Kurzbericht zum Forschungsvorhaben AiF-Projekt 15.442 N / DVS-Nr.: 10.051

Forschungsthema:

Steigerung der Durchsatzrate und der Prozesssicherheit bei der Herstellung von Smart-Labels durch eine neuartige Aufbau- und Verbindungstechnik

Laufzeit:

01.06.2008 – 31.05.2010

Beteiligte Forschungsstellen:

ifs	Institut für Füge- und Schweißtechnik, TU Braunschweig
IFAM	Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung

4. Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses (PA):

09.03.2010 (Institut für Füge- und Schweißtechnik, Braunschweig)

Kurzbeschreibung des Projektes:

Das Ziel des Forschungsantrags ist, bei der Herstellung von RFIDs Kosten durch eine schnellere und prozesssichere Aufbau- und Verbindungstechnik einzusparen. Es sollen dazu anisotrop leitfähige Schmelzklebstoffe (reaktiv und nicht-reaktiv) sowie vorapplizierbare reaktive Klebstoffe entwickelt, entsprechende Applikationstechniken erarbeitet und entsprechende Montageprozesse qualifiziert werden.

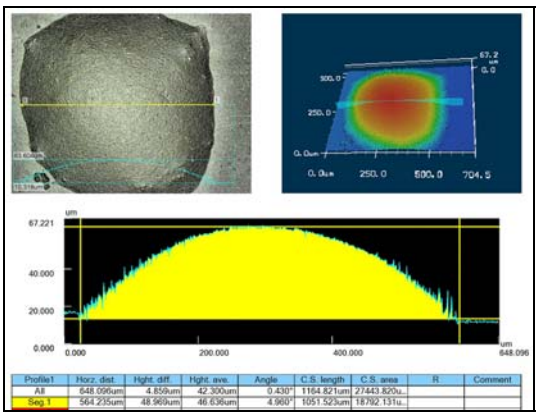
Stand des Forschungsprojektes:

ACA-Schmelzklebstoffe

Basis für die ACA-Schmelzklebstoffe sind Dispersionen aus feinsten **Schmelzklebstoffpartikeln, Leitpartikeln, Lösemittel** sowie **Zusatzadditiven**.

- Entwicklung der Auftragstechnik für ACA-Schmelzklebstoff-Dispersionen (ACA-HMD)

Für die Schablonendruckversuche standen nach umfangreichen Formulierungsansätzen 10 Varianten zur Verfügung. Sie bestehen aus drei unterschiedlichen Schmelzklebstoffsystemen (niedrig-, hochviskos und nachvernetzend) mit je zwei unterschiedlichen Leitpartikel-Typen (Ag-flakes und conductive nickel spheres) in den Füllgraden 10 % und 25 %. Die feinstverteilte Homogenität der Partikel wurde nachgewiesen. Eine zusätzliche Anpassung der rheologischen Eigenschaften der Schmelzklebstoffdispersionen durch Zugabe unterschiedlicher Schmelzklebstoff-Partikelgrößen wurde durchgeführt. Der Schablonendruck der ACA-Schmelzklebstoff-Varianten wurde soweit optimiert, das reproduzierbar Klebstoffvolumina von 15 nl (Toleranzen von +/- 10 %) auf unterschiedliche Antennensubstratmaterialien vorappliziert werden konnten. Die Klebstoffhöhen nach dem Umschmelzvorgang befinden sich im Bereich von 40-70 µm. Mit den erzeugten Klebstoffvolumina /-höhen lassen sich Test-Chips (1,5 x 1,5 mm) vollflächig mit Fügespalten von 5-10 µm (ACA-Kontaktierung) mittels Druck per Thermode fixieren.



Optimierte Druckstruktur ACA-HMD 1

- Übergangswiderstände

Zur Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der Dispersionen wird der spezifische Widerstand herangezogen. Zum einen konnten auf Test-Leiterplatten mittels 4-Punkt-Widerstandsmessungen indirekt nachgewiesen werden, dass die aufgedruckten Schmelzklebstoffdispersionen anisotrop leitfähig waren. Zum anderen konnten auf einem speziell entworfenen Testkörper Probeklebungen mittels ACA-Schmelzklebstoffdispersionen durchgeführt werden. Anhand dieser Testkörper können Übergangswiderstände der ACA-Schmelzklebstoffe direkt ermittelt werden. Erste Übergangswiderstände bewegen sich je nach Leitpartikel-Typ im Bereich von 0,04 bis 0,048 Ω. Die statistisch abgesicherte Ermittlung der Übergangswiderstände ist momentan Gegenstand der Untersuchungen.

- Scherfestigkeit

Zur Ermittlung der Scherfestigkeit wurde ein Testaufbau in Zusammenarbeit mit dem PA entwickelt. Unterschiedliche Antennenmaterialien (PET und PC) wurden mit ACA-Schmelzklebstoff-Dispersionen bedruckt und vorappliziert. Auf dieses Antennenmaterial wurden Testchips mit einem angepassten Fügeprozess gesetzt und anschließend abgeschert. Die Druckscherfestigkeiten bewegen sich im Rahmen von 1,5-2,5 MPa je nach Schmelzklebstoffsystem und Antennenmaterial, bei dem nachvernetzenden PUR-Hotmeltsystem im Bereich von 3,1-3,5 MPa. Die Bruchbilder zeigen zum größten Teil ein kohäsives Versagen der Klebstoffe auf PC. Alle Klebstoffsysteme neigen auf dem Substratmaterial PET vermehrt zum adhäsiven Versagen. Eine Testreihe zur Wahl einer geeigneten Oberflächenvorbehandlung zur Erhöhung der Klebfestigkeit auf Substratseite ist in Arbeit.

- Die-Montage

Bei der Die-Montage ist eine Konzeptionierung des Montage- sowie Fügeprozesses unter besonderer Berücksichtigung einer angepassten Wärmeführung für Schmelzklebstoffe erfolgt. Mit Hilfe eines halbautomatischen pick and place-Bestückers wurden schmelzklebstoffbeschichtete Bauteile in einem ersten Schritt auf dem Antennenmaterial vorfixiert (ca. 1 N/mm² für 1 s) und ausgerichtet. Die Wärmeeinleitung erfolgte mit einer Heizplatte, die Oberfläche des jeweiligen Klebstoffsystems ist tackig. Im zweiten Die-Montageschritt (Endfixierung) wird der Chip unter Druck (3 N/mm²) mittels Thermode gefügt. Weitere Montagestrategien, wie z. B. Montage in einem Schritt durch angepasste pick and place-tools sind in Überlegung.

Klebstoff	Haltezeit [s]	Prozesstemperatur Endfixierung
ACA-HMD 1	3-5	max. 120°C bei PC max .160°C bei PET
ACA-HMD 2	4-6	
ACA-HMD 3	5-7	
Standard-ACA	10-12	min. 175 °C, sonst keine Aushärtung des Klebstoffs möglich

Vorapplizierbarer reaktiver ACA-Klebstoff

1. Klebstoffformulierung

Es wurde ein vorapplizierbares reaktives Klebstoffharz als Basis für den ACA-Klebstoff formuliert. Der Klebstoff kann nach der UV-Härtung im Kühlschrank gelagert werden. Derzeit wird für den 2. Härtungsschritt mit einer Temperatur von 130 °C gearbeitet.

Schritt		Ergebnis
1	UV-Härtung	Vorapplizierter Klebstoff mit trockener Oberfläche
2	thermische Härtung	Vernetzter Klebstoff

2. Klebstoffauftrag auf prozessierten und gebumpten Wafern

Für den Klebstoffauftrag auf prozessierten und gebumpten Wafern wurde das Auftragsverfahren weiterentwickelt. Dies war nötig, da die Oberflächenenergie des prozessierten Wafers erheblich niedriger ist im Vergleich zu Silizium (die Oberflächenenergie des prozessierten Wafer betrug nur noch 36,5 mNm; blanker Silizium-Wafer 67,7 mNm) und auf Grund der Oberflächentopographie durch die Bumps. Bei der modifizierten Vorgehensweise wird mit Hilfe eines Sprühventils der Klebstoff auf den Wafer aufgesprüht. Anschließend wird der Klebstoff mittels Spin-Coater auf dem Wafer ganzflächig verteilt und die Klebschichtdicke eingestellt.

3. UV-Härtung

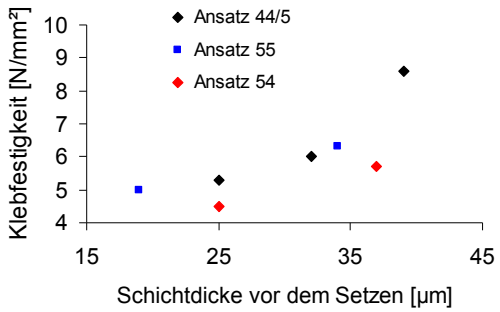
Der Klebstoff auf dem Wafer wird mittels eines UV-Flächenstrahler unter Stickstoffatmosphäre 1 min bei einer UV-Intensität auf dem Substrat von 340 mW/cm² (Wafermitte) bis 50 mW/cm² (Waferrand) in einem Arbeitsschritt gehärtet. Danach liegt der Klebstoff als trockener Film auf dem Wafer vor.

4. Vereinzeln der Chips

Bei einem Mitglied des PBA wurden die mit Klebstoff beschichteten Wafer mit dem für das Vereinzeln der Chips üblichen Equipment gesägt. Es konnte kein Einfluss des Sägeprozesses auf die Klebfestigkeit festgestellt werden.

5. Montage des Dies auf die Antenne

Der mit Klebstoff beschichtete Chip kann bei einer Substrattemperatur (Antenne) von 50 °C fixiert werden und anschließend in der Produktionslinie zur Thermode transportiert werden.
Das Kleben des Chips erfolgt bei einer Klebfugentemperatur von 90 °C. Wie schnell diese erreicht werden kann, hängt von der Thermodentemperatur und der Dicke des Chips ab. Die endgültige Aushärtung erfolgt beim Laminieren der Karte im Ofen bei 130 °C.

6. Klebfestigkeit

Es wurden mit Klebstoff beschichtete Si-Wafer geritzt, gebrochen und die entstandenen Si-Dummys auf Antennenmaterial (PET/Alu) aufgeklebt. Es wurden die Festigkeiten auf dem reinen PET und auf der Kombination PET/Antenne geprüft. Anschließend wurden die Si-Dummys abgeschert. Das PET wurde nicht vorbehandelt.
Ein Ziel war, den Klebespalt zu verringern. Daher wurde die Klebfestigkeit in Abhängigkeit von der Klebschichtdicke untersucht.