

Halbleitertechnologie von A bis Z

Montage

Dicing	3
Vom Wafer zum Einzelchip	3
Sägeverfahren	3
Herausforderungen und Qualitätssicherung	4

Dicing

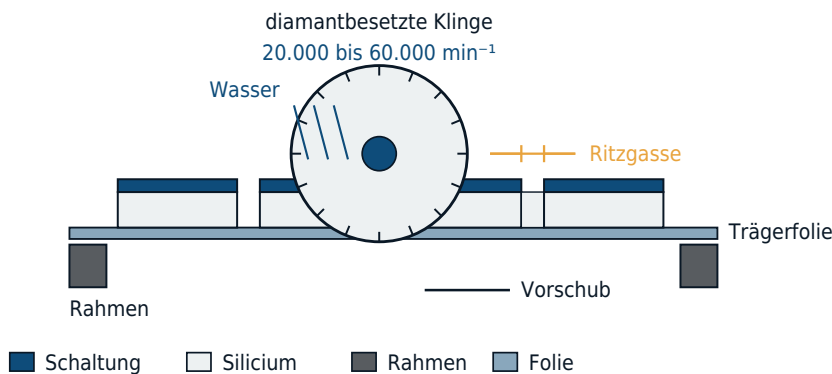
Vom Wafer zum Einzelchip

Nach dem Wafertest liegt der Wafer weiterhin als zusammenhängende Scheibe vor, auf der sich hunderte bis mehrere tausend einzelne Dies befinden, getrennt durch schmale, unbelegte Streifen – die sogenannten Ritzgassen (Scribe Lines oder Dicing Lanes). Diese Streifen enthalten keine funktionalen Schaltungsstrukturen und sind absichtlich für den nachfolgenden Trennschritt vorgesehen.

Beim Dicing (auch Wafersägen oder Die Separation genannt) wird der Wafer entlang dieser Ritzgassen in die einzelnen Dies zerteilt. Dieser Schritt markiert den Übergang vom Front-End der Fertigung, in dem alle Dies noch gemeinsam auf dem Wafer bearbeitet wurden, zum Back-End, in dem jeder Die einzeln weiterverarbeitet wird.

Dicing – das Zersägen des Wafers

Die Säge trennt entlang der Ritzgassen, die Folie hält die Dies



Die Ritzgassen tragen keine Schaltung – ihre Breite begrenzt, wie dick die Klinge sein darf. Weil sie mit der Miniaturisierung schmaler werden, gewinnen Laserverfahren an Bedeutung. Die Folie hält die Dies nach dem Schnitt in Lage.

Vor dem eigentlichen Trennvorgang wird der Wafer üblicherweise auf eine dünne, elastische Trägerfolie (Dicing Tape) aufgeklebt, die auf einem Metallrahmen gespannt ist. Diese Folie hält die einzelnen Dies nach dem Zersägen weiterhin an ihrer ursprünglichen Position, sodass die räumliche Zuordnung zur zuvor erstellten Yield-Map erhalten bleibt.

Sägeverfahren

Das am weitesten verbreitete Verfahren ist das mechanische Sägen mit einer dünnen, diamantbesetzten Kreissäge (Blade Dicing). Die Säge rotiert mit sehr hoher Drehzahl (typischerweise 20.000–60.000 Umdrehungen pro Minute) und wird während des Schnitts kontinuierlich mit deionisiertem Wasser gekühlt und gespült, um die entstehende Reibungswärme abzuführen und den Sägestaub aus der Schnittfuge zu entfernen.

Die Breite der Ritzgassen begrenzt dabei, wie schmal die Sägeklinge sein darf und wie präzise der Schnitt geführt werden muss. Da mit fortschreitender Miniaturisierung die verfügbare Ritzgassenbreite immer weiter abnimmt, gewinnen alternative Trennverfahren zunehmend an Bedeutung:

- Laserschneiden (Laser Dicing): Ein fokussierter Laserstrahl trennt den Wafer entweder durch direktes Abtragen des Materials oder durch gezieltes Einbringen von Mikrorissen im Waferinneren (Stealth Dicing), entlang derer der Wafer anschließend mechanisch auseinandergebrochen wird
- Plasmaätzen (Plasma Dicing): Der Wafer wird durch ein anisotropes Trockenätzverfahren entlang der Ritzgassen komplett durchgeätzt; dieses Verfahren erzeugt besonders glatte, beschädigungsfreie Kanten und eignet sich gut für sehr dünne Wafer

Jedes Verfahren hat spezifische Vor- und Nachteile hinsichtlich Schnittgeschwindigkeit, mechanischer Belastung des Materials und erreichbarer Kantenqualität, weshalb die Wahl des Trennverfahrens vom jeweiligen Produkt und Waferaufbau abhängt.

Herausforderungen und Qualitätssicherung

Beim mechanischen Sägen können am Rand der Schnittkante feine Ausbrüche (Chipping) entstehen, kleine Absplitterungen des spröden Siliciummaterials. Diese Mikrorisse können sich unter mechanischer oder thermischer Belastung im späteren Betrieb des Bauteils weiter ausbreiten und die Zuverlässigkeit gefährden. Die Sägeparameter – insbesondere Vorschubgeschwindigkeit, Drehzahl und Kühlung – müssen daher sorgfältig auf das jeweilige Schichtsystem des Wafers abgestimmt werden.

Besondere Herausforderungen ergeben sich bei Wafern mit empfindlichen Schichtstapeln, etwa bei Bauteilen mit Low-k-Dielektrika in der Verdrahtungsebene. Diese porösen Materialien sind mechanisch deutlich empfindlicher als klassisches Siliciumdioxid und neigen beim Sägen verstärkt zu Delamination, dem Ablösen einzelner Schichten.

Nach dem Trennvorgang wird die Qualität der Schnittkanten häufig optisch

überprüft. Zusätzlich bleibt die zuvor erstellte Yield-Map weiterhin gültig: Da die Dies durch die Trägerfolie an ihrer Position verbleiben, lässt sich anhand der Karte eindeutig bestimmen, welche der nun vereinzelt Dies bereits im Wafertest als funktionsfähig identifiziert wurden und somit in den nächsten Montageschritt, das Die Attach, übernommen werden.