

Applikationsbericht: folienisolierte Flachleiter

1 Anwendungsgebiete und Marktentwicklung

Der Anteil elektrischer und elektronischer Komponenten im heutigen Automobil steigt stetig. Damit tragen die Kupferkabel inzwischen erheblich zum Gewicht eines Fahrzeugs bei. Einen Ausweg bieten sogenannten Folienleiter, bei denen die elektrischen Leitungen auf eine Folie aufgedruckt werden oder bei denen dünne Kupferbahnen zwischen zwei Folien einlamiert werden. Diese Folienleiter reduzieren nicht nur das Gewicht, sie lassen sich zudem an Stellen verlegen, die den Kupferkabeln aus Platzgründen verschlossen waren.

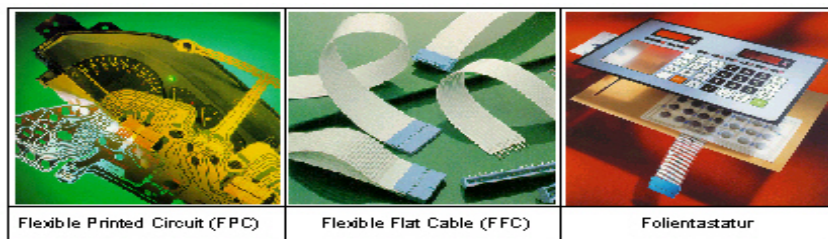


Bild: unterschiedliche Folienleiter

Folienleiter sind schon lange aus der Konsumgüter-Industrie bekannt und werden z.B. beim Druckkopf im Tintenstrahl drucker eingesetzt. Jedoch verhinderten die hohen Kosten für das Basismaterial Polimid, die hohen Ansprüche an die Zuverlässigkeit unter extremen Umgebungsbedingungen sowie die Langzeitstabilität eine flächendeckende Einführung in der Automobiltechnik. Ein wesentlicher Schritt war es, das teure Basismaterial Polimid (PI) durch Polyester (PET und PEN) zu ersetzen. Damit ist zu erwarten, dass nicht nur der prozentuale Anteil, sondern auch die Zahl der Anwendungsfelder steigt.

2 Technologieüberblick

Im Bereich der Verdrahtung mit folienisolierten Leitern werden zwei grundsätzlich verschiedene Konzepte unterschieden. Als FFC (Flexible Flat Cable) werden Folienleiter bezeichnet, bei denen die rechteckigen Leiterbahnen parallel zueinander liegen, während durch FPC (Flexible Printed Circuits) komplexere Strukturen abbildbar sind.

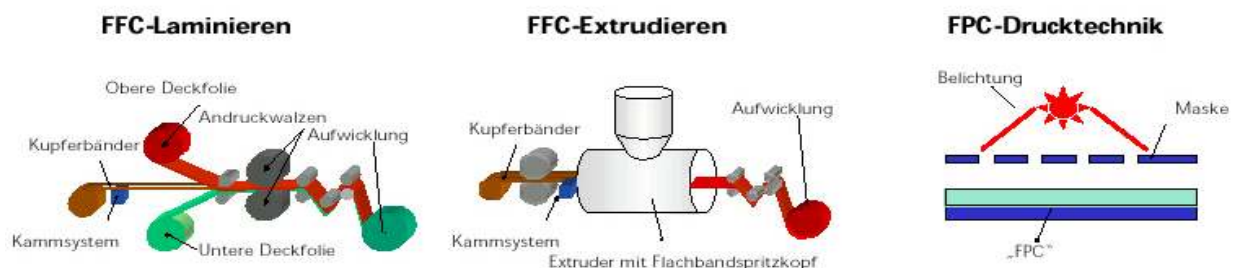


Bild: Herstellverfahren Folienisolierte Flachleiter [Quelle: IPA]

Bei FFC werden die Leiterbahnen aus Rundlitzen in die Rechteckform gewalzt oder aus dünnen Kupferblechen in der gewünschten Breite ausgeschnitten. Über profilierte Walzen oder Kammsysteme werden die Flachleiter mittels beheizter Walzen mit Isolationsfolien isoliert oder im Extrusionsverfahren umspritzt.

Als FPC- Produkte werden flexible Leiterplatten bezeichnet, bei denen die Leiterbahnen ähnlich der Leiterplattenstrukturierung auf eine Basisfolie aufgebracht werden und zwischen zwei oder mehr Kunststoffisolationsschichten liegen.

3 Löten auf Folienleitern

Während bei der Kontaktierung mit Steckern bei geringen Anforderungen auch Kaltverbindungstechniken wie Crimpen, Klemmen oder Kleben zum Einsatz kommen, ist bei hohen Ansprüchen und hoher Stromtragfähigkeit insbesondere das Löten als Verfahren geeignet. Damit wird gleichzeitig auch die Integration elektronischer Bauteile in den Folienleiter möglich. Die sich hieraus ergebende Reduzierung der Schnittstellen spart nicht nur Gewicht, sondern eliminiert auch Fehlermöglichkeiten und senkt erheblich die Kosten. Jedoch stellt das Löten auf Folienleitern besondere Anforderungen an die Verfahren und Prozeßführung. So liegen die maximalen Temperaturen, mit denen das Basismaterial beaufschlagt werden kann, nur gering über den benötigten Löttemperaturen.

	Bezeichnung	max. kurzzeitig	max. dauernd	min. dauernd
PI	Polyimid	400	260	-200
PEN	Polyethylenaphthalat	250	155	-20
PET	Polyethylenterephthalat	200	100	-20

Tabelle thermische Materialkennwerte - Gebrauchstemperaturen [°C] nach DIN 53 481

Generell ist die Auswahl des für die jeweilige Applikation geeigneten Lötverfahrens ein komplexer Prozeß. Dieses resultiert aus den unterschiedlichen Einflüssen der verschiedenen Randbedingungen.

- Basismaterial (Folienart und Material, Cu-Lage)
- Packungsdichte (einzelne Lötstellen oder hohe Integrationsdichte)
- Größe und Zugänglichkeit der Lötstellen
- Verwendetes Lot und Art der Lotzuführung
- Wärmekapazitäten an der Lötstelle.

Sind einzelne Bereiche mit hoher Integrationsdichte zu löten, bietet sich das selektive Reflowlöten mit Halogenlicht an. Wie in der „normalen“ SMD-Fertigung wird als erstes die Lotpaste gedruckt oder dosiert. Danach werden die Bauelemente bestückt. Erst anschließend erfolgt die Erwärmung des gesamten Bereichs (inkl. Basismaterial) mit Halogenstrahlern auf Löttemperatur. Im Gegensatz zu handelsüblichen Reflowöfen kann die Wärme lokal begrenzt werden.

Werden nur einzelne Bauteile gelötet, so muß nicht nur die Fläche sondern insbesondere auch die Prozeßzeit drastisch reduziert werden. Dafür sind Punktstrahler oder Diodenlaser in Verbindung mit Dosierventilen für Lotpaste eine geeignete Lösung. Da das Temperaturprofil ohne Einschränkungen auf die einzelne Lötstelle einzustellen ist, sind auch kurze Lötzeiten zu erzielen. Als vorteilhaft für die Prozeßstabilität hat es sich erwiesen, wenn der Lichtstrahl nicht direkt in die Lotpaste trifft, sondern auch geringfügig das Basismaterial mit erwärmt.

Massive Kontakte hingegen sollten eher mit LötKolben oder mit Induktion gelötet werden. Dabei läßt sich die Wärme gezielt in den Kontakt übertragen. Dabei sollte das Löten mit dem Kolben in zwei Schritten erfolgen. Zuerst wird eine geringe Menge Lot zugeführt, welches an der Lötspitze aufschmilzt und eine flexible, aber effektive Wärmebrücke zur Lötstelle liefert. Erst wenn auch die Lötstelle auf Löttemperatur aufgeheizt ist, wird die endgültige Menge Lot zugeführt.

Beim Induktionslöten wird durch das HF-Feld des Induktors unmittelbar im metallischen Kontakt die Wärme erzeugt. Das Basismaterial wird nur indirekt erwärmt. Es empfiehlt sich die Verwendung von Lotdraht, da die Erwärmung der Lotpaste erst erfolgt, wenn die einzelnen Lotpartikel zu größeren Bereichen verschmolzen sind, so dass innerhalb dieser Bereiche die Wirbelströme induziert werden können und damit zur Erwärmung führen.

4 Applikationsbeispiele



Bei einem von ATN realisierten Lötmodul für die Leuchte im Kabelsatz einer Türverdrahtung erfolgt die Erwärmung der Lötstelle über einen LötKolben mit Formstempel. Mit den zwei automatischen Vorschüben wird der Lotdraht zugeführt.

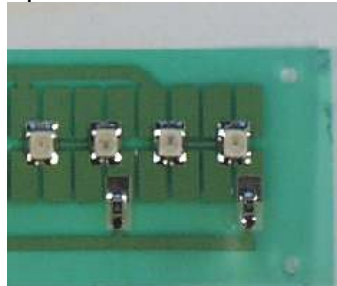
Eine zweite Linie fertigt einen Kabelsatz für die Dachverkleidung. An je einen Kabelsatz, bestehend aus zwei Folienleitern werden je eine Leuchte und ein Schalter gelötet. Am Schalter werden 2 Kunststoffdorne verstemmt. Die gesamte Montageanlage gliedert sich in zwei manuelle Arbeitsplätze zur Bauteil Eingabe und –entnahme sowie zwei vollautomatische Bearbeitungsstationen. Die Stationen sind über ein Transferband mit Werkstückträgern verkettet.

In einer weiteren Anwendung werden vier Leuchtdioden und einem Vorwiderstand auf einen FPC gelötet. Dabei wird mit einem Spindeldosierventil Lotpaste dosiert. Anschließend werden die Bauteile in die Lotpaste plaziert. Im nächsten Schritt werden die Lötstellen mit einem Laser gelötet.

Weitere mit Induktion gelötete Beispiele sind



SMD-Bauelemente auf FPC



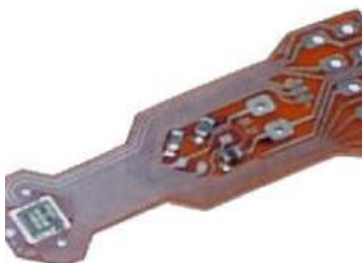
SMD-Bauelemente auf FPC



SMD-Bauelemente auf FFC.

5 Reel To Reel

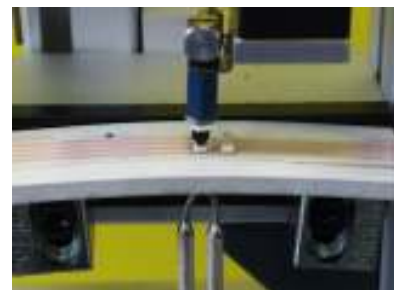
Mit der Möglichkeit einer effizienten Fertigung Reel-To-Reel lassen sich weitere Potentiale von folienisolierten Flachleitern erschließen.



Serienfertigung von Flex-Schaltungen Reel-To-Reel mit Licht auf Polyimid



Löteinheit mit Spindeldosierventil (links) für Lotpaste, Sauggreifer (oben) zum Bestücken, Induktor (unten) und Antriebseinheit (rechts)



Während das Bauteil von oben bestückt und gehalten wird, wird von unten gelötet