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

3. Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses (PA):

24.11.2009 (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

Zur Vorapplizierung von ACA-Schmelzklebstoffen auf Antenne und Chip wurden für den Schablonendruck folgende Teilergebnisse erzielt:

- Formulierung der Dispersion:

Die feinstfraktionierten Schmelzklebstoffpartikel neigen aufgrund von Luftfeuchtigkeit und Elektrostatik zur Agglomerisation. Um die, für ein gutes Druckergebnis nötigen, fein und homogen verteilten Schmelzklebstoffdispersionen zu stabilisieren, wurden mit Hilfe von Zusatzadditiven die Pulverfraktionen modifiziert. Durch Zugabe von 0,5 bis 1,0 Gewichts-% eines Absorptionsmittels auf Kieselsäurebasis zur Vermeidung des Feuchtwerdens und Verklumpens von Pulver konnte eine Stabilisierung der Partikel erreicht werden.
Mittels DMA konnten keine signifikanten Änderungen im Materialverhalten der mit unterschiedlichen Zusatzadditiven modifizierten Schmelzklebstoffsysteme (E-Modul und Dämpfung) festgestellt werden. Zur visko-elastischen Charakterisierung von Schmelzklebstoffdispersionen wurden Rheologieuntersuchungen aufgebaut. Eine Anpassung der Zusammensetzung der Schmelzklebstoffdispersion durch weitere Zusatzadditive und Variation von Partikelfraktionen wurde durchgeführt.

- Druckparameter

Die Optimierung des Druckbildes für die reproduzierbare Applikation von Klebstoffvolumina im sub-nl-Bereich erfolgte durch Variation der Rakelgeschwindigkeit, Rakelkraft, Rakeltypen sowie der Absenkgeschwindigkeit des Drucktisches. Es kann sowohl auf Folien als auch auf Si-Chips direkt gedruckt werden. Momentan bewegt sich der reproduzierbare Druck bei Schmelzklebstoffpunkten bis 250 µm Durchmesser bei einen Klebstoffvolumen von 2 nl in einem Toleranzfeld von +/- 15 %. Die Klebstoffhöhen sind über die Schablonenstärke varia-

bel einstellbar. Im Laufe der Untersuchungen wurden auch Alternativen zur Auftragstechnik Schablonendruck entwickelt. Dies sind zum einen ethanollösliche Schmelzklebstoffsysteme, die mittels Lackschleuder vollflächig oder per Druckzeit-Dispenser ortsselektiv in Schichtstärken bis zu 10 µm auf Wafer vorappliziert werden konnten, siehe Abbildung 1.

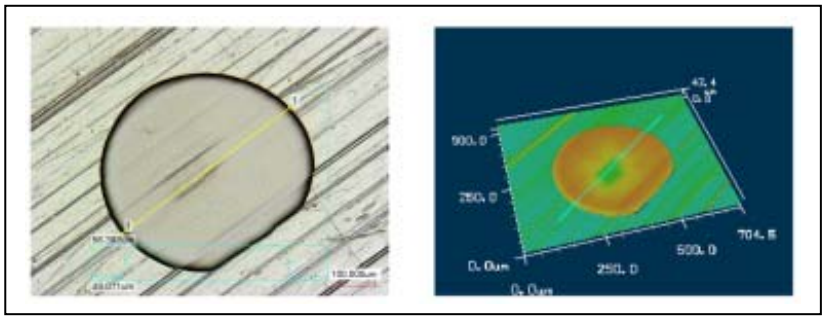

Abbildung 1: Dispensen von löslichen Schmelzklebstoffsystemen

Weitere Alternativen sind ACA-Schmelzklebstofffilme – und Preforms. Mittels unterschiedlicher Techniken (Rakeln, Verpressen und Ausstreichen) konnten Schmelzklebstofffiilme in Stärken bis zu 25 µm hergestellt werden. Erste Stanz- und Schneidversuche zur Konturierung konnten erfolgreich durchgeführt werden.
Zur Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der Dispersionen wird der spezifische Widerstand herangezogen. Zum einen konnte auf einer speziell entworfenen Test-Leiterplatte erfolgreich nachgewiesen werden, ob die aufgedruckten Schmelzklebstoffdispersionen anisotrop leitfähig waren. Zum anderen konnten über erste händische Probebondungen mittels ACA-Schmelzklebstoffdispersion gefügter SMD-Probekörper leitfähige Funktionsmuster aufgebaut werden. Die elektrische Charakterisierung erfolgt über einen im PA vorgeschlagenen Demonstrator. Antennenmaterial in DIN A4-Format für Setzversuche bzw. 4-Punkt-Widerstandsmessungen sowie Test- oder RFID-Chips werden so angepasst, dass diese als Grundlage für einen gemeinsamen Demonstrator genommen werden können.
Bei der Die-Montage ist eine Konzeptionierung des Montage- sowie Fügeprozesses unter besonderer Berücksichtigung einer angepassten Wärmeführung erfolgt. Mit Hilfe eines halbautomatischen pick and place-Bestückers konnten schmelzklebstoffbeschichtete Bauteile mit Hilfe einer passiven Wärmeführung gesetzt werden Das passive Konzept nutzt den Chip als Wärmespeicher für den Setzvorgang. Erste Prozessparameter wie Absetzkraft, Haltezeit und Prozesstemperaturen konnten ermittelt werden.
Für die entwickelten vorapplizierbaren reaktiven Schmelzklebstoffe kann eine durch Wärme initiierte Nachvernetzung die mechanischen Eigenschaften der Fügestellen verbessern. Mit Hilfe einer PUR-Schmelzklebstoffdispersion (chemische geblocktes Isocyanat in einer Polyol-Matrix) konnte ein erster Curing-Prozess mit einer Vorfixierung bei ca. 60°C und einem Prozessfenster für die Aushärtung bei 120-140°C etabliert werden. Die Verbundfestigkeit beträgt bei RT bis 18 MPa. Die Bestimmung der Scherbeständigkeit bei erhöhtem Temperatureinfluss erfolgt momentan.

Vorapplizierbarer reaktiver ACA-Klebstoff

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

1. Herstellen des ACA’s

a) Einarbeitung verschiedener Füllstoffe

Es wurden Füllstoffe auf der Basis von Ag, silberbeschichteter Glaskugeln, silberbeschichteter Glashohlkugeln und silberbeschichteten Nickels getestet. Die besten Werte bezüglich der Kontaktwiderstände wurden mit Silber und silberbeschichteten Nickel erreicht. Da die Silberpartikel in kleineren Teilchengrößen erhältlich sind, wurde mit diesem Füllstoff weitergearbeitet. Für die Bewertung des Dispergierergebnisses wurden die Wafer nach der UV-Härtung mikroskopiert und die Aufnahmen mittels Bildverarbeitungssoftware ausgewertet. Ziel war eine möglichst feine Verteilung der Partikel im Harz.

b) Testen unterschiedlicher Dispergiermittel

Es wurden 8 verschiedene, kommerziell erhältliche Dispergiermittel bezüglich der Kompatibilität mit dem Reaktivharz und dem Dispergieren der Füllstoffpartikel getestet. Die unterschiedlichen Dispergiermittel haben eine sehr unterschiedliche Wirkung auf das Dispergierergebnis. Abschließende Untersuchungen stehen noch aus.

c) Erproben unterschiedlicher Dispergiermethoden

Es wurden unterschiedliche Dispergiermethoden (Speed-mixer, Ultraschall, Taumelmischer, Herstellung von Masterbatches) getestet. Diese Arbeiten werden mit dem Testen der Dispergiermittel mit der besten Performance kombiniert.

2. Klebstoffauftrag

Der ACA wurde vollflächig auf Si-Wafer mittels Spin-coater aufgetragen. Die Klebschichtdicke kann variiert werden. Für die hier vorgestellten Untersuchungen betrug sie in der Regel 10 µm. Als nächstes werden die Versuche mit prozessierten Wafern durchgeführt.

3. Sägeversuche bei KSW

Bei der Firma KSW Microtec (PBA) wurden die mit Klebstoff beschichteten Wafer gesägt. Die Sägeversuche verliefen ohne Probleme. Der mit Klebstoff beschichtete Wafer lässt sich mit dem für das Vereinzeln der Chips üblichen Equipment sägen.

4. 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. Die Klebfestigkeit der Fügeteilkombination konnte durch Optimierung der Klebstoffformulierung um 60 % gesteigert werden und liegt jetzt auf ausreichendem Niveau (von 4,7 N/mm² auf 7,9 N/mm²). Diese Werte wurden ohne Vorbehandlung des PET erzielt.
Klebungen Aluminium-Silizium zeigten Festigkeiten von 11 – 12 N/mm².

5. Demonstrator

Grundlage für einen gemeinsamen Demonstrator sind prozessierte Wafer, die vom IFAM mit dem vorapplizierbaren Klebstoff beschichtet werden. Diese werden dann gesägt, vereinzelt und auf das Antennenmaterial geklebt.

6. nächste Arbeitsschritte:

- Optimierung der Härtungsbedingungen
- Klebstoffauftrag auf gebumpten Wafern
- Überprüfung der Langzeitstabilität
- weitere Optimierung der Partikeldispersion
- Testen weiterer Füllstoffe