

Leistungsrelais in Oberflächenmontagetechnik

Dr. Dieter Volm, Panasonic Electric Works, Holzkirchen



Um dem Trend neuer Verarbeitungstechnologien gerecht zu werden, hat Panasonic Electric Works sein Produktportfolio um eine Reihe von reflow-lötbaren Relais erweitert. Neben den schon vorhandenen Automobilrelais für die Oberflächenmontage soll diese Technologie nun auch für polarisierte Power-Relais eingeführt werden. In diesem Beitrag wird eine Weiterentwicklung des DE-Relais vorgestellt, das durch entsprechende Materialänderungen ebenfalls im klassischen SMT-Verfahren zu verarbeiten ist.

Das DE-Relais hat mit seinem hohen Qualitätsstandard und durch seine Leistungsmerkmale einen breiten Marktbereich erobert. Aufgrund der kompakten Bauform und des hohen Schaltvermögens bis 16 A wird es vor allem in Schaltaktoren, zum Schalten von Lampen- und Motorlasten in der Gebäudeautomation eingesetzt. Attraktiv für die meisten Anwendungen ist das Relais vor allem durch die geringe Spulenverlustleistung und die mono- und bistabile Ausführung.

Tendenzen in der Surface Mount Technology (SMT)

In den letzten Jahren hat in vielen Bereichen der Elektronikfertigung die Oberflächenmontage die konventionelle Bestückungstechnik abgelöst. Treibende Kräfte sind höhere Packungsdichte sowie die geringeren Kosten des SMT Prozesses. Mit der neuen Bleifrei-Technologie wird dieser Trend weiter zunehmen. Ohne Umrüstung lassen sich in den meisten Wellenlötanlagen die bleifreien Lote nicht verarbeiten, was die Kosten in die Höhe treibt. Daher werden im Moment Anstrengungen unternommen, um bedrahtete Bauteile wie Steckverbinder, Schalter und Relais „fit zu machen“ für die Reflow-Verarbeitung. Dies zeigt schon die hohe Anzahl der Veröffentlichungen zum Thema Pin in Paste (PiP) bzw. Thru-Hole-

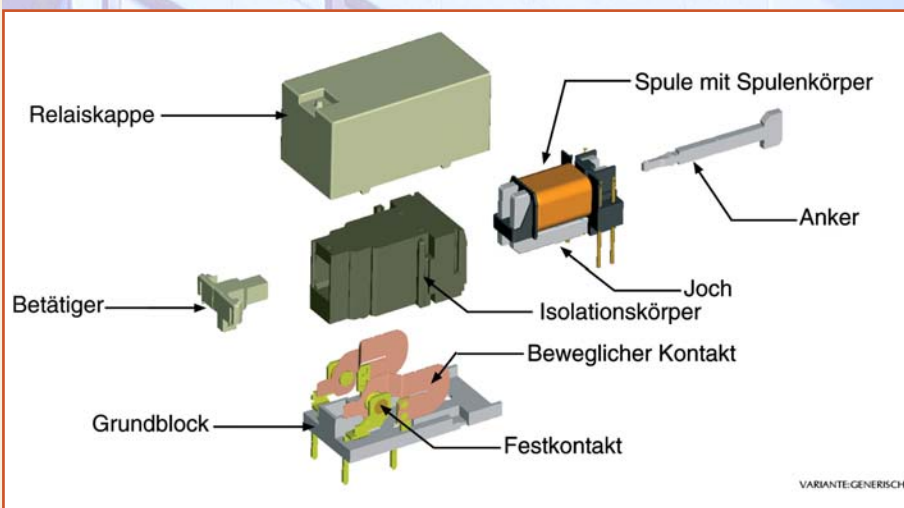


Bild 1. Explosionszeichnung des DE-Relais

Reflow (THR) Verfahren, die zum Ziel haben, bedrahtete Bauteile zusammen mit SMT-Bauteilen zu verarbeiten.

Es stellt sich die Frage, warum man nicht gleich dazu übergeht, alle Bauteile in SMD-Ausführung anzubieten. Komponenten wie Widerstände, ICs und Dioden sind relativ resistent gegen große Hitzebelastungen beim Reflow-Löten. Konventionelle elektromechanische Relais, die zur Funktion bewegliche Metall- und Kunststoffteile mit einer Genauigkeit unter 0,05 mm verwenden, sind dagegen sehr empfindlich gegen den Temperaturstress beim Löten.

Bei kleineren Signalrelais (bis ca. 3 Gramm) und entsprechend geringer Wärmekapazität sind diese technischen Anforderungen gelöst. Wenn die Größe der Bauteile aber ein gewisses Maß übersteigt, gibt es Schwierigkeiten, ein gleichmäßiges Aufschmelzen des Lotes zu erreichen. Dies liegt meistens an mangelhafter Konvektion oder schlechter Durchwärmung der Bauteile im Reflow-Ofen. Oft scheint es nahezu unmöglich, ein geeignetes Prozessfenster zu finden, um Bauteile verschiedenster Größe in einem Arbeitsgang zu verarbeiten.

Es gibt noch weitere Faktoren, die eine Rolle spielen: Je nach Umgebungsbedingungen können größere Bauteile nicht in SMT gelötet werden, weil die Verbindung zur Leiterplatte den mechanischen Belastungen bei Schock oder Vibration nicht genügt. Auch die thermische Ausdehnung spielt hier eine größere Rolle, da durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten Spannungen im Material auftreten können. Vor allem in der Automobilindustrie wird hier aus Gründen der Zuverlässigkeit die THR-Methode bevorzugt.

DE-Relais für die Oberflächenmontage

In der Standardversion werden beim DE-Relais alle Kunststoffteile außer dem Betätiger aus Polybutylenterephthalat (PBT) gefertigt. Neben der Kappe ist dies der Grundblock der

Spulenkörper sowie der Isolationskörper. Die Schemazeichnung in **Bild 1** zeigt das Relais in der bistabilen, zweiseitigen Version mit den beiden getrennten Kontaktsätzen, die als NO- und NC-Kontakte ausgeführt sind. Der zusätzliche Isolationsaufbau ist notwendig, um die verstärkte Isolierung nach der DIN EN 60335 zwischen den Kontaktsätzen und der Spule zu realisieren.

Um das Relais zu einer neuen reflow-lötfähigen Version weiter zu entwickeln, müssen sämtliche Kunststoffe durch das wesentlich temperaturbeständigere Liquid Crystall Polymer (LCP) ersetzt werden. Neben der höheren Temperaturstabilität ergeben sich durch die Materialänderung weitere Vorteile, die im folgenden kurz erläutert werden.

Materialeigenschaften von LCP

Das verwendete LCP-Material hat eine Schmelztemperatur von über 300 °C und ist damit auch formstabil bei bleifreien Lötprozessen. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Wasseraufnahme verglichen mit PBT. Damit bleiben die elektrischen Eigenschaften über einen großen Bereich an unterschiedlichen Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Feuchte stabil. Weitere wertvolle Eigenschaften sind außerdem die geringere Dielektrizitätskonstante, der höhere PTI-Wert (Proof Tracking Index), ein Maß für die Kriechstromfestigkeit und der verbesserte GWT-Wert (Glow Wire Test), der die maximale Temperatur für die Entflammbarkeit angibt. Neben der thermischen Stabilität ist vor allem die bessere mechanische Stabilität zu nennen. Damit lassen sich sehr kleine Strukturen mit geringen Toleranzen fertigen.

Das LCP-Material ist selbstverständlich frei von Halogenen und sonstigen verbotenen Flammschutzmitteln und daher umweltfreundlich im Sinne der RoHs Richtlinie.

SMT-Lötprozess

In einer ersten Erprobungsphase wurde eine Variante des DE-Relais komplett aus LCP-

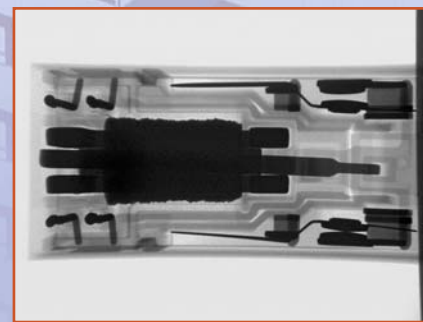


Bild 3. Röntgenaufnahme in Draufsicht

Material gefertigt und die Anschlüsse zur Gull-Wing-Form geändert. Wichtig ist außerdem eine optimale Abstimmung der verwendeten Vergussmasse, die ebenfalls den erhöhten Temperaturen standhalten muss. Diese speziell präparierten Relais wurden in einem bleifreien Reflow-Prozess auf einer Musterplatte in einem 4-Zonen-Ofen gelötet. Die Größe der Löt pads ist dabei 1,5 mm x 5 mm für die Spulenanschlüsse und 2 mm x 5 mm für die Kontaktpins. Als Lotpaste wurde eine bleifreie, no-clean, 95,5Sn/3,8Ag/0,7Cu Legierung mit einer Schmelztemperatur von 217 °C verwendet. Die Lotpaste wurde mit einer Dicke von 0,15 mm aufgetragen. Die Vorheizzeit ist 80 s zwischen 180 °C und 220 °C, die eigentliche Lötzeit beträgt 60 s im Temperaturbereich über 220 °C mit einem Maximalwert von 250 °C, der für 10 s erreicht wird. Die Relaispins sind mit einer Sn/3Ag/0,5Cu Legierung vorverzinkt und daher für bleifreie und bleihaltige Prozesse verwendbar.

Analyse der Lötstellen und der Bauteile nach dem Lötprozess

Bild 2 a/b zeigt die Lötstelle des Kontaktterminals an der Oberfläche und im Querschliff. Die Lötstelle erfüllt den IPC-Standard und zeigt neben der sehr guten Benetzung eine sehr schöne Fersenfüllung und einen insgesamt guten Verlauf des Lotes. Die gewählte Prozesstemperatur ist ausreichend, um eine dauerhafte Verbindung herzustellen.

Die Relais wurden anschließend auf die elektrischen Eigenschaften hin überprüft, wobei sich keine Abweichungen in den charakteristischen Kenngrößen feststellen ließen. Wichtig sind hier vor allem die Anzug- und Abfallspannung, das Zeitverhalten, der Spulenwiderstand und die Spannungsfestigkeit bzw. Isolationseigenschaften. Anschließend wurden die Muster geröntgt (**Bild 3**), um zerstörungsfrei alle mechanischen Funktionen zu überprüfen. Es konnten keine Dejustage der beweglichen Teile festgestellt werden. In einem dritten Schritt wurden die Relais zerlegt und visuell auf mögliche Beschädigungen begutachtet. Auch hier konnten keine Abweichungen wie Aufschmelzen oder Verformen an einzelnen Teilen beob-

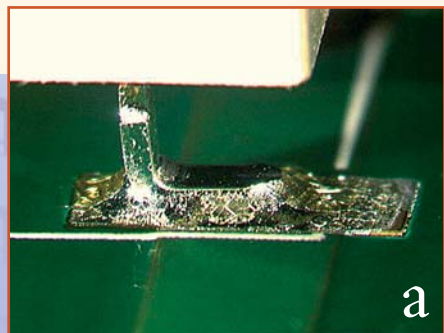


Bild 2a/b. Lötverbindung außen und im Querschliff

achtet werden. In enger Zusammenarbeit mit Kunden werden nun seit einigen Monaten Zuverlässigkeitsdaten für das DE-SMT-Relais im Reflow-Prozess gesammelt. Bisher lassen die erhaltenen Ergebnisse keine Reduzierung der Zuverlässigkeit dieses weltweit von vielen Anwendern geschätzten Relais erkennen

Die Lötversuche haben bestätigt, dass auch Komponenten für den Leistungsbereich hergestellt werden können, die einen bleifreien SMT-Lötprozess ohne Beschädigung überstehen. Trotz der hohen Wärmekapazität der Bauteile kann eine sehr gute Lötverbindung erzielt werden. Man kann davon ausgehen, dass das DE-Relais in dieser Ausführung in nächster Zukunft in die Massenproduktion geht und die nötigen Zulassungen zeitnah erfolgen. **Tabelle 1** zeigt die Spezifikationen dieses Relais.

Ausblick

Es ist anzunehmen, dass sich der Trend zur Vereinheitlichung der Lötprozesse hin zum Reflow-Verfahren verstärken wird. Mit der Realisierung dieser Variante des DE-Relais erfüllt Panasonic bereits jetzt zukünftige For-

Abmessungen 12,5(W) x 25,0(L) x 12,5(H) mm			
Kontaktform	1 Form A	1 Form A 1 Form B	2 Form A
Kontaktmaterial	AgSnO		
Nominelle Schaltvermögen	10A 250V AC, 10A 30V DC	8A 250V AC, 8A 30V DC	8A 250V AC, 8A 30V DC
Max. Schaltstrom	16 A	8A	8A
Spannungsfestigkeit	Am offenen Kontakt	1,000 Vrms	
Spannungsfestigkeit	Zwischen den Kontaktsätzen	4,000 Vrms (2 Form A, 1 Form A, 1 Form B)	
Spannungsfestigkeit	Zwischen Kontakt und Spule	5,000 Vrms	
Stoßspannungsfestigkeit zwischen Kontakt und Spule	Min. 12,000 V		

Tabelle 1. Spezifikationen des DE-Relais

derungen an die SMT-Fähigkeit von Leistungsrelais. Mit den bisher gesammelten Erfahrungen ist die Umstellung anderer Leistungsrelais, die ebenfalls reflow-verarbeitbar sind, nur noch eine Frage der Zeit.

- **Panasonic Electric Works**
- **Kennziffer: 001**
- **Webcode: 04001**

ZUM AUTOR

Dr. Dieter Volm

Bild fehlt

ist General Manager Relais & Komponenten bei Panasonic Electric Works Europe AG in Holzkirchen.