INHALT

Teil A EINLEITUNG

Teil B ANFORDERUNGEN AN DIE BESCHICHTUNG VON BAUGRUPPEN

1 Allgemeine Anforderungen

2 Anforderungen an die Klimabelastung

3 Regelwerke zur Schutzbeschichtung

- 3.1 Bezug auf die allgemeinen Anforderungen
- 3.2 Bezug auf die Klimabelastung

Teil C EINTEILUNG VON SCHUTZLACKEN

1 Unterteilung nach dem Bindemittel

- 1.1 Acrylate
- 1.2 Alkyde
- 1.3 Epoxide
- 1.4 Polyester
- 1.5 Polyurethane
- 1.6 Silicone
- 1.7 UV-Acrylhybride
- 1.8 Thixotropierte Schutzlacke
- 1.9 ORMOCER®e
- 1.10 Parylene

2 Unterteilung nach dem Lösemittel

3 Unterteilung nach dem Trocknungs- und Härtungsmechanismus

- 3.1 Physikalisch trocknende Beschichtungsstoffe
- 3.2 Oxidativ trocknende Beschichtungsstoffe
- 3.3 Chemisch härtende Beschichtungsstoffe
- 3.4 (UV-)Strahlenhärtende Beschichtungsstoffe

4 Unterteilung nach der Schichtdicke

Teil D FILMEIGENSCHAFTEN VON SCHUTZBESCHICHTUNGEN

1 Mechanische Eigenschaften
- 1.1 Haftung
- 1.2 Elastizität
- 1.3 Härte
- 1.4 Weitere mechanische Eigenschaften

2 Elektrische Eigenschaften
- 2.1 Isolations- bzw. Feuchtigkeitswiderstand

3 Thermische Eigenschaften
- 3.1 Belastungsfaktoren
- 3.2 Thermischer Mismatch
- 3.3 Ermüdung – die Wöhlerkurve und ihre Konsequenz
- 3.4 Thermische Stressbelastung
- 3.5 Temperaturwechselbeständigkeit

4 Betauung

5 Wasseraufnahme und Wasserdampfdurchlässigkeit
- 5.1 Anforderungen
- 5.2 Transport von Feuchtigkeit

6 Thermischer Widerstand

7 Flexibilität (Elastizitätsmodul) und CTE

Teil E EINFLUSS DER BAUGRUPPE AUF DIE SCHUTZBESCHICHTUNG

1 Basismaterial

2 Baugruppen- bzw. Leiterplattenlayout

3 Lötstopplack

4 Lötstoffe und Lötprozess
- 4.1 Flussmitteltypen
- 4.2 Zusammensetzung von NoClean-Flussmitteln
- 4.3 Rückstände aus dem Lötprozess

5 Trocknungsparameter

6 Freihalten und Freilegen von Bereichen

Teil F UNTERGRUND UND VORBEHANDLUNG VOR DER SCHUTZ-BESCHICHTUNG

1 Anforderungen an die Reinigung von Baugruppen

2 Entscheidung über die Reinigung

3 Reinheitsanforderungen

4 Mindestreinheit der Oberfläche vor der Schutzbeschichtung

5 Messung und Analyse ionischer Verunreinigungen

6 Erkennen von kritischen Verunreinigungen

- 6.1 Aktivatoren-Nachweistest
- 6.2 Resin-Test
- 6.3 SIR-Messung
- 6.4 Ionenchromatographie-Messung

7 Umsetzung der Reinigungsprozesse

- 7.1 Reinigunsarten
- 7.2 Reinigungssysteme
- 7.3 Mikrophasen-Reiniger

Teil G AUFTRAGSVERFAHREN FÜR SCHUTZBESCHICHTUNGEN

1 Unterteilung der Auftragsverfahren

2 Auftrag über Pinsel- bzw. Streichverfahren

3 Auftrag mittels Spraydosen

4 Auftrag über Spritzverfahren

5 Auftrag über Tauchverfahren

- 5.1 Vertikales Tauchen
- 5.2 Horizontales Tauchen

6 Auftrag über Flutverfahren

- 6.1 Formbecherfluten
- 6.2 Formbecher

7 Auftrag über Sprühverfahren

8 Automatische und selektive Beschichtung im Gießverfahren

- 8.1 Funktionsweise des SelectCoat®-Verfahrens
- 8.2 Geschlossene und zirkulierende Lackversorgung
- 8.3 Software für die Beschichtungsanlage
- 8.4 Prozessregelung
- 8.5 Beschichtungsanlage
- 8.6 Kontaktloses Jetten mit der PreciseCoat®-Technologie (Pulsweiten-Modulation)

9 Auftrag über Dispensverfahren

10 Auftrag über Vakuumverfahren

Teil H UMGANG MIT SCHUTZLACKEN BEI DER VERARBEITUNG

1 Anforderungen an Beschichtungsräume und Einrichtungen

- 1.1 Übersicht und Definition
- 1.2 Explosionsgeschützte Bereiche
- 1.3 Lagerung von Beschichtungsstoffen
- 1.4 Misch- und Bereitstellungsräume
- 1.5 Lackiereinrichtungen
- 1.6 Absaugung und Lüftung in Räumen und Bereichen
- 1.7 Abdunst- und Trocknungsräume oder -bereiche
- 1.8 Verarbeitung von UV-härtenden Beschichtungssystemen
- 1.9 Betrieb
- 1.10 Vorschriften und Regeln

2 Überwachung der Verarbeitungsparameter

- 2.1 Viskosität und Auslaufzeit
- 2.2 Auslaufzeit und Temperatureinflüsse
- 2.3 Viskosität und Temperatur

3 Kontamination

4 Wartung von Tauchanlagen

5 Alterung von Schutzlacken

- 5.1 Lackalterung
- 5.2 Staub- und Schmutzaufnahme
- 5.3 Anlösung von lackfremden Substanzen
- 5.4 Standzeitverlängerung

6 Umweltschutz bei der Schutzbeschichtung

- 6.1 Vorschriften und Gesetze zur Luftreinhaltung
- 6.2 EU-Lösemittelrichtlinie (VOC-Richtlinie)
- 6.3 Technische Anleitung (TA)-Luft
- 6.4 Gefährliche Arbeitsstoffe am Arbeitsplatz
- 6.5 Zusammenfassung
- 6.6 Literatur

Teil I VERMEIDUNG TYPISCHER FEHLER BEI DER SCHUTZBESCHICHTUNG

1 Auftrag zu hoher Schichtdicken

2 Doppelbeschichtung

3 Frühes hermetisches Kapseln von beschichteten Leiterplatten

4 Vermeidung von Fehlstellen in der Schutzbeschichtung

5 Typische Fehlerbilder bei der Schutzbeschichtung

5.1 Chemische Ursachen für Fehlerbilder

5.2 Prozessbedingte Ursachen für Fehlerbilder

5.3 Verlaufsstörungen

Teil J ÜBERPRÜFUNGSMETHODEN FÜR DIE SCHUTZBESCHICHTUNG

1 Allgemeiner Nachweis der Schutzbeschichtung

2 Verfahren zur Überprüfung der Klimabeständigkeit

2.1 Wasser-Tauch-Test

2.2 Klima-Zyklus-Test

2.3 Kondenswassertest

3 Verfahren zur Überprüfung des Beschichtungsergebnisses

3.1 Schichthaftung

3.2 Schichtdicke

3.3 Besonderheiten bei Oberflächenmodifizierungen

4 Verfahren zur Prüfung und zum Design der Schutzlacktrocknung mittels thermische Analyse

4.1 Problemstellung

4.2 Verfahren

4.3 Anwendungsbeispiele

Teil K REPARATUR VON BESCHICHTETEN BAUGRUPPEN

1 Entlackung von Baugruppen

1.1 Chemische Entlackung

1.2 Mechanische Entlackung

2 Durchlöten von Beschichtungen

3 Reparaturbeschichtung

TEIL L LITERATURVERZEICHNIS

TEIL M AUTORENVERZEICHNIS

TEIL N GEGENÜBERSTELLUNG LEITFADEN ZUM IPC-HANDBUCH

VORWORT

Die GfKORR und deren Arbeitskreis „Korrosionsschutz in der Elektronik und Mikrosystemtechnik“ als Initiatoren dieses Leitfadens

Die GfKORR – Gesellschaft für Korrosionsschutz e.V., eine gemeinnützige technisch-wissenschaftliche Gesellschaft, die im Jahre 1995 aus dem Zusammenschluss zweier Vorgängerorganisationen entstand, hat sich u.a. zum Ziel gesetzt, unter Beteiligung aller sich mit Korrosion und Korrosionsschutz befassenden Personen, Institute, Firmen und Einrichtungen das Wissen über Korrosion, Korrosionsmechanismen und Korrosionsschutzmöglichkeiten zur Vermeidung von Korrosionsschäden zu sammeln, zu erweitern und zu verbreiten. Dieses Vorhaben soll dabei einerseits durch gemeinsame Tagungen, Seminare und Workshops und andererseits auch durch eine konstruktive Arbeit in Arbeitskreisen mit spezieller Ausrichtung und Themenstellung realisiert werden. Weitere Informationen über die GfKORR und deren Arbeit sind unter http://www.gfkorr.de zu finden.

Mit der ständig zunehmenden Anzahl an unterschiedlichen elektronischen Baugruppen und miniaturisierten Systemen aus verschiedenen Werkstoffen und deren Einsatz insbesondere in Kraftfahrzeugen, Telekommunikation, Flugzeugen, Haustechnik bis hin zu Spielzeugen ist auch eine steigende Erwartung an die Funktionssicherheit und Langzeitstabilität der Produkte verbunden. Zusätzlich werden bei der fortschreitenden Miniaturisierung der Bauteile immer größere Anforderungen an die Reinheit bei der Herstellung und der Montage gestellt. Weiterhin sind sowohl die Elektronik als auch die Mikrobauteile immer stärker wechselnden klimatischen Umgebungseinflüssen wie Feuchte, Temperaturwechsel und Temperaturschock ausgesetzt. Ausgehend von langjährigen Garantieforderungen und einer weltweiten Vermarktung ist eine wirksame Sicherung der Zuverlässigkeit elektronischer Produkte nur mit Hilfe einer vertieften Kenntnis der Wirkungsmechanismen der Korrosion von elektronischen und mikrosystemtechnischen Komponenten und entsprechenden Korrosionsschutzmaßnahmen vorstellbar.

Im Hinblick auf die Diskussion derartiger, in immer größerem Umfang auftretender Fragestellungen und Probleme wurde innerhalb der GfKORR im Frühjahr 1998 der Arbeitskreis „Korrosionsschutz in der Elektronik und Mikrosystemtechnik“ gegründet. Er wird derzeit von Dr. Helmut Schweigart, Dr. O.K. Wack Chemie GmbH, Ingolstadt geleitet, sein Stellvertreter ist Dr. Michael Popall, Fraunhofer-Institut für Silicatforschung, Würzburg. Der Arbeitskreis trifft sich zweimal im Jahr jeweils im Frühjahr und im Herbst in Würzburg (zu weiteren Informationen und bzgl. einer Kontaktaufnahme siehe Angaben im Autorenverzeichnis sowie im Internet auf der GfKORR-Homepage).

Dem Arbeitskreis gehören sowohl Vertreter aus der Industrie (wie z.B. ALTANA Chemie AG, CiS Institut für Mikrosensorik gGmbH, Continental AG, Dage Electronic Europa Vertriebs GmbH, Dow Corning GmbH, GTL Knödel GmbH, Hella KGaA, ISO-ELEKTRA Elektrochemische Fabrik GmbH, KC-Kunststoff-Chemische Produkte GmbH, Lackwerke Peters GmbH & Co. KG, Nordson-Asymtek, Specialty Coating Systems, Stannol GmbH, Wevo-Chemie GmbH, Würth Elektronik GmbH & Co. KG, Zollner Elektronik AG ...) als auch Mitarbeiter verschiedener Forschungseinrichtungen und Dienstleister (wie z.B. der Fraunhofer-Institute für Angewandte Materialforschung (IFAM), für Silicatforschung (ISC) und für Siliziumtechnologie (ISiT) und des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH) an.

Die Ziele des Arbeitskreises sind:

- die Vertiefung des Verständnisses der zur Funktionsgefährdung führenden Mechanismen,
- der interdisziplinäre Austausch über den Stand von Wissenschaft und Technik auf den Arbeitsfeldern des Arbeitskreises in Zusammenarbeit mit der Industrie und anderen wissenschaftlich-technischen Gesellschaften,
- die Schadensbewertung und die Prävention sowie
- die Vermittlung kompetenter Ansprechpartner für akute Fragestellungen.

Ein wichtiger Punkt, mit dem sich der Arbeitskreis in der Vergangenheit bereits beschäftigt hat und weiterhin beschäftigen muss, sind die derzeitigen Testmethoden zur Charakterisierung der auf Leiterplatten und Bauelementen aufgebrachten Schutzbeschichtungen. Hier gilt es, Weiterentwicklungen vorzunehmen, die allerdings nur durch Lackhersteller und Anwender gemeinsam verfolgt werden können.

Der Arbeitskreis „Korrosionsschutz in der Elektronik und der Mikrosystemtechnik“ der GfKORR hat in den vergangenen Jahren seine Arbeit auf die Zusammenstellung des nun vorliegenden Leitfadens ausgerichtet und dabei einzelne Punkte kontrovers diskutiert. Dieser Leitfaden, überschrieben mit dem Titel „Anwendung und Verarbeitung von Schutzlacken für elektronische Baugruppen – Auswahlkriterien, Anwendungsgebiete, Anforderungsprofile und Applikationshinweise“ ist aus der Erkenntnis heraus entstanden, dass ein umfassendes und grundlegendes Verständnis der Beschichtung und ihrer Funktion auf elektronischen Baugruppen erforderlich ist. Hierzu ist es notwendig, den ganzen Prozess zu analysieren. Dieser Leitfaden soll eine praxisorientierte Hilfestellung bei der Betrachtung dieses Prozesses beginnend beim Layout bis hin zur Funktionsprüfung der Baugruppe nach der Beschichtung geben.

Zur Erzielung optimaler Ergebnisse bei der Anwendung von Schutzlacken bzw. Schutzbeschichtungen ist es weiterhin wünschenswert, dass sowohl Hersteller und Bestücker von elektronischen Baugruppen als auch Anwender von Schutzlacken gemeinsam mit den Schutzlackherstellern die gewünschten Eigenschaften und die dazu notwendigen und möglichen Verfahrensschritte miteinander diskutieren und umsetzen. Nur mit solchen "round-table"-Gesprächen können für jeden individuellen Anwendungsfall erfolgreiche Lösungen erarbeitet werden. Über solche Diskussionen und Gespräche ist es dann auch möglich, diesen Leitfaden in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren und zu verbessern.

Mai 2018
Die Verfasser des Leitfadens