

Das Merkblatt DVS 2612 beinhaltet zwei Teile. Während Teil 1 allgemeine Hinweise für den Praktiker enthält, beschreibt Teil 2 in detaillierter Form Reaktionsmechanismen, Reaktionsprodukte, Rückstände und Prüfmethoden.

Inhalt:

- 1 Flussmittel für das Weichlöten in der Elektronik
- 1.1 Auswahl des Flussmittels nach Prozessanforderungen
- 1.2 Auswahl des Flussmittels nach Produktanforderungen
- 1.3 Physikalisch-chemische Eigenschaften von Wellenlötflussmitteln
- 1.4 Zusammensetzung
- 1.5 Kolophonium als Flussmittelbestandteil
- 1.6 Aktivatoren
- 2 Chemie der Flussmittel
- 3 Normen
- 3.1 DIN EN 29454-1 (ISO 9454-1) Flussmittel zum Weichlöten
- 3.2 DIN EN 61190-1-1 Verbindungsmaterialien für Baugruppen der Elektronik
- 3.3 Internationale Normen
- 4 Rückstände auf Leiterplatten
- 4.1 Folgen der Verunreinigung
- 4.2 Prüfungen: Kontamination und SIR-Test
- 4.3 Schutzgas
- 4.4 No-Clean und Rückstände?
- 5 Flussmittel für Röhrenlote
- 6 Flussmittel für Lotpasten
- 7 Auswahl des Flussmittels nach Prozessqualität und -ausbeute
- 8 Anforderungen an Sicherheit, Arbeitsschutz und Umwelt
- 9 Schrifttum

1 Flussmittel für das Weichlöten in der Elektronik

Flussmittel sind chemische Hilfsstoffe, die die zu lötfähigen metallischen Oberflächen für den Lötprozess vorbereiten. Man unterscheidet bei den Flussmitteln, die zum Löten in der Elektronikindustrie verwendet werden, je nach Anwendungsfall feste, pastöse und flüssige Flussmittel. Feste Flussmittel werden hauptsächlich als Füllungen für flussmittelgefüllte Lotröhre zur Anwendung gebracht. Das Hauptanwendungsgebiet von pastösen Flussmitteln ist die Herstellung von Lotpasten, die zum Löten von oberflächenmontierbaren Bauteilen in der Surface Mounted Technology (SMT) verwendet werden. Pastöse Flussmittel in Form eines Gels werden vorwiegend auf verloteten Fügeflächen eingesetzt, wo Lot schon in genügender Menge vorhanden ist, z. B. beim Reparatur- oder Bügelan. Das Hauptanwendungsgebiet von flüssigen Flussmitteln ist das Wellenlöten und das Selektive Löten, das Tauplöten und Verzinnen.

Die wirksamen Bestandteile der Flussmittel sind meist ähnlich. Sie enthalten als Grundsubstanz natürliche, modifizierte oder synthetische Harze sowie organische Säuren und so genannte Aktivatoren. Die restlichen Zutaten dienen der Anpassung an die verschiedenen Applikationsformen. Flussmittel zum Wellenlöten enthalten daher eine große Menge an Lösungsmitteln, Pasten benötigen neben dem Lösungsmittel zusätzlich rheologische Additive für das richtige Fließverhalten, wie es zum Drucken, notwendig ist.

Die Entscheidung, welches Flussmittel das richtige ist, muss sich

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

daher zunächst an der Anwendungsform orientieren. Die Material- und Prozessbedingungen spielen eine Rolle, wie auch die qualitativen Anforderungen, z. B. Korrosion und Isolationswiderstand. Die Forderungen der Norm EN 61191-1 Punkt 5.2 „Flussmittel“ sollten beachtet werden.

1.1 Auswahl des Flussmittels nach Prozessanforderungen

Bei der Auswahl eines Flussmittels muss man sich zunächst an den Möglichkeiten orientieren, die für den Fertigungsprozess vorhanden sind. Ist die Lötmachine mit einem Sprühfluxer oder mit einem Schaumfluxer ausgerüstet? Ist die Leistung der Vorheizung ausreichend? Den Lösungsmittelanteil des Flussmittels komplett zu verdampfen. Kann man genügend Flussmittel auftragen, damit der Lötprozess mit der Doppelwelle fehlerfrei funktioniert? Die Möglichkeit des Einsatzes von Schutzgasen, die die Lötwellen bedecken oder die Maschine vollständig ausfüllen, ergeben eine Vielzahl von Möglichkeiten für den Einsatz unterschiedlicher Flussmittel. Man sieht, aus der Sicht der Prozess-technologie, unter Umständen verschiedene Flussmittel notwendig sind.

1.2 Auswahl des Flussmittels nach Produktanforderungen

Neben der Prozesstechnologie müssen die zum Einsatz kommenden Materialien berücksichtigt werden. Ist das Spektrum der zu lötenden Leiterplatten groß, muss das Flussmittel für alle Anwendungsfälle geeignet sein. Dabei stellen unterschiedliche Leiterplatten differenzierte Anforderungen. Einfache, einseitig bedruckte Leiterplatten müssen anders behandelt werden als ein Multilayer mit vielen Durchkontaktierungen. Die Verträglichkeit von Basismaterial, Lötstopplack, evtl. aufgebrachte Markierungsdrucke mit dem Flussmittel müssen gegeben sein. Die Lötbarkeit der Metallisierung der Leiterplatten und aller Bauteiloberflächen muss gewährleistet sein. Im Zweifel kann ein Benetzungstest mit der Benetzungswaage weiterhelfen.

Stimmt das Layout? Flussmittel sind nicht dafür da, dass man mit der Chemie Layoutfehler ausbügelt. Es kommt aber immer wieder vor, dass ein ungünstiges Layout fehlerfrei gelötet werden muss. Die Möglichkeiten sind begrenzt. Die Art der Bestückung (Through Hole Technology (THT) oder SMT, rein oder gemischt) und die Bestückungsdichte spielen bei der Auswahl eine Rolle. Man kann, wenn man mehrere Flussmittel einsetzt, die jeweils auf die Prozessbedingungen und auf die Eigenschaften der individuellen Baugruppe abgestimmt sind, einen idealen Prozess für das spezifische Produkt durchführen. In der Praxis ist dies nicht durchführbar, da man möglichst nur ein einziges Flussmittel einsetzen will.

1.3 Physikalisch-chemische Eigenschaften von Wellenlötflussmitteln

Applikationsbedingt muss ein Flussmittel entweder schaumfähig oder zum Sprühen geeignet sein. Die physikalischen Eigenschaften eines Schaums sind relativ kompliziert und würden den Rahmen dieser Abhandlung sprengen. Daher sei nur erwähnt, dass ein allzu stabiler Schaum für den Auftrag genauso ungünstig ist wie eine zu geringe Schaumbildung. Bei den typischen Kolopho-

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

DVS-Merkblätter und -Richtlinien - Stand 2008-12

niumflussmitteln stellt sich die richtige Schaumstabilität von selbst ein. Bei feststoffarmen Flussmitteln muss man mit oberflächenaktiven Substanzen nachhelfen. Schwierigkeiten bestehen bei VOC-freien (VOC – Volatile Organic Compounds) Flussmitteln auf Wasserbasis. Diese sind sehr leicht mit Netzmitteln zum Schäumen zu bringen, der Schaum ist sehr stabil und muss mit einem Schaumregulator in der richtigen Dosierung eingestellt sein. Dieser komplexen Formulierung kann man ausweichen, denn moderne Lötmaschinen sind mit Sprühfluxern ausgerüstet, die eine bessere Dosierung des Flussmittels gewährleisten.

Alle Oberflächen, die mit Lot in Berührung kommen, müssen vom Flussmittel benetzt werden. Notwendig ist daher eine niedrige Oberflächenspannung. Bei alkoholischen Flussmitteln ist dies meist der Fall, bei wasserbasierenden VOC-freien Flussmitteln kann es ein Problem sein. Das Flussmittel soll sich auf der Leiterplattenoberfläche als Film ausbilden, es dürfen sich keine Tropfen bilden und es muss in der Lage sein, sich in Durchkontaktierungen auszubreiten. Die wesentlichen Oberflächen, die zu benetzen sind, sind die Leiterplattenmaterialien (z. B. FR4, Lötstopplack, Epoxidharz), die diversen Metallisierungen und Bauteiloberflächen, wie Keramik und Kunststoffe (z. B. Polyamide).

Nach der Benetzung beginnt die chemische Arbeit: Die Oberflächenfilme (lötbarer Lack, organische Verunreinigungen, Fette, Fingerabdrücke, Korrosionsinhibitoren usw.) müssen gelöst werden. Die Hauptaufgabe des Flussmittels ist das Aufbrechen der Oxidschicht auf den Metalloberflächen. Es kommt zu einer chemischen Reaktion mit den Metalloxiden. Während der Vorheizphase ist der Flussmittelfilm ein Oxidationsschutz für die Metalloberflächen bis hin zum Kontakt mit dem flüssigen Lot beim Eintritt in die Welle. Dort wird der Flussmittelfilm samt Reaktionsprodukten, die sich bis dahin gebildet haben, von den Metallisierungen der Leiterplatte und den Bauteilanschlüssen verdrängt, deshalb muss der Film dann sehr niedrigviskos sein. Beim Verlassen der Lotwelle, beim Lotabriss, schützt ein noch vorhandener Restfilm vor Reoxidation und verhindert die Oxidhautbildung auf der sich frisch ausbildenden Lötstelle. So werden Brücken und Zapfenbildung vermieden. Die verbleibenden Rückstände müssen entweder chemisch inaktiv und / oder leicht entfernbar sein. Sie dürfen keine Korrosion hervorrufen und müssen einen hohen Isolationswiderstand aufweisen. Unter Umständen ist eine Reinigung erforderlich.

Kontrollmöglichkeiten:	
Flussmittelüberwachung – Festkörper/Säurezahl:	Titrierset
Lötbarkeit der Bauteile u. Leiterplatte:	Benetzungsprobe
Ionische Kontamination:	Kontaminationsmessgerät
Kriechstromfestigkeit:	SIR-Messgerät

1.4 Zusammensetzung

Wellenlötflussmittel setzen sich aus mehreren Komponenten zusammen: Harze, Aktivatoren, Lösungsmittel und Additive, dabei hat das Lösungsmittel den größten Anteil. Moderne Flussmittel sind entweder harzfrei oder kommen mit relativ wenig Harz aus. Das traditionell verwendete Harz ist das Kolophonium, das viele gute Eigenschaften besitzt, je nach Einsatzmenge aber eine entsprechend große Menge an Rückständen auf den Leiterplatten hinterlässt, die störend wirken können, wenn ein ATE (Automatic Test Equipment) eingesetzt wird oder hinterher ein Schutzlack (Conformal Coating) aufgetragen wird.

Als Lösungsmittel für Elektronikflussmittel gewinnt das Wasser zunehmend an Bedeutung. Konventionelle Flussmittel enthalten erhebliche Mengen an organischen Lösungsmitteln (vorwiegend Isopropanol oder Ethanol), die während des Prozesses über die Abluft in die Atmosphäre geleitet werden. Neue Entwicklungen zeigen, dass auch wasserbasierende Flussmittel eine Alternative darstellen, die man nutzen kann, um einen sinnvollen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Der Umgang mit den neuen Materialien bedarf, wie jede Änderung eines Prozesses, einer Anpassung an die veränderten Stoffeigenschaften.

Neben den Umweltaspekten, Reduzierung des VOC-Gehaltes von > 90 % auf < 1 %, bieten die wasserbasierenden Flussmittelsysteme Vorteile in der Handhabung, beim Transport und bei der Lagerung. Wasser brennt nicht. Daher reduziert sich der zum Teil extrem hohe Aufwand im Umgang mit leicht entzündlichen Stoffen. Praktisch unbrennbare Lötarmen sind an jedem Ort möglich, auch im öffentlichen Arbeitsplatz. Die Einstufung nach dem Wasserhaushaltsgesetz in die Wassergefährdungsklasse WGK1 (schwach wassergefährdend) entfällt. Der Transport als Gefahrgut entfällt, was zu Einsparung von Frachtkosten führt.

1.5 Kolophonium als Flussmittelbestandteil

Natürliches Balsamharz wird aus Kiefern gewonnen. Es handelt sich um ein Gemisch verschiedener Harzsäuren mit dem Hauptbestandteil Abietinsäure und verwandter Harzsäuren mit folgendem Eigenschaftsprofil:

Eigenschaftsprofil von Kolophonium

- reagiert als schwache Säure mit Metalloxid
- kann als Reduktionsmittel Sauerstoff aufnehmen
- ist in vielen organischen Lösungsmitteln löslich, aber unlöslich in Wasser
- Carbonsäuren (Aktivatoren) sind löslich im Harz
- Reaktionsprodukte und andere Metallsalze sind löslich im Harz
- flüssig bei Löttemperatur (Schmelzbereich ca. 80 °C)
- chemisch beständig gegen Wasser
- gute Isolationseigenschaften

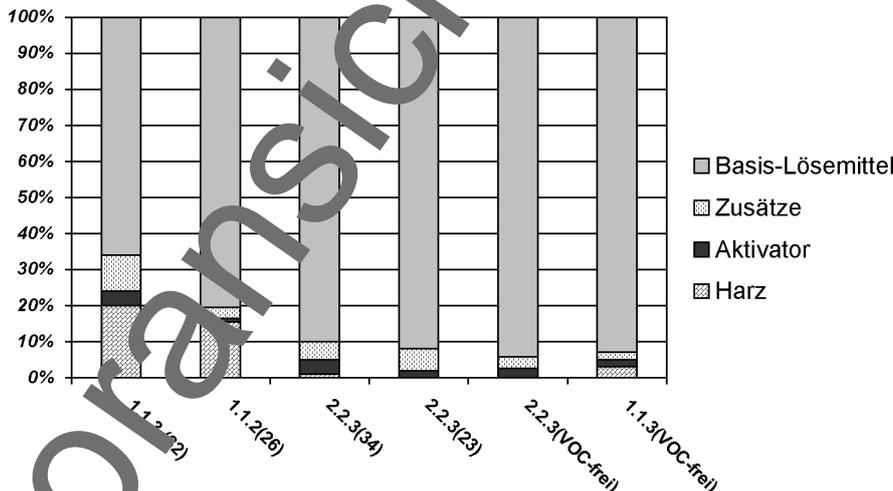


Bild 1. Zusammensetzung von Flussmitteln zum Wellenlöten (ISO-Typen); Flussmittel gemäß Klassifizierung nach Tabelle 1 (siehe Abschnitt 3).