

Bleifrei gelötete MID-Baugruppe aus Hochtemperatur-Polyamid (Bauteil: Delphi)

Bleifreies Löten

Hochtemperatur-Polyamide. Neue Hochleistungspolyamide erlauben Herstellern von Elektro- und Elektronikbauteilen, ihre Produkte gemäß den neuen gesetzlichen Vorschriften ohne Halogene flammwidrig auszurüsten. Gleichzeitig ermöglichen neue Materialien auf Basis von Polyphthalamid (PPA) wirtschaftliche Lötprozesse, die auch bei den unter bleifreien Bedingungen deutlich erhöhten Temperaturen fehlerfrei ablaufen.

KLAUS-JÜRGEN STEFFNER

Polyamide nehmen aufgrund ihres ausgewogenen Eigenschaftsprofils einen hohen Stellenwert in der Elektro- und Elektronikindustrie ein. Insbesondere ihr elektrisches Isolationsvermögen, ihre hohe Kriechstromfestigkeit, Wärmeformbeständigkeit, Glühdrahttemperatur und ihre effektiven Flammenschutzsysteme machen sie hier zu unentbehrlichen Konstruktionswerkstoffen.

Die schnelle und wirtschaftliche Verarbeitung zu komplexen Teilen ohne Nachbehandlung sowie ihre lange Lebensdauer tun ein Übriges für die weite Verbreitung dieser Werkstoffklasse. Verstärkte und unverstärkte Polyamide werden u. a. in Gehäusen und Bauteilen von Elektrogeräten, Schaltern oder Steckverbindern eingesetzt.

Hochtemperaturpolyamide (z. B. Polyphthalamid PPA) haben mittlerweile auch den Weg in elektronische Bauelemente gefunden, die gelötet werden müssen. Dazu gehören z. B. Steckverbinder, Mikroschalter und -taster und

sogar Halbleiterbauteile wie die Reflektorgehäuse von Leuchtdioden (LED). Die dabei weit verbreitete Surface-Mount-Technologie (SMT) als bevorzugte Bestückungsmethode und das damit verbundene Reflow-Löten fordern Werkstoffe mit höchster Wärmeformstabilität.

Veränderte Vorschriften zwingen zum Umdenken

Mit den im Jahr 2003 verabschiedeten europäischen Direktiven WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) und RoHS (Restriction of Hazardous Substances; Bild 1) sowie der jüngst ver-

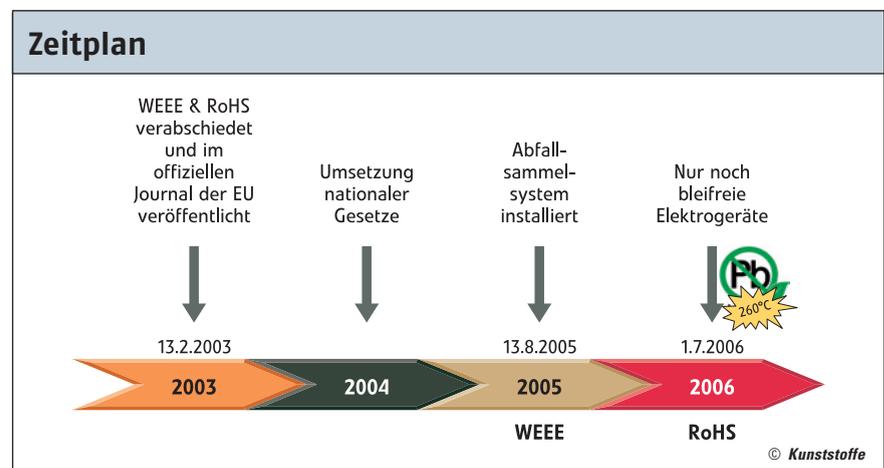


Bild 1. Zeitplan für die Umsetzung der beiden europäischen Regelungen WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) und RoHS (Restriction of Hazardous Substances)

schärften Hausgerätenorm (IEC60335-1) kommt zusätzlich Bewegung in die Elektronikindustrie, denn diese gesetzlichen Regelungen zwingen Geräte-Hersteller und deren Zulieferer zum Umdenken bei der Werkstoffauswahl. Nach der Integration in die jeweilige nationale Gesetzgebung sind WEEE und RoHS spätestens ab dem 1.7.2006 verbindlich.

Die erste EU-Richtlinie WEEE favorisiert halogenfreie Flammenschutzsysteme. Da die kostenlose Rücknahme und Verwertung von Altgeräten in die Verantwortung der Hersteller übergeht, versuchen diese, erhöhte Kosten durch die so genannte selektive Verwertung halogenhaltiger Kunststoffe zu vermeiden. Die zweite EU-Richtlinie RoHS zielt darauf ab, das zur Löttemperaturabsenkung verwendete Blei aus Lötpasten zu verbannen.

Die Hausgerätenorm (IEC60335-1) legt die Hürde der Glühdrahtprüfung bei spannungsführenden Teilen in unbeaufsichtigten Hausgeräten höher und schreibt einen sehr anspruchsvollen GWIT-Wert von 775 °C vor (Glow Wire Ignitability Temperature). Damit haben besonders auf rotem Phosphor basierte Flammenschutzsysteme Probleme.

Materialien für den Einsatz im E+E-Bereich müssen nun, je nach Anwendung, völlig neue Eigenschaftsprofile aufweisen: Zum einen gilt dies für die Inhaltsstoffe, zum anderen betrifft es die steigenden Temperaturanforderungen. Durch die Verwendung bleifreier Legierungen erhöhen sich beispielsweise die Löttemperaturen um ca. 30 auf 260 °C. Viele der bisher im großen Maßstab eingesetzten Werkstoffe genügen den Anforderungen nicht mehr und müssen ersetzt werden.

Werkstofflösungen regelkonform angepasst

Für diese Anwendungsgebiete hat Ems-Grivory, Domat/Ems, Schweiz, thermoplastische Konstruktionswerkstoffe auf

i	Hersteller
<p>Ems-Chemie AG Business Unit Ems-Grivory Reichenauer Strasse CH-7013 Domat/Ems Schweiz Tel. +41 (0) 81/6 32-7888 Fax +41 (0) 81/6 32-7401 www.emsgrivory.com</p>	

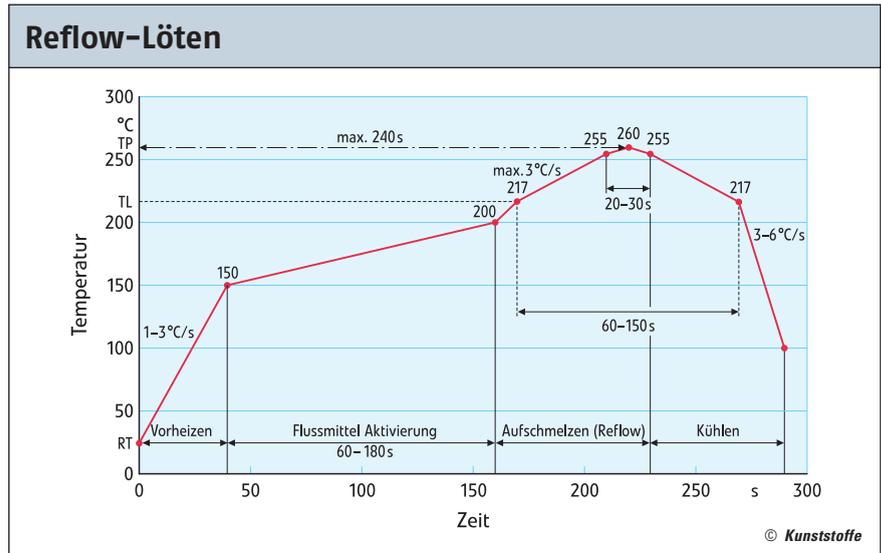


Bild 2. Typisches bleifreies Reflow-Lötprofil bei der Surface-Mount-Technologie (SMT)

Farbe	Wanddicke [mm]	Flammklasse	RTI elec. [°C]	IEC GWIT [°C]	IEC GWFI [°C]
alle	0,35	V-0			
alle	0,75	V-0	150		
alle	1,0	V-0	150	775	960
alle	1,5	V-0	150	775	960
alle	2,0	V-0	150	825	960
alle	3,0	V-0	150	825	960

Kriechstromfestigkeit (CTI) Klasse 0 (600V)

Tabelle 1. Übersicht der Kennwerte, die für den Einsatz des PPA Grivory XE 3876 in E+E-Anwendungen gefordert sind (entspricht aktueller UL-Yellow Card)

Basis von Polyphthalamid (PPA) entwickelt, die dem Anwender die Möglichkeit geben, seine Produkte regelkonform herzustellen: Das unter dem Namen Grivory HT XE 3876 vertriebene PPA ist flammwidrig und frei von Halogenen sowie rotem Phosphor.

Das Material wird bereits ab einer Wanddicke von 0,35 mm in die Brandschutzklasse UL 94V-0 eingestuft. Diese Wertung ist für Anwendungen wie Schutzvorrichtungen und Steckverbinder als auch dünnwandige Spulenkörper von Bedeutung (Tabelle 1). Erste Untersuchungen haben gezeigt, dass das Material bei bestimmten Wanddicken sogar den verschärften Bedingungen der UL 94 5V A genügt. Die CTI-Einstufung für die Kriechstromfestigkeit liegt mit 600 V (Klasse 0) zudem markant höher als die typischer LCP- oder PA 46-Werkstoffe.

Aus Sicherheitsgründen wurde in der neuen Hausgerätenorm (IEC 60335-1) die Glühdrahtfestigkeit für unbeaufsichtigte Geräte deutlich verschärft. Der nun geforderte GWIT-Wert von 775 °C wird

von den neuen Grivory-Materialien erreicht. Für besondere Anforderungen stehen neben dem Standard mit 30 % Glasfaserverstärkung Typen mit 40 bzw. 50 % zur Verfügung.

Im Wettbewerb mit LCP

Das wirtschaftlichste und am weitesten verbreitete Lötverfahren ist das mit der Surface-Mount-Technologie verbundene Reflow-Löten, bei dem die mit SMT-Bauteilen bestückten Leiterplatten durch eine Reihe von Heizzonen geführt werden (Bild 2). Im Gegensatz zum Wellenlöten sind dabei die Bauteile und deren Kunststoffgehäuse den gleichen Temperaturen ausgesetzt wie die zu lötenden metallischen Kontakte.

Die Bewertung der Lötbarkeit von elektronischen SMT-Bauteilen erfolgt üblicherweise nach der Norm IPC/Jedec J-STD-020-C. Dabei werden die Bauteile nach Feuchte-Empfindlichkeitsklassen (Moisture Sensitivity, Levels MSL) eingeteilt, bei denen sich unter Standard-Lötbedingungen keine durch Feuchtig-

keitsaufnahme verursachte Rissbildung (so genanntes Blistering; auch Popcorning oder Delamination) zeigt. Die Norm unterscheidet acht MSL-Klassen, die jeweils einer zugeordneten Lagerung bzw. Konditionierung entsprechen. Bauteile, die aus Grivory HT gefertigt werden, erreichen nach den Erfahrungen aus vielfältigen Anwendungen die zweitbeste Klasse (MSL2). Für Eignungsprüfungen nach MSL2 werden die Prüfkörper im Klimaschrank 168 h bei 85 °C und 60 % relativer Feuchte gelagert und anschließend bei Temperaturen von 260 °C geprüft. Laut Jedec entspricht dies einer unverpackten Lagerzeit nach dem Spritzgießen von einem Jahr in einer Umgebung von 30 °C und 60 % relativer Feuchte.

Im so genannten Solder-Dip-Test werden Werkstoffproben nach ihrer Konditionierung in ein Lötbad getaucht. Für den Test der neuen PPA-Materialien im Vergleich zu drei weiteren Hochtemperaturpolyamiden (Bild 3) wurden diese auf 260 °C temperiert, entsprechend den Löttemperaturen bei bleifreiem Lot. Die Konditionierung entsprach den beschriebenen Vorgaben für die MSL2-Klassifizierung.

Dabei zeigt sich deutlich, dass Grivory HT XE 3876 als einziges ohne Blistering bleibt; ein Teil der anderen Proben weist erhebliche Schäden auf. Auf die Ursache ist bei PA 46 z. B. leicht rückzuschließen, da das Material erheblich mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann. Im Gegensatz zu vielen anderen Werkstoffen ist Grivory HT XE 3876 jedoch in einem sehr weiten Feld blissterfrei lötlbar (Bild 4).

Im Bereich der lötbaren Hochtemperaturmaterialien konkurriert das PPA von Ems-Grivory auch mit der Klasse der LCP, die bekanntermaßen hoch temperaturstabil sind und sehr gute Fließfähigkeit bieten. Hier bringt das neue Material jedoch einen deutlichen Preisvorteil mit, der gerade bei den aktuellen Kostensenkungsprogrammen vieler Hersteller greift. Bauteile wurden in der Vergangenheit oft nur deshalb mit LCP gefertigt, weil hinsichtlich der Lötbarkeit wenig alternative Materialien existierten. Nun ist es in zahllosen Fällen möglich, mit einem neuen Werkstoff Anwendungen gleichwertig abzudecken und darüber hinaus wirtschaftliche und konstruktive Vorteile zu erhalten. Beispiele dafür sind Spulenkörper, SIM Card-Komponenten oder Steckverbinder (Tabelle 2).

Mehr Leistung bei hohen Temperaturen

Anspruchsvolle Prozesse und Anwendungen sichert u. a. die hohe Wärmeformbeständigkeit des PPA (HDT/A 280 °C) ab. Die flammgeschützten ebenso wie die nicht flammgeschützten Werkstoffe der HT-Serie beweisen in der Praxis hohe Dimensionsstabilität.

Grivory HT XE 3876 erreicht einen beachtlichen Relativen Temperatur Index-Wert (RTI elec.) von 150 °C (Tabelle 1). Dieser RTI-Wert ist nach UL 94 definiert als „maximale Dauergebrauchstemperatur, bei der die kritischen elektrischen Isoliereigenschaften über einen längeren Zeitraum innerhalb der akzeptablen Grenzwerte bleiben.“

Anwendungen mit PPA-Materialien profitieren zudem von der guten Chemikalienbeständigkeit dieser Materialklasse und seiner guten Fließfähigkeit, die es auch für dünnwandige Bauteile geeignet macht.

Halogenfrei ausgerüstete PPA-Typen weisen gegenüber den halogenhaltigen zudem eine geringe Dichte sowie eine verbesserte Bruchdehnung auf. Letzteres ist insbesondere beim Pin-Stitching in der Steckverbinderherstellung von großer Bedeutung. ▶

PA 4.6 (30% GF V0) schweres Blistering			
PA 6/6T (30% GF V0) schweres Blistering			
PA 6T/XT (35% GF V0) Blistering			
Grivory HT2V-3X V0 (30% GF V0) kein Blistering			
Solder-Dip-Test	260°C – 1 min	260°C – 2 min	260°C – 3 min
Konditionierung: 85°C 60% rel. F. 168h nach Jedec JSTD 020C			

Bild 3. Ergebnisse eines Tests von vier Hochtemperaturpolyamiden auf Blistering-Erscheinungen nach dem so genannten Solder-Dip-Test

PA 4.6 (30% GF V0) schweres Blistering	
Grivory HT2V-3X V0 (30% GF V0) kein Blistering	
SMT Reflow 260°C	Konditionierung: 85°C 60% rel. F. 168h nach Jedec JSTD 020C

Bild 4. Ergebnisse eines Blistering-Tests mit der SMT-Reflow-Löttechnik an einem Steckverbindergehäuse

Universaltypen Hochtemperatur- Anwendungen UL94 HB	Steckverbinder, Spulenkörper, Bauteilgehäuse UL94 V0 bei 0,35 mm	Spezialtypen LED- Reflektorgehäuse UL94 HB
HTV-3H1 (PA6T/6I 30%GF)	XE 3876 V0 (PA6T/66 30%GF)	FE5643 (PA6T/6I 33%GF)
HT2V-3H (PA6T/66 30%GF)	XE 3902 V0 (PA6T/66 40%GF)	FE5683 (PA6T/6I 33%GF)
	XE 3903 V0 (PA6T/66 50%GF)	

Tabelle 2. Liste von Werkstoffen auf PPA-Basis, die für unterschiedliche Hochtemperatur-Anwendungen für das SMT-Löten geeignet sind

Wirtschaftlicher zu individuellen Anwendungen

Die partiell aromatische Struktur mit ausgezeichneten Hochtemperatüreigenschaften, gekoppelt mit modernen Flammenschutzsystemen machen Grivory-HT mit seinen verschiedenen Typen und Ausrüstungen zu einem idealen Kandidaten in anspruchsvollen Elektro- und Elektronik-anwendungen. Damit können Segmente erschlossen werden, die bisher ausschließlich viel teureren inhärent flammwidrigen Thermoplasten vorbehalten waren. In diesem Bereich profitieren Kunststoffverarbeiter in wirtschaftlicher Hinsicht und können über die individuelle Ausrüstung, z. B. mit variierter GF-Verstärkung, zusätzliche Spezialanwendungen und Anforderungsprofile abdecken.

Darüber hinaus erfüllen diese Werkstoffe die gesetzlichen Regularien zur Verwendung von halogen- und phosphorfreien Kunststoffen in Elektro- und Elektronikgeräten, die ab dem kommenden Jahr endgültig greifen. ■

DER AUTOR

DIPL.-ING. (TH) KLAUS-JÜRGEN STEFFNER, geb. 1957, ist bei Ems-Grivory, Domat/Ems, Schweiz, verantwortlich für die Anwendungsentwicklung Elektro/Elektronik; klaus-juergen.steffner@emsgrivory.com.

SUMMARY PLAST EUROPE

Lead-free Soldering

HIGH-TEMPERATURE POLYAMIDES. *New high-performance polyamides allow manufacturers of electrical and electronic components to make their products flame-retardant without the use of halogens in compliance with the new legislation. At the same time, new materials based on polyphthalamide (PPA) permit economic soldering processes, which can also be carried out without defects at the significantly higher temperatures required under lead-free conditions.*

NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103371** on our website at www.kunststoffe.de/pe