

Auf Flexbaugruppen drahtbonden

Bei der Draht-Kontaktierung von Flexleiterplatten gilt es, im Fertigungsprozess die spezifischen Anforderungen zu beachten. Welche Möglichkeiten der Umsetzung es gibt, zeigt das Beispiel der Montage einer Fotodiode.

TEXT: Ingolf Schlosser FOTOS: AEMTec

Flexleiterplatten sind biegsam, elastisch und besitzen filigrane asymmetrische Formen – Eigenschaften, die sich im Fertigungsprozess nachteilig auf die Montage von Komponenten auswirken und die bei der Bestückung spezielle Handhabungstechniken nötig machen. Bei Flexleiterplatten kommt es vor allem auf ein kosten- und verarbeitungsoptimiertes Design an. Entwickler müssen bereits beim Entwurf der PCBs sämtliche Fertigungsschritte, den Transport und die Endmontage berücksichtigen. Dazu sind im Allgemeinen Tests der einzelnen Prozessschritte vorab notwendig, um gesicherte Aussagen über deren Machbarkeit zu erlangen. Genau hier wird festgelegt, ob sich ein Produkt später effektiv und damit kostengünstig fertigen lässt oder nicht.

Ein Beispiel aus der Praxis zeigt die Probleme, die bei der Chip-on-Board (COB)-Montage einer Flexleiterplatte mit LED-Chips auftauchen, und wie sich diese beheben lassen. Die Aufgabe besteht darin, einen Fotodiodenchip (0,3 mm x 0,3 mm) und einen Keramik-Spacer (0,8 mm x 1,5 mm) auf einer 25 µm dicken Polyimid-Flexleiterplatte mit den Abmessungen 0,8 mm x 8 mm zu montieren. In einem Leiterplattennutzen sind 800 dieser filigranen Flexleiter angeordnet. Die Fotodiode wird mit einer Genauigkeit von ±25 µm der fotosensitiven Fläche zum Layout platziert, die elektrische Kontaktierung der Fotodiode zum Flexleiter erfolgt mittels Drahtbonden (Al-Wedge-Wedge-Bonden mit 25 µm dickem AlSi1-Draht). Dabei ist eine Loophöhe von <100 µm bei sehr kurzer Looplänge erforderlich. Der Versand der bestückten Flexleiternutzen soll mit offenen Bonddrähten erfolgen.

Die Herausforderung liegt nun darin, eine durchgängige Prozesskette für die Bestückung der Flexleiter im Nutzenformat im industriellen Maßstab zu entwickeln sowie die Toleranzen und die geringe Loophöhe auf dem fein strukturierten Flexleiter einzuhalten. So müssen neue Methoden für das Handling bzw. die Fixierung der Folie im Prozess erarbeitet werden, da über 50 Prozent der Folienfläche durch die Formgebung der Einzelleiterplatte im Nutzen bereits im Anlieferzustand herausgeschnitten sind, was eine sehr geringe Formstabilität zur Folge hat.

Für das Diebonden braucht die flexible Leiterplatte einen Carrier

Ein automatisierter Transport bzw. Handling der reinen Flexleiterplatten ohne Träger ist nicht möglich, da diese wegen ihrer geringen Dicke und der nur einseitigen Metallisierung ohne Coverlayer keine ausreichende Stabilität aufweisen. Als Lösung bietet sich ein Transportträger (Carrier) an, auf dem sich die Leiterplatten in den Diebonden einbringen lassen. Der Carrier muss den Flexleiter einerseits so fixieren, dass er sich nicht verwirft und keine Bereiche hohl liegen, andererseits darf er die Leiterplatte beim Einlegen und bei der Entnahme nicht beschädigen. Zudem muss die Leiterplatte von oben bearbeitbar bleiben –man darf sie also nicht großflächig abdecken. Schließlich muss der Carrier für das Aushärten der Chipklebung ausreichend temperaturstabil sein. Während der Produktentwicklung wurden dazu drei verschiedene Konzepte getestet:

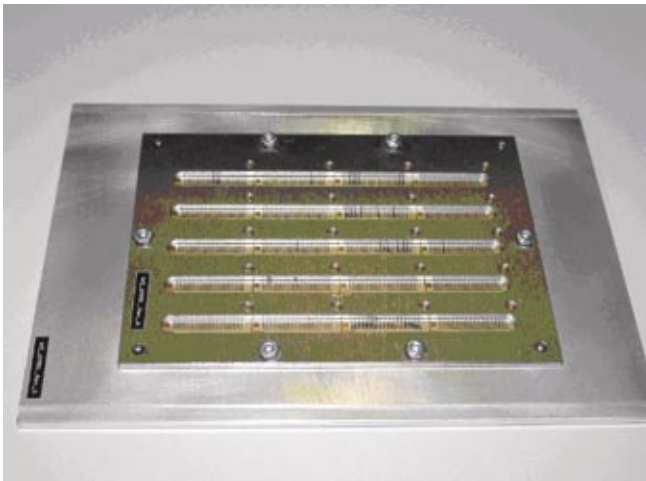


Abbildung 1: Transportträger auf Basis mechanischer Fixierung.

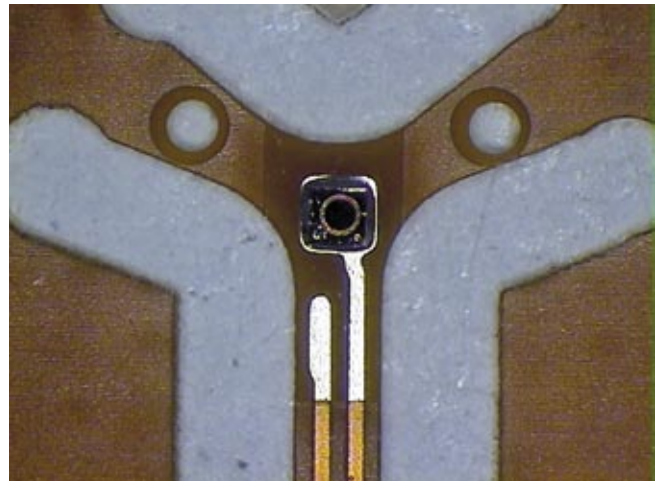


Abbildung 2: Fotodiode bestückt.

- ▶ Temporäre Klebung auf Transportträger: Erste Versuche des Leiterplattenherstellers mit kleberlosem Verpressen der Flexleiterplatte auf einem FR4-Trägermaterial einen gut handhabbaren Leiterplattennutzen zu erzeugen waren nicht erfolgreich, da sich unter Temperatur die Flexleiterplatten ablösten. Weitere Tests hat man dazu nicht durchgeführt.
- ▶ Transportträger mit Haftschiicht: Ebenfalls getestet hat man Kohlefaser-Träger (Löthorden) mit flächigen Haftschiichten aus Silikon. Jedoch war die Haftkraft des Silikons so stark, dass sich die Flexleiterplatten nach dem Aushärtprozess beim Diebonden nicht zerstörungsfrei vom Träger abnehmen ließen. Bei mehrfacher Verwendung verstärkte sich dieser Effekt sogar noch. Eine zusätzliche Gefahr birgt das Silikon selbst, da es die Bondflächen durch Ausgasungen beeinflussen kann. Diesen Punkt hat man nicht abschließend untersucht.
- ▶ Transportträger mit mechanischer Fixierung: Da um den Bondbereich ein ausreichend großer Bereich frei von Bauteilen ist, war es möglich, einen Träger auf Basis mechanischer Fixierung zu konstruieren. Mit diesem gelang es, die Flexleiterplatte über Stifte auszurichten und mittels Niederhalter ausreichend gut zu fixieren (Abbildung 1 und 2).

Beim Drahtbonden gilt es, das Mitschwingen der Platine zu verhindern

Während beim Diebonden durch das Platzieren der Bauelemente nur eine Kraft in Z-Richtung auftritt, entsteht beim Drahtbonden durch die Einbringung des Ultraschalls zusätzlich eine Kraftwirkung in der XY-Ebene. Bedingt durch die geringen Abmessungen und das dünne Material stellt die Leiterplatte in der XY-Ebene keine ausreichende Stabilität zur Verfügung. Das Mitschwingen der Flexleiterplatte verhindert dabei eine zuverlässige Bondungsverbindung. Der Diebond-Transportträger lässt sich deshalb im Drahtbondprozess nicht verwenden. Als schwierigster Teil der Aufga-

benstellung erwiesen sich somit das Handling und die Fixierung des Flexleiters während des Drahtbondens. Die Lösungsansätze, die man hierfür untersucht hat, waren:

- ▶ Mechanische Fixierung durch Niederhalter: Eine Klemmung mittels Niederhalter ist in diesem Falle nicht möglich, da die Einzelschaltungen mit 0,8 mm Breite viel zu schmal sind und zusätzlich auch nur sehr filigran am Nutzen angebunden sind.
- ▶ Zuckerlösung: Für das Aufkleben der Flexleiterplatte mittels Zuckerlösung und späterem Ablösen mit Wasser ist die Fläche ebenfalls nicht groß genug. Diese Methode eignet sich nur für die Herstellung von Prototypen.
- ▶ Vakuumplatte: Das Halten mittels Vakuumlöchern ist bei einem 0,8 mm breiten Flexleiter auch nicht möglich. Getestet hat man das flächige Ansaugen mittels einer Vakuumplatte, die aus einer Deckplatte mit porösem Sintermetall besteht (Abbildung 3). Durch die vielen Ausschnitte in der Flexleiterplatte ist jedoch der Unterdruckverlust so groß, dass der Nutzen praktisch nicht angesaugt wird.
- ▶ Aufkleben auf Trägerfolie: Gelöst wurde das Problem schließlich, indem man die Flexleiterplatte auf eine spezielle Folie aufgeklebt hat. Damit sind alle Zwischenräume der Flexleiterplatte geschlossen und die Flexleiterplatte lässt sich so hervorragend von der „porösen“ Vakuumplatte flächig ansaugen. Die bekannten Waferfolien, die zum Auflaminieren von Wafern beim Sägen benutzt werden, sind allerdings viel zu dick, so dass die Einzelleiterplatte beim Drahtbonden mitschwingt und sich so nicht genügend Energie zum Verschweißen (Drahtbonden) einbringen lässt. Für diesen Prozess hat man eine sehr dünne Folie ausgewählt und getestet. Diese verhält sich beim Bonden ausreichend stabil, so dass man den Bondprozess qualitätsgerecht durchführen kann. Der Drahtbondprozess selbst ließ sich – bedingt durch die vorgegeben kurze Looplänge des Designs – sehr schwierig umsetzen, da der Draht bei der Abwärtsbewegung des Bondwerkzeuges am zweiten Wedge auf >

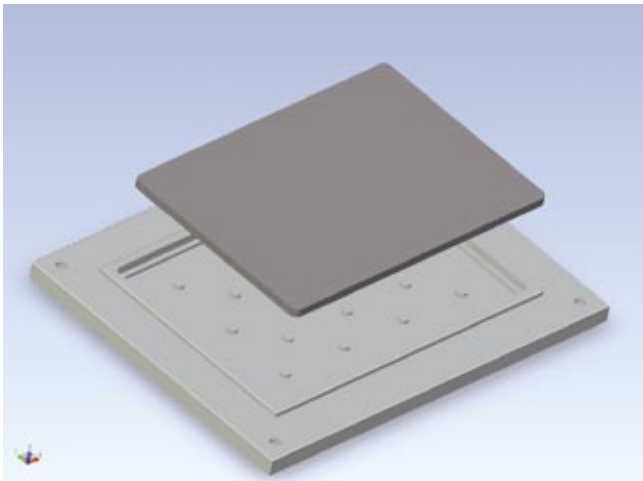


Abbildung 3: Konstruktion der Vakuumplatte.

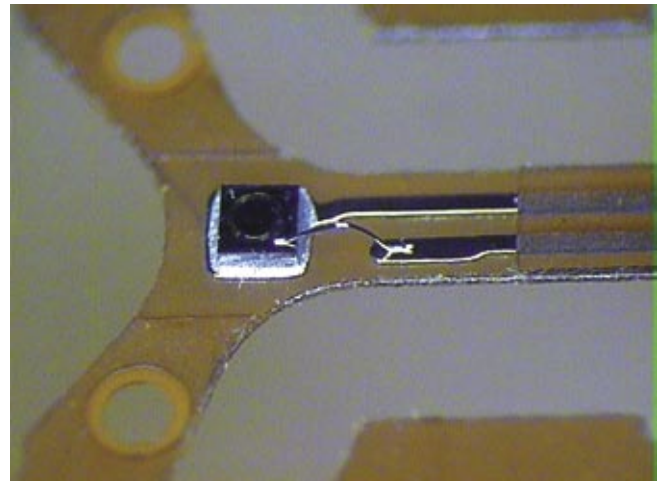


Abbildung 4: LED-Chip gebondet.

dem Chip in die Drahtführung zurückgeschoben wurde. Nach einer Optimierung von Bondwerkzeug, Draht und Prozessparametern konnte man eine maximale Loophöhe von kleiner 100 μm auch bei kurzen Loops von 0,5 mm sicher einhalten (Abbildung 4).

- ▶ Versand mit offenen Bonddrähten: Die Flexleiterplatte kann mit der Folie oder als Nutzen in einer Transportbox befestigt (angeheftet) an den Kunden geliefert werden. Es bleibt aber immer ein Restrisiko, diese aus der Transportbox wieder herauszulösen. Das Trennen der Flexleiter von der Folie selbst ist durch folgende Eigenschaft der Folie gegeben: Bei der Erwärmung auf $>80\text{ }^\circ\text{C}$ rollt sich die Folie durch die Verringerung der Haftkräfte selbstständig von der Flexleiterplatte ab.

Design- und Prozessregeln für das Drahtbenden auf Flexleiterplatten

Aus den Erfahrungen beim Drahtbenden von Flexbaugruppen lassen sich allgemeingültige Regeln aufstellen:

- ▶ Kleberlose Flexleiterplatten sind zu bevorzugen, da die Dämpfung der Ultraschallenergie geringer ist.
- ▶ Die Rückseite des Bondbereiches muss beim Bonden frei von Bauteilen sein.
- ▶ Um den COB-Bereich sollte man möglichst Platz für einen eventuellen Niederhalter freihalten.
- ▶ Die Rückseite des Bondbereiches sollte möglichst großflächig mit Cu belegt sein.
- ▶ Der Bondbereich des Flexleiters ist mehrfach im Nutzen anzubinden.
- ▶ Die Bondpads sollten in Richtung des Ultraschalls und möglichst großflächig ausgeführt sein.
- ▶ Das Al-Bonden ist gegenüber dem Au-Bonden wegen der nicht notwendigen Temperatur und der dadurch „härteren“ Polyimidschicht zu bevorzugen.

Für die Bewertung der Drahtbendergebnisse zieht man die Normen MIL-STD 883 und DVS 2811 heran. Das Pul-

len der Bonddrähte bei Flexleiterplatten erfordert gegenüber starren Substraten allerdings eine gewisse Vorbereitung. Man muss die Flexleiterplatten mittels Kleber oder – im einfachsten Falle – mit doppelseitigem Klebeband auf einen starren Träger montieren, um eine definierte Fixierung des Flexsubstrats beim Pullen zu erreichen.

Die Pullergebnisse für die 25- μm -Drahtbondverbindungen erfüllen die DVS-2811-Anforderungen und liegen im Mittel bei 10,4 cN mit einer Standardabweichung von 1,1 cN bei einer Reißlast des Drahtes von 11 bis 15 cN. Die Auslagerung der Drahtbondverbindungen im Temperaturwechseltest bei $-40/125\text{ }^\circ\text{C}$ zeigte keine Auffälligkeiten gegenüber den Ergebnissen auf starren Leiterplatten.

Die geschilderte Einzellösung stellt keinen serienreifen Fertigungsprozess dar. Man hat auf einem vorhandenen Design aufgesetzt und nachfolgend eine Lösung für den Bestückungsprozess adaptiert. Wie eingangs erwähnt, musste der Fertigungsprozess bereits beim Design berücksichtigt werden.

Für die beschriebene Baugruppe gibt es weitere Ansätze, eine serienreife Lösung zu finden. Zum Beispiel eine temperaturstabile doppelseitige Klebefolie zu verwenden, die gleichermaßen für das Die- und Drahtbenden geeignet ist. Hier stellt der Markt Klebefolien zur Verfügung, die einen PTFE-Gewebekern aufweisen. Der Kern macht die Folie für das Drahtbenden steifer und bei ersten Bondanproben hat man sehr gute Ergebnisse erzielt. Diese Folie besitzt zwei unterschiedlich stark haftende Silikonklebeschichtungen, eine stark klebende Seite für die Befestigung auf einem Träger und eine weniger stark klebende Seite für die Auflage der Flexleiterplatte. Die Folie ist temperaturstabil, so dass sie sich sowohl für das Diebenden als auch für das Drahtbenden nutzen lässt. Eine weitere Möglichkeit wäre, das Laserschneiden des Flexnutzens erst am Ende nach der kompletten Bestückung vorzunehmen. Dazu eignet sich ein CO- bzw. ein UV-Laser gut, falls man Cu-Leiterzüge durchtrennen muss. □

> MORE@CLICK EEK91204