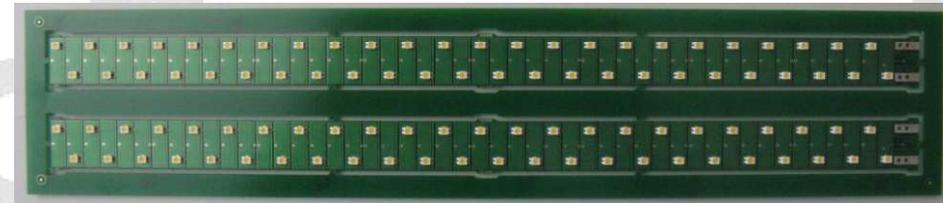
- Elektronikindustrie, speziell Leiterplatten
- Luft- und Raumfahrt
- Kunststoff- und Metallindustrie
- Medizintechnik z.B. Herzkatheter und Stents
- Automobilindustrie
- Dokumentenschutz
- Insektenpräparation

Alle vakuumtauglichen Materialien sind für die Beschichtung geeignet

- Gummi
- Glas
- Metalle
- Keramik
- Kunststoffe
- Silikone

Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel(1)



HIMA Paul Hildebrandt GmbH + Co KG



HIMA Paul Hildebrandt GmbH + Co KG

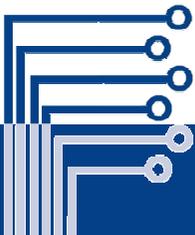
PCBs

Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel(2)



Elektronikfertigung und Parylenebeschichtung
für UAVs (Ferngesteuerte Drohne)

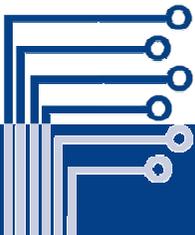


Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel(3)

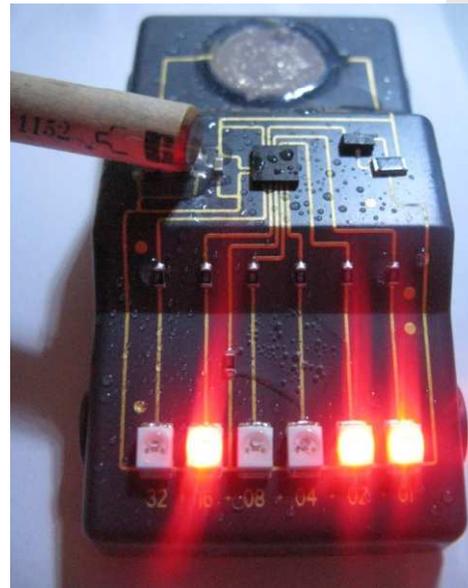
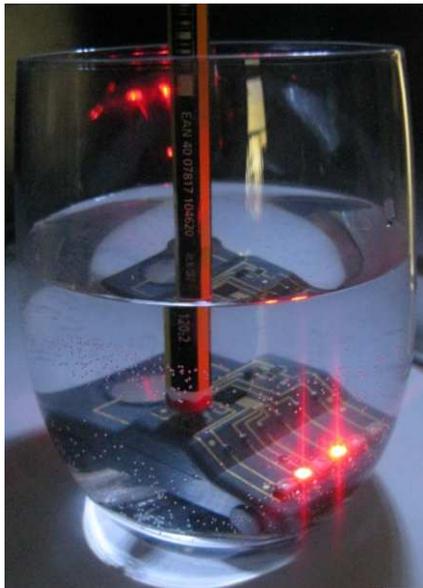


Elektronikfertigung und Parylenebeschichtung
für UAVs (Ferngesteuerte Drohne)



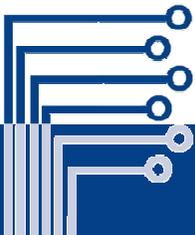
Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel(4)



3-D MID (Molded Interconnect Device) Demonstratoren

Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V.
FAPS – Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik



Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel(5)

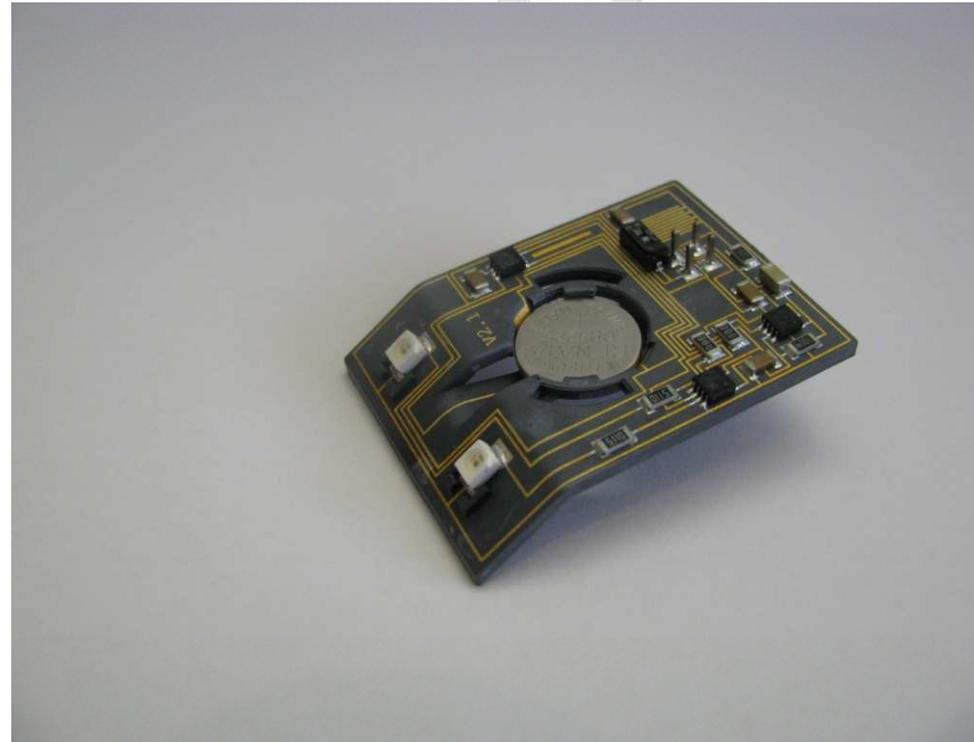


3-D MID (Molded Interconnect Device) Demonstrator

Aluminiumspritzgussteil mit Elektronikbauteilen bestückt in Form einer „Glühlampe“ mit Leiterbahnen aus Pulverlack
LPKF

Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel(6)



3-D MID (Molded Interconnect Device) Demonstrator

2E mechatronic GmbH & Co. KG

Parylenebeschichtung

Anwendungsbeispiel(7)



Schmetterlinge und Käfer

Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen/Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylenebeschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylenebeschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet eine Parylenebeschichtung?

Parylenebeschichtung

Kosten

- Paryleneprozess findet in räumlich begrenzter Vakuumkammer statt
- Anzahl der nicht zu beschichtenden Stellen bestimmt entscheidend den Preis
- Preis des verwendeten Parylenepulvers (N,C,D,F,AF) bestimmt entscheidend den Preis
- Paryleneprozess ist in der Regel teurer als Lackieren
- Paryleneprozess ist in der Regel preiswerter als Vergießen

Vielen Dank für Ihr Interesse



Heicks Parylene Coating GmbH

Am Schwarzen Weg 25 – 31

D – 59590 Geseke

Tel. 0 29 42 / 9 79 26 – 0

Fax 0 29 42 / 9 79 26 – 150

info@heicks.de

www.heicks.de

Es folgt:

Innovatives Laserverfahren für die MID-Technologie

Bernd Niese, Bayrisches Laserzentrum GmbH