

Dick, dünn, flexibel

Leiterplattenvielfalt problemlos verarbeiten

Die Bestückung und Verarbeitung von sehr dünnen, besonders dicken oder flexiblen Leiterplatten galt in der Elektronikfertigung früher als besondere Herausforderung. Für erfahrene EMS-Dienstleister und dank moderner SMD-Linien gehören sie inzwischen zum Tagesgeschäft.

Die Vielfalt bei der Verarbeitung unterschiedlicher Leiterplatten hat über die letzten Jahre deutlich zugenommen. Bei kleinen Baugruppen mit engen und kompakten Strukturen werden oft dünne FR4-Leiterplatten ab 0,5 mm eingesetzt, die zudem deutlich leichter sind. Kommen in Geräten sehr hohe Ströme zum Einsatz, werden dagegen Leiterplatten mit einer Stärke von beispielsweise 3,2 mm oder sogar 4,5 mm benötigt. Hohe Amperezahlen erfordern hier größere Abstände in den Innenlagen, dickere Kupferlagen und ein deutlich stabileres Material. Bei Gehäusen mit sehr engen Strukturen müssen die Leiterplatten möglichst eng entlang der Kon-

turen geführt werden und sehr biegsam sein. Sie bestehen deshalb häufiger aus flexiblen Folien von 0,05 bis 0,25 mm Polyimid.

»Jede Abweichung von den 1,6 mm einer Standard-Leiterplatte führte früher sehr schnell zu zeitintensiven und teuren Verarbeitungsprozessen. Hier haben wir viele Erfahrungen gesammelt, gut beherrschbare Regelabläufe entwickelt und eine hohe Flexibilität erreicht«, berichtet Bernd Richter, Vorstand von Ihlemann.

Dünne Leiterplatten ab 0,5 mm

Die Verwendung dünner Leiterplatten ist auch beim EMS-Dienstleister Ihlemann nach wie vor keine Standardanfrage der Kunden. Die Anwendungen nehmen allerdings zu, da immer häufiger kompakte Baugruppen in kleinen und leichten Geräten untergebracht werden müssen.

Bei der Verarbeitung dünner Leiterplatten wurden folgende Erfahrungen gesammelt:

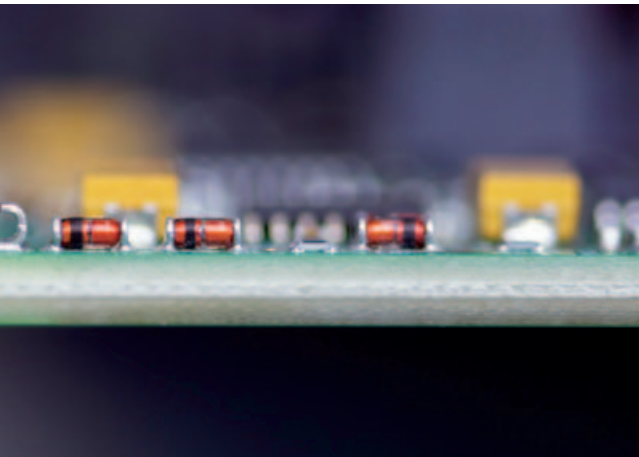
- **Verunreinigungen:** Dünne Leiterplatten werden vorrangig für Baugruppen mit sehr feinen Strukturen und engen Abständen eingesetzt. Hier können normale Verunreinigungen aus der Leiterplattenherstellung wie FR4-Späne oder Reste vom Lötstopplack deshalb zu vermehrten Störungen führen. Aber auch Verpackungsrreste und andere Stäube können hier störend wirken. Beispiele sind Pseudofehler bei der Lotpastenkontrolle oder Einschlüsse in den Lötstellen. Bei Ihlemann werden deshalb alle Leiterplatten vor der Bestückung durch ein neues Modul in der Linie nochmals gereinigt.

- **Stabilisierung für den Schablonendruck:** Dünne Leiterplatten müssen für einen fehlerfreien Schablonendruck von unten stabilisiert

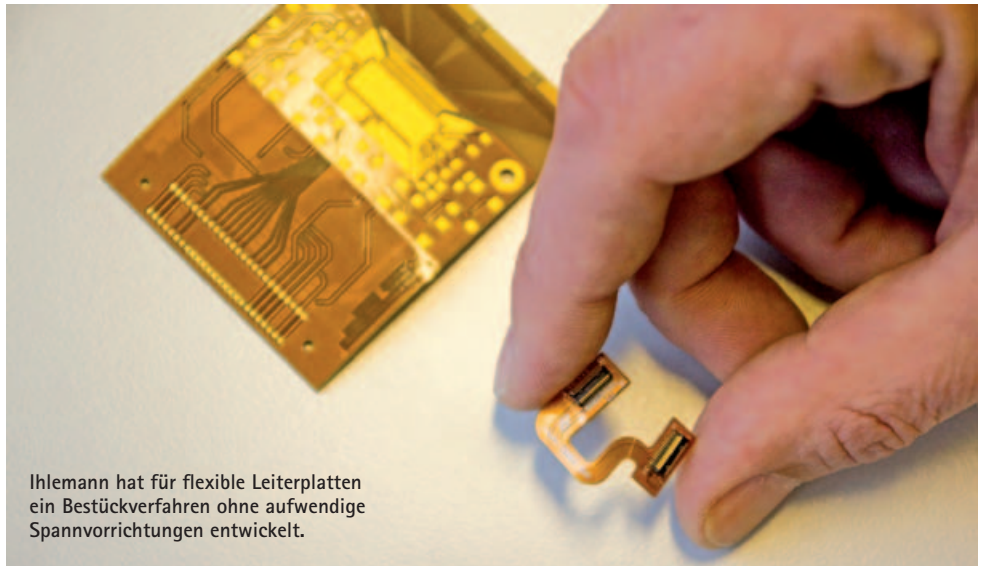
Bilder: Ihlemann



Bei kleinen Baugruppen mit engen Strukturen werden oft dünne FR4-Leiterplatten ab 0,5 mm eingesetzt, die deutlich leichter sind.



Für dickere Leiterplatten werden abhängig vom jeweiligen Lagenaufbau individuelle Wärme- und Lötprofile erstellt.



Ihlemann hat für flexible Leiterplatten ein Bestückverfahren ohne aufwendige Spannvorrichtungen entwickelt.

werden, damit sich das dünne Material unter dem Rakeldruck nicht verformt. Für Leiterplattenstärken über 1 mm sind die Standardhalterungen und Pins bereits ausreichend. Bei dünneren Leiterplatten sind allerdings baugruppenspezifische Halteflächen erforderlich. Der zusätzliche Aufwand für solche Vorrichtungen wird durch einen schnelleren Rüstprozess gerechtfertigt.

• **Rüstprozesse:** Normale Einrichtprozesse bei dünnen Leiterplatten erfordern mehrere Anläufe, bis das dünne Material zuverlässig stabilisiert und der Schablonendruck fehlerfrei ist. Dieser Einrichtprozess kann bis zu 30 Minuten dauern. Die Leiterplatten mit Fehldrucken müssen anschließend von der Lotpaste gereinigt werden, um nochmals verwendet werden zu können. Bei kleinen Losgrößen kann die

Dauer des Waschprozesses den gesamten Fertigungsablauf verzögern. Bei manchen Baugruppen ist der Waschprozess nicht erlaubt, sodass diese Baugruppen nach dem Fehldruck nicht mehr verwendet werden können. Durch die Verwendung baugruppenspezifischer Unterstütsplatten ist der Druck jetzt bereits bei der ersten Baugruppe fehlerfrei und der Rüstvorgang reduziert sich auf nur noch wenige Sekunden.

• **Transport in der Linie:** Um Leiterplatten unter 0,8 mm beispielsweise vom Drucker zu den Bestückern zu transportieren, braucht man besondere Handlingsmodule. Bei den herkömmlichen Geräten konnten sich die besonders dünnen Leiterplatten zwischen Transportband und seitlichem Führungsblech verklemmen. Durch die Erweiterung um spezielle ESD-

Transportriemen können die Leiterplatten jetzt fehlerfrei transportiert werden.

• **Weitere Verarbeitung:** Leiterplatten ab 0,5 mm werden komplett in SMD-Linien verarbeitet, da bedrahtete THT-Bauteile für das dünne Material nicht geeignet sind. Dünne Leiterplatten werden durch die Erwärmung beim Reflowlöten zwar nochmals labiler, die Standardausrüstungen zur Stabilisierung des Materials sind dafür allerdings geeignet. Auch die folgende automatisierte optische Inspektion (AOI) ist für das dünne Material ohne Hilfsmittel umsetzbar.

• **Nutzengestaltung:** Die Designregeln für die Bauteilbestückung enthalten Vorgaben für einen ausreichend breiten Rand, damit der Nutzen kostengünstig aufgetrennt werden kann. Das Leiterplattenmaterial ab 1 mm lässt sich am einfachsten durch Ritzungen trennen. Material unter 1 mm wird dagegen durch Stege verbunden, was bei der Nutzenrennung durch Knicken oder Brechen dann zu einem etwas höheren Aufwand führt.



Dünne Leiterplatten müssen für einen fehlerfreien Schablonendruck stabilisiert werden, damit sich das dünne Material beim Druck nicht verformt.

Die Verarbeitung dicker Leiterplatten

Leiterplatten für die Leistungselektronik mit einer Stärke von beispielsweise 3,2 mm sind für sehr hohe Ströme oder Spannungen ausgelegt. Das sehr stabile Material unterscheidet sich beim Handling wie dem Einspannen der Leiterplatten zwar durch das größere Gewicht. Es lässt sich aber ohne weitere Hilfsmittel bedrucken, bestücken und automatisiert prüfen. Das größere Gewicht kann bei der Vereinzelung der Leiterplatten vom Stapel ein Problem darstellen, da der einfache Saugkopf die Leiterplatte nicht mehr halten kann. Der kombinier-

te Saug-Klemmkopf in den neuen Geräten kann auch Leiterplatten bis zu 3 kg vereinzeln.

Besondere Anforderungen ergeben sich dagegen beim Lötprozess, da das Material durch die größere Masse beim Wellenlöten stärker vorgeheizt werden muss. Standard-Lötprofile sind auf die Erwärmung von Leiterplatten mit 1,6 mm ausgerichtet. Je nach Verteilung der größeren Kupfermasse bei dicken Leiterplatten dehnt sich die Karte bei der Erwärmung verschieden aus und kann zu unerwünschten Verformungen (Effekt der Verwindung) führen. Da der Lagenaufbau je nach Leiterplatte sehr unterschiedlich sein kann, muss für jede Leiterkarte deshalb ein spezielles Wärme- und Lötprofil erstellt werden.

Die Bestückung flexibler Leiterplatten

Die Bestückung flexibler Leiterplatten war in der Vergangenheit relativ aufwendig, da die sehr dünnen und flexiblen Folien für die automatisierten Fertigungslinien durch Spannvorrichtungen fixiert wurden. Die dünnen und flexiblen Folien von oft 0,05 bis 0,25 mm Polyimid benötigen für die Verarbeitung eine stabile Unterlage. Diese Vorrichtung sorgt dafür, dass die Leiterplatte im gespannten Zustand während des gesamten Prozesses ihre Form behält und eine exakte Bestückung möglich wird. Eingesetzt in einer automatisierten Linie sind dann beispielsweise 30 Leiterplatten gleichzeitig in der Bearbeitung. Dadurch werden auch 30 Spannvorrichtungen benötigt. Bei kleinen oder mittleren Losgrößen führen allein die Werkzeugkosten zu deutlich erhöhten Stückkosten. Hinzu kommt die Zeit für das manuelle Ein- und Ausspannen der Folie.

Kann auf die aufwendige Spannvorrichtung verzichtet werden, entfällt ein maßgeblicher Kostenblock. Ihlemann setzt deshalb auf ein anderes Verfahren. Dabei werden die flexiblen Folien auf ein festes Material aufgebracht, das sich wie das Standard-Leiterplattenmaterial verarbeiten lässt. Mehrere flexible Leiterplatten werden zu einem Nutzen zusammengefasst, mit dem Trägermaterial in der Linie wie normale Leiterplatten verarbeitet und anschließend in die einzelnen fertigen Baugruppen aufgetrennt. Die Einmalkosten für das Trägermaterial sind deutlich geringer als die Kosten für eine Spannvorrichtung. Auch der Arbeitsaufwand für das Aufbringen und Ablösen des Trägermaterials ist geringer als beim Ein- und Ausspannen der Folie. Die Qualität der Fertigung ist außerdem auf dem gleichen hohen Niveau wie bei herkömmlichen Leiterplatten. (zü) ■