



Inhalt:

- 0 Vorbemerkung zu den verwendeten Begriffen
- 1 Anwendungsbereich
- 2 Grundlagen des Drahtbondens
 - 2.1 Prinzip der Drahtbondverfahren
 - 2.2 Werkzeuge zum Drahtbonden
 - 2.3 Prozeßablauf
- 3 Verfahrensauswahl
- 4 Anforderungen an die Werkstoffe
 - 4.1 Halbleiter-Metallisierung
 - 4.2 Gehäuse-Metallisierung
 - 4.3 Draht
- 5 Anforderungen an den Drahtbonder
 - 5.1 Optimierung von Prozeßparametern
 - 5.2 Werkstückhalter
 - 5.3 Positioniergenauigkeit
 - 5.4 Automatisierung
- 6 Qualität der Schweißverbindung
 - 6.1 Anforderungen an die Schweißverbindung
 - 6.2 Typische Fehler
 - 6.3 Optische Beurteilung
 - 6.4 Mechanische Festigkeit
 - 6.5 Alterungstest
- 7 Schrifttum
 - 7.1 Mitgeltende Normen und Merkblätter
 - 7.2 Weiterführendes Schrifttum

Im übrigen sind einfache englische Fachausdrücke übersetzt worden in der Absicht, die Sprache nicht unnötig mit Fremdwörtern zu überfrachten.

Bond	Schweißung, Schweißverbindung
Bondpad	Anschlußfläche
Ball	Kugel
Nailhead	Nagelkopf
Wedge	Keil
Loop	Drahtbogen
Wire bonder	Maschine zum Drahtbonden, Drahtbonder
Bonding wire	Bonddraht

1 Anwendungsbereich

In der Mikroelektronik werden leitende Verbindungen durch Drahtbonden hergestellt. Das vorliegende Merkblatt gibt einen Überblick über diese spezielle, zum Preßschweißen gehörende Mikrotechnik und erläutert die wichtigsten Verfahrensvarianten und enthält Angaben über die zum Einsatz kommenden Werkstoffe und Geräte zur Herstellung zuverlässiger Schweißverbindungen.

Die Zusammenstellung der heute in der Mikroelektronik geltenden Anforderungen an das Drahtbonden und der zur Zeit gebräuchlichen Prüfverfahren entspricht dem letzten Stand, soweit dieser aus dem Schrifttum und auf der Basis eigener Erfahrungen verfügbar ist.

2 Grundlagen des Drahtbondens

2.1 Prinzip der beim Drahtbonden angewendeten Schweißverfahren

2.1.1 Warmpreßschweißen (Thermocompression bonding)

Die zu verbindenden Werkstücke werden unter Zuführung von Wärme aufeinandergepreßt. Durch atomare Bindungskräfte und Diffusion in der Grenzfläche wird ein Verschweißen der beiden Werkstoffe ohne schmelzflüssige Phase in der Verbindungszone bewirkt.

2.1.2 Ultraschallschweißen (Ultrasonic bonding)

Hier handelt es sich um ein Reibschweißen mit Frequenzen oberhalb des Hörbereiches. Durch parallele Bewegung zur Grenzfläche der beiden Werkstücke erfolgt ein Abbau von Oberflächenschichten. Auch hier wird durch eine Annäherung der Atome bis zur Bildung einer Grenzfläche in der Qualität einer Preßschweiß-Verbindung erreicht.

0 Vorbemerkung zu den verwendeten Begriffen

In diesem Merkblatt wird versucht, für den Bereich der Mikrofügetechnik, wie sie vor allem bei der Fertigung von Halbleiterbauelementen angewendet wird, weitest mögliche Übereinstimmung mit den in der übrigen Schweißtechnik üblichen und genormten Begriffen herzustellen. Insbesondere soll vermieden werden, daß für identische Sachverhalte in der Halbleiterfertigung andere Benennungen benutzt werden als in der übrigen Fügetechnik.

Nicht zuletzt soll Aufstehenden und Neulingen so der Einstieg erleichtert werden, zumal bei der Verwendung von Begriffen in einem DVS-Merkblatt eine nicht zu übersehende Signalwirkung verbunden ist.

Der Begriff "Drahtbonden" wird beibehalten und wie folgt definiert:

Drahtbonden ist eine aus mehreren Verfahrensschritten bestehende spezielle Fügetechnologie, mit der elektrisch leitende Drahtverbindungen vorzugsweise bei der Halbleiterbauelement-Fertigung hergestellt werden.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muß jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e. V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Technischer Ausschuß, Arbeitsgruppe „Schweißen in Elektronik und Feinwerktechnik“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

2.1.3 Ultraschallwärmeschweißen (Thermosonic bonding)

Dieses Verfahren ist eine Kombination aus Ultraschall- und Wärmepreßschweißen.

2.2 Werkzeuge zum Drahtbenden

Beim Drahtbenden kommen zwei Werkzeugtypen zur Anwendung:

- für die Kugel-Keil-Verbindung (Ball wedge bond) die Bond-Kapillare, Bild 1,
- für die Keil-Keil-Verbindung (Wedge wedge bond) der Bond-Keil, Bild 2.

Die Werkzeuge können für alle drei Verfahren nach Abschnitt 2.1 verwendet werden. Sie werden im Ausnahmefall auch beheizt. Bei Einsatz von Ultraschall spielt das Schwingungsverhalten der Werkzeuge eine wichtige Rolle.

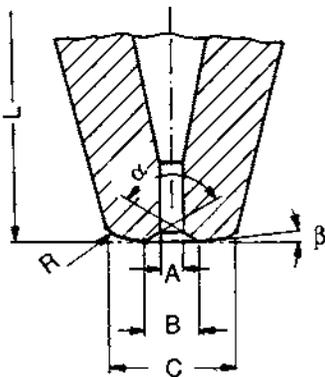


Bild 1. Kennzeichnende Parameter einer Bondkapillare (A Lochdurchmesser, B Konusdurchmesser, C Außendurchmesser, R Außenradius, L Werkzeuglänge, α Konuswinkel, β Fußwinkel; Werkstoff: Titancarbid, Wolframcarbid, Rubin, Quarzglas, Keramik).

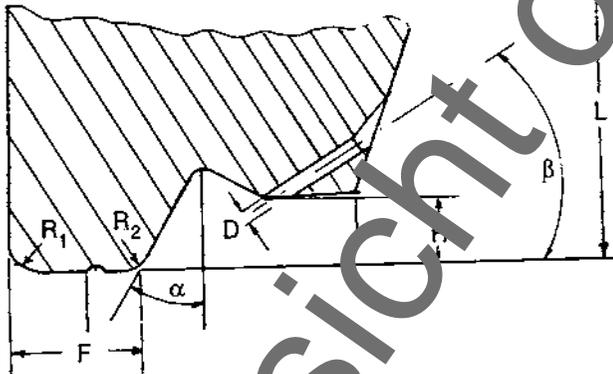


Bild 2. Kennzeichnende Parameter eines Bondkeils (D Lochdurchmesser, L Werkzeuglänge, F Frontradius, R_1 Backradius, R_2 Backradius, H Stufenhöhe, α Kerbwinkel, β Drahtführungswinkel; Werkstoff: Titancarbid, Wolframcarbid).

Die Bilder 1 und 2 geben Beispiele für die Ausbildung der Werkzeuge. Die Abmessungenparameter sind für die Ausbildung und Festigkeit der Schweißungen von Bedeutung. Besonders die Verformung des Drahtes an der Schweißstelle wird beeinflusst.

Die Arbeitsfläche der Bondkeile kann Längs- oder Querrillen aufweisen und konkav oder flach ausgebildet sein.

2.3 Prozeßablauf

2.3.1 Kugel-Keil-Verbindung (Ball wedge bond)

Bei der Kugel-Keil-Verbindung, Bild 3, ist die Ausbildung der ersten und zweiten Schweißung unterschiedlich.

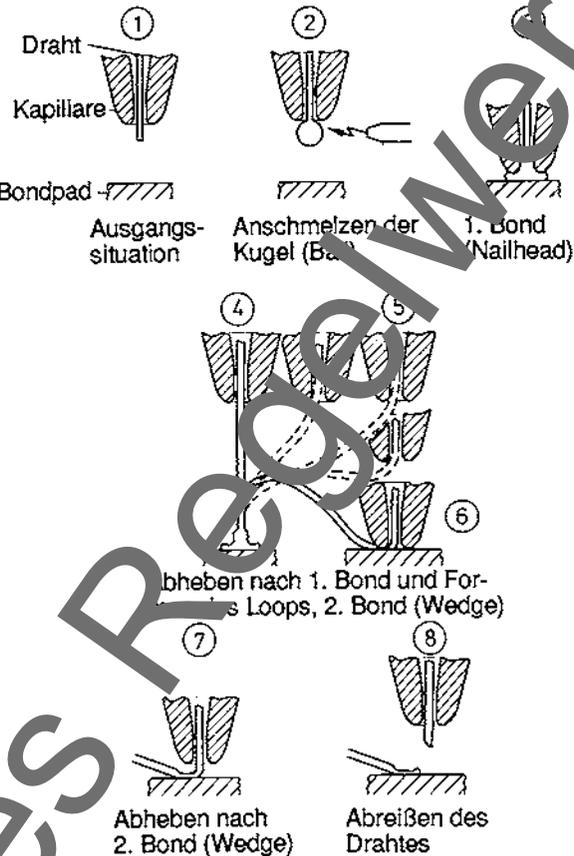


Bild 3. Bewegungsablauf bei einer Kugel-Keil-Verbindung.

Die erste Schweißung (Ball bond) wird mit einer am Draht vor dem Schweißvorgang angeschmolzenen Kugel (Ball) hergestellt. Sie hat eine Größe vom zwei- bis dreifachen Drahtdurchmesser und wird üblicherweise mit einem elektrischen Funken erzeugt. Durch die Kapillare wird sie zu einer nagelkopffähnlichen Schweißung verformt. Das Kugel-Keil-Schweißverfahren wird deshalb auch Nagelkopf-Keil-Schweißverfahren genannt.

Die zweite Schweißung wird als Keil-Schweißung mit dem Rand der Kapillare hergestellt. Der Draht wird nach der zweiten Schweißung abgerissen.

Die Drahtverbindung kann, bedingt durch die Werkzeugform, ohne Drehung des Werkzeugs oder Werkstücks in jeder Richtung hergestellt werden.

2.3.2 Keil-Keil-Verbindung (Wedge wedge bond)

Die Keil-Keil-Verbindung, Bild 4, formt bei der ersten und zweiten Schweißstelle ähnliche Geometrien. Bedingt durch den Keil ist das Drahtbenden nur in Richtung der Drahtführung möglich.

Der Draht wird unter einem Winkel von 30 oder 45 oder 60° zur Horizontalen zugeführt. Für das Drahtbenden in tiefen Gehäusen wird auch eine Drahtzuführung unter 90° mit Umlenkung auf 55 bis 60° eingesetzt.