

Halbleitertechnologie von A bis Z

Montage

Die Attach	3
<i>Mechanische Befestigung des Dies</i>	3
<i>Verbindungsmaterialien</i>	3
<i>Mechanische Spannungen und Qualitätssicherung</i>	4

Die Attach

Mechanische Befestigung des Dies

Nach dem Dicing liegen die einzelnen, bereits identifizierten funktionsfähigen Dies weiterhin auf der Trägerfolie vor. Im ersten Schritt der eigentlichen Montage wird jeder Die von der Folie abgehoben (Die Pick) und mechanisch auf seinem endgültigen Trägermaterial befestigt – diesen Vorgang bezeichnet man als Die Attach oder Die Bonding.

Als Trägermaterial (Substrat) kommen je nach Bauteiltyp unterschiedliche Ausführungen zum Einsatz:

- Leadframe: ein gestanztes oder geätztes Metallgitter, meist aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, das später die äußeren Anschlussbeinchen des Gehäuses bildet
- Laminat- oder Keramiksubstrat: mehrlagige Trägerplatten mit integrierten Leiterbahnen, wie sie etwa bei Ball-Grid-Array-Gehäusen (BGA) verwendet werden
- Direkte Chip-Montage: bei manchen Anwendungen wird der Die unmittelbar auf eine Leiterplatte oder ein anderes System aufgebracht, ohne zunächst ein eigenes Gehäuse zu erhalten

Der Die wird dabei von einem Greifwerkzeug (Die Bonder) präzise aufgenommen, ausgerichtet und mit definiertem Anpressdruck auf das Substrat aufgesetzt. Die exakte Positionierung ist wichtig, da im nachfolgenden Bonding-Schritt die Kontaktpads des Dies möglichst genau mit den entsprechenden Anschlussstellen auf dem Substrat übereinstimmen müssen.

Verbindungsmaterialien

Zur eigentlichen Befestigung des Dies auf dem Substrat kommen verschiedene Verbindungsmaterialien zum Einsatz, deren Auswahl von den elektrischen, thermischen und mechanischen Anforderungen des jeweiligen Bauteils abhängt:

- Klebstoffe (Epoxidharze): das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Verfahren. Der Klebstoff wird entweder als Paste dosiert oder in vorgefertigter Filmform (Die Attach Film) zwischen Die und Substrat aufgebracht und anschließend thermisch ausgehärtet. Elektrisch leitfähige Klebstoffe enthalten zusätzlich feine Silberpartikel, um neben der mechanischen Verbindung auch eine elektrische Kontaktierung der Rückseite des Dies zum Substrat herzustellen
- Lötverbindungen: insbesondere bei Bauteilen mit hohen Anforderungen an die Wärmeableitung, etwa Leistungshalbleitern, wird der Die mittels eines

Lotmaterials (häufig auf Gold- oder Zinnbasis) direkt mit dem Substrat verbunden. Lötverbindungen bieten eine deutlich bessere thermische Leitfähigkeit als Klebstoffe

- Eutektisches Bonden: Der Die wird unter Wärmeeinwirkung direkt mit einer dünnen, eutektischen Metallschicht (häufig einer Gold-Silicium-Legierung) auf dem Substrat verbunden, ohne dass ein zusätzliches Verbindungsmaterial in Pastenform notwendig ist

Die Wahl des Verbindungsmaterials beeinflusst maßgeblich, wie effizient die im Betrieb entstehende Verlustwärme des Chips über das Substrat abgeführt werden kann – ein besonders kritischer Faktor bei leistungsstarken Prozessoren und Leistungshalbleitern.

Mechanische Spannungen und Qualitätssicherung

Ein wesentliches Problem beim Die Attach sind mechanische Spannungen, die durch unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten von Die und Substrat entstehen. Silicium und die üblichen Substratmaterialien wie Kupfer oder Keramik dehnen sich bei Temperaturänderungen unterschiedlich stark aus. Während des Aushärtens des Verbindungsmaterials, aber auch später im Betrieb des fertigen Bauteils, können dadurch Spannungen im Die entstehen, die im ungünstigsten Fall zu Rissen führen.

Um diese Spannungen zu begrenzen, werden Verbindungsmaterialien mit einer gewissen Elastizität eingesetzt, die kleine Ausdehnungsunterschiede kompensieren können, ohne dass die Verbindung selbst oder der Die beschädigt wird. Zudem wird die Schichtdicke des Verbindungsmaterials sorgfältig kontrolliert: Eine zu dünne Schicht bietet zu wenig Ausgleichsvermögen, eine zu dicke Schicht kann wiederum die thermische Anbindung verschlechtern.

Nach dem Aushärten des Verbindungsmaterials wird die Qualität der Die-Attach-Verbindung überprüft, unter anderem durch optische Inspektion auf Lunker (Hohlräume im Verbindungsmaterial) sowie durch Scherfestigkeitstests, bei denen die mechanische Haftung des Dies stichprobenartig geprüft wird. Erst nach erfolgreicher Prüfung wird der Die dem nächsten Prozessschritt, dem Bonding, zugeführt.