

Nickel / Palladium / Gold – Chemisches Beschichten für Hoch-Temperatur Anwendungen

Sven Lamprecht, Kuldip Johal and Hugh Roberts
 Atotech Deutschland GmbH, Berlin, Germany
 Atotech USA Inc., Rock Hill, SC, USA

Zusammenfassung

Diese Veröffentlichung umfasst Ergebnisse einer Qualifikationsuntersuchungen an einer chemisch Nickel / chemisch Palladium / Sudgold (Ni/Pd/Au) Endschicht, die im Hochtemperaturbereich eingesetzt wird.

Während der Untersuchung wurde die Wirkung von ausgedehnten Temperaturwechseltests, als auch die Einflüsse trockener sowie feuchter Wärme untersucht.

Die Eignung von Ni/Pd/Au als Bondoberfläche für Golddraht (30 µm) und Aluminiumdraht (32 µm) wurde nach folgenden Auslagerungen untersucht:

- Alterung bei trockener Wärme bis 2000 Stunden, 125°C und 150°C
- Alterung bei feuchter Wärme bis 2000 Stunden, relative Luftfeuchtigkeit 85% bei 85°C
- Temperaturwechseltests (-40°C / +125°C) 2000 Zyklen

Die Zuverlässigkeit der Bondverbindungen wurde durch Abzugstests und optische Inspektion beurteilt. Bezüglich der Golddrahtbondverbindung wurde festgestellt, dass die Abzugskraft unter den getesteten Bedingungen, unverändert blieb. Für die Aluminiumdrahtbondverbindung dagegen fiel die Abzugskraft nach dem Altern bei trockener Wärme anfänglich ab und blieb dann stabil.

Während der Qualifikation der Ni/Pd/Au Endoberfläche, wurde auch eine Untersuchung der Lotkugelabscherkraft nach thermischen Alterns bei 150°C für 1000 Stunden sowie nach Temperaturwechseltests (-55°C / +125°C, 500 Zyklen) durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung, mit eutektischem Sn/Pb-Lot, werden in einer nachfolgenden Veröffentlichung erscheinen.

Schlüsselwörter: Nickel / Palladium / Gold, Keramik, Golddraht, Aluminiumdraht, Bonden

Vorgeschichte / Hintergrund

Die steigende Nutzung von elektronischen Baugruppen im erhöhten Temperaturbereich verstärkt die technischen Anforderungen an Komponenten als auch Trägersubstrate.

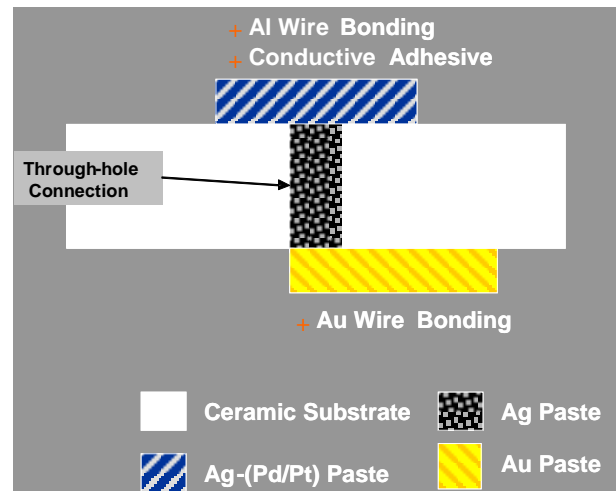
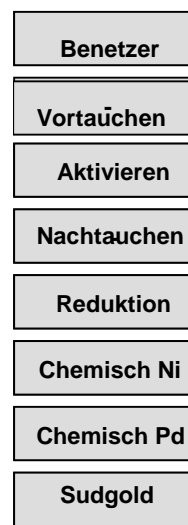


ABB. 1 Vereinfachte Darstellung für die Anwendungen der Gold-, Silber- oder Silber-/Palladiumpaste

Baugruppen, die in Automobilbereich im Motorraum eingesetzt werden (Motorsteuerung, als auch Brems-



steuerung), müssen extremen Temperaturschwankungen widerstehen.

Sehr oft ist Keramik das bevorzugte Trägersubstrat für diese Anwendungen, auf das dann Gold-, Silber- oder Silber-/Palladiumpaste gedruckt wird (Abb. 1).

Für die heutigen Anforderungen, ist es die größte Herausforderung eine passende Oberfläche zu finden. Diese Oberfläche verbindet idealer Weise hohe Zuverlässigkeit, gleichermaßen für Gold- und Aluminiumdrahtbonden sowie geringes Verlaufen des gedruckten leitfähigen Klebers. Zusätzlich sollte sie dem Trend immer kleiner werdender Schaltungsstrukturen unterstützen.

Das Kombinieren von Goldpastensiebdruck mit leitfähigen Klebern und Silber- oder Silber/Palladiumsiebdruck, konnte bisher die meisten Anforderungen erfüllen. Leider ist diese Technik kompliziert und teuer. Eine kostengünstigere Methode war gefordert, bei der der Goldpastensiebdruck, der oft

anwendungsbedingt Goldschichtdicken bis zu 30µm benötigt, ersetzt werden sollte.

Als Endoberfläche, erfüllt die untersuchte Ni/Pd/Au Schichtkombination die technischen Anforderungen und bietet dazu noch eine Einsparung an Edelmetall.

Der Prozess bietet eine selektiv abgeschiedene Ni/Pd/Au-Kombinationsschicht direkt auf dem vorbehandelten Keramiksubstrat (Abb.2). Mit Silberpastendruck kombiniert, kann Ni/Pd/Au für Hochtemperaturanwendungen in Massenproduktion eingesetzt werden.

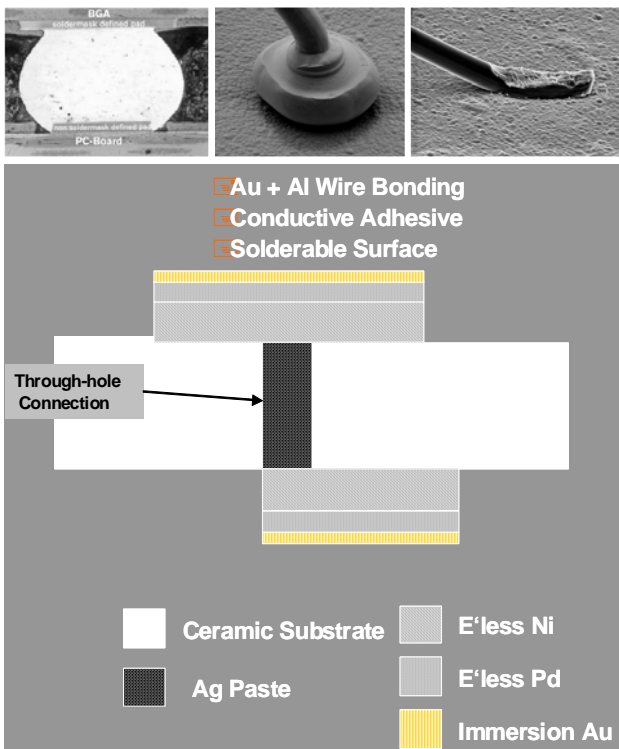


ABB. 2 Selektiv abgeschiedene Ni/Pd/Au-Kombinationsschicht direkt auf dem vorbehandelten Keramiksubstrat

Prozessbedingt, wird zuerst die mit dem Siebdruckverfahren aufgebraute Paste aktiviert, um die autokatalytische Abscheidung von Ni-P (7-9 Gew. % P) zu ermöglichen. Darauf wird dann autokatalytisch eine Schicht aus reinem Palladium (99.99%) abgeschieden. Das Palladium überzieht man zu guter letzt mit einem Hauch Sudgold (30-50 nm).

Diese Schichtkombination aus reinem Palladium und Gold lässt beides, Aluminium- und Golddrahtbonden, auf der gleichen Oberfläche zu und eliminiert damit die Notwendigkeit, zwei Pasten mit Siebdruck aufzutragen. Alle strukturierten Oberflächen sind bedeckt, einschließlich der Flanken. Zusätzlich zur Einsparung der teuren Goldpaste fallen auch die Kosten für eine galvanische Metallabscheidung sowie der Photolithografie weg.

Experimentelle Vorgehensweise

Um die Eignung der Ni/Pd/Au-Oberfläche für gleichermaßen Gold- sowie Aluminiumdrahtbonden zu untersuchen, wurden verschiedenen Funktions- und Umwelteinflüsse simuliert.

Tabelle 1 – Ni/Au/Pd Schichtspezifikationen		
Metall- schicht	Abscheidungs- typ	Schichtdicke
Nickel	Autokatalytisch 8.5 Gew. % P	6.0 µm
Palladium	Autokatalytisch 99.9% Pd	0.2 µm
Gold	Sudverfahren	0.06 µm

Alle Schichtdicken wurden mit dem Röntgenfluoreszenzverfahren gemessen, bei dem Standards benutzt wurden, die mit der nasschemischen Analysenmethode ICP-AA gegengeprüft waren.

Die Bondparameter für die Ni/Pd/Au Oberfläche wurden in einem Vorversuch für beide Drahtarten ermittelt, hierzu wurde die Oberfläche für 3 Stunden bei 150°C gealtert. Die Bondergebnisse dieser Proben wurden mit Proben ohne Alterung verglichen.

Spezifikationen und Konditionen für Gold- und Aluminiumdrahtbonden werden in Tabelle 2 und Tabelle 3 gezeigt.

Tabelle 2 – Gold Draht Bonden Spezifikationen	
Drahtlieferant/Type	Hereaus / Au-Beta
Durchmesser	30 µm
Wire Pull Strength (max)	11-15 cN
Dehnung	3-6 %
Drahtbinder Hersteller/Modell	K&S Modell 4124
Bonder: Parameter	115 °C, 140 kHz
Bond-Kapillaren	Micro Swiss 40472-0012-320 Flat-face design 8° face angle

Tabelle 3 – Aluminiumdrahtbonden Spezifikationen	
Drahtlieferant/Typ	MFD / AISi1 (1% silica)
Drahtdurchmesser	32 µm
Drahtzugskraft (max)	21-24 cN
Bruchdehnung	1-4 %
Drahtbinder Hersteller/Modell	Delvotec Modell 6400
Bonder: Parameter	100 kHz

Für jede der Temperatur-, Feuchtigkeits- sowie Temperaturwechselalterung, wurden 30 Gold- und 40 Aluminiumdrähte gebondet und Abreißtests an der Mitte der Bondbrücke durchgeführt. Vor dem Aluminiumdrahtbonden wurden die Testcoupons künstlich gealtert, indem man sie für eine Stunde einer Temperatur von 150°C aussetzte. (Tabelle 4)

Tabelle 4 – Drahtbond Testkriterien	
Parameter	Test Kriterien
Durchschnittliche Zugkraft	Im nicht Ausgelagerten Ausgangszustand : > 50% der maximalen Drahtkraft
Standard Abweichung	< 15% von Durchschnittskraft
Bondkraft < 6cN	Keine
Bond wedge lifts	Keine

Nach dem Herstellen der Bondverbindungen wurden ausgedehnte Alterungs- und Klimatests durchgeführt, um deren Einfluss auf Zugkraft und Fehlermodus zu untersuchen. Tabelle 5 zeigt Spezifikationen und Konditionen der durchgeführten Tests.

Table 5 – Drahtbrücken Testkonditionen	
Temperatur / Feuchtigkeit	ESPEC / Modell LHL-212
Auslagerung bei trockener Wärme	125°C und 150°C
Auslagerung bei feuchter Wärme	85% RH, 85°C
Temperaturwechseltestkammer	Voetsch Modell VT 7012 S2
Temperaturwechseltests (TW)	Min/Max: -40 / +125 °C (30-min Verweilzeit, 3-sec Transferzeit)
Test Intervalle (Stunden)	24/100/250/500/1000/2000
Pull Test Gerät	Dage / Modell BT2400PC

Zugkräfte und Bruchmodi wurden in Testintervallen aufgenommen wie in Tabelle 5 angezeigt. Fehlermodi wurden mit Hilfe des Stereomikroskops untersucht.

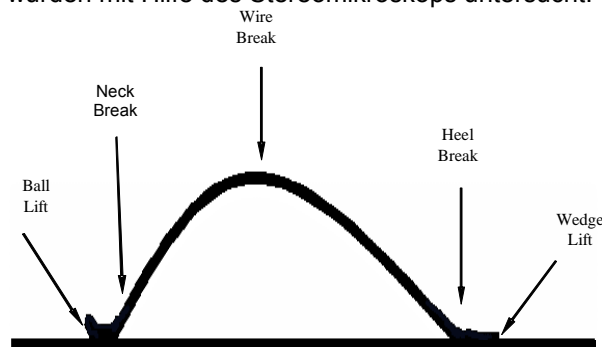


ABB. 3 Fehlermodi für Bonddrahtbrücken

Ergebnisse des Golddrahtbondens

Die Ergebnisse der Tests mit Golddraht sind in den Abbildungen 4 bis 8 zusammengefasst.

Test – Golddrahtbondstellen bei trockener Wärme (125°C) gealtert

Abbildung 4 zeigt die Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Zugkräften, die benötigt werden, um die Drahtbonds unter oben genannten Bedingungen abzureißen. Die Zugkräfte liegen deutlich über 10cN, wobei die Standardabweichung unterhalb der Grenze von 15% der Durchschnittskraft liegt.

Test Ergebnisse:

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 10,9 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 100 Std. = 12,6 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Std. = 10,6 cN

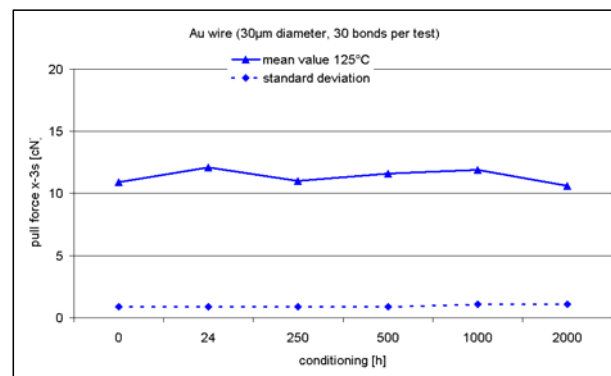


ABB. 4 Durchschnittliche Drahtzugkräfte für Golddrahtbonds nach Wärmebehandlung (125°C)

Test – Golddrahtbondstellen bei trockener Wärme (150°C) gealtert

Die Ergebnisse der Golddrahtbondtests durchgeführt nach dem Altern bei trockener Wärme (150°C) sind in Abbildung 5 zusammengefasst. Alle Werte liegen über 10cN.

Test Ergebnisse:

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 10,9 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 100 Std. = 13,4 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Std. = 11,7cN

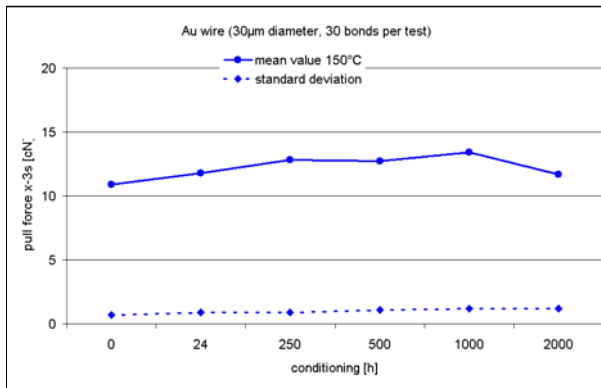


ABB. 5 Durchschnittliche Drahtzugkräfte für Golddrahtbonds nach Hitzebehandlung (150°C)

Test – Golddrahtbondstellen bei Feuchtigkeitsauslagerung

Abb. 6 zeigt die Durchschnittswerte und die Standardabweichungen der Zugkräfte, die benötigt werden um die Drahtbonds nach der Feuchtigkeitsauslagerung abzureißen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Test Ergebnisse:

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 10,9 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 100 Std. = 15,8 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Std. = 11,2cN

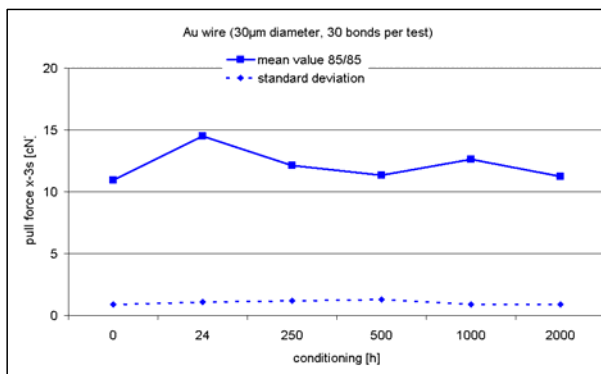


ABB. 6 Durchschnittliche Drahtabzugkräfte für Golddrahtbonds nach Feuchtigkeitsauslagerung (85% RL, 85°C)

Test – Golddrahtbondstellen nach Temperaturwechseltest

Die Resultate der Golddrahtbondtests, durchgeführt nach Temperaturwechseltest, sind in Abbildung 7 zusammengefasst. Die Testkonditionen werden in Tabelle 5 beschrieben. Alle Testkriterien wurden erfüllt.

Test Ergebnisse

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 10.9cN
- Durchschnittliche Zugkraft (nach 500 Zyklen) = 12.6cN
- Durchschnittliche Zugkraft (nach 1000 Zyklen) = 12.6cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Std. = 11,7cN

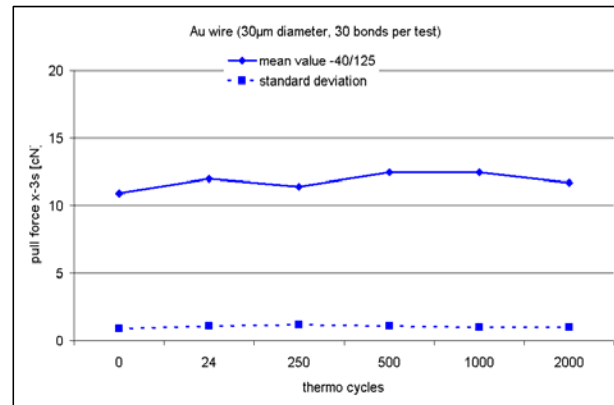


ABB.7 Durchschnittliche Drahtzugkräfte von Golddrahtbonds nach Temperaturwechsel-Belastung (-40°C to 125°C)

Fehleranalyse der Golddrahtbonds

Der dominierende Fehlermodus für Golddrahtbonds war 'neck-break' über der Kugel. Defekte, die man der Ni/Pd/Au-Beschichtung hätte zuordnen können, sind nicht aufgetreten.

Sogar nach 2000 Stunden Alterung bei trockener Wärme, Feuchtigkeit oder 2000 Temperaturzyklen, zeigten keine der Golddrahtbonds 'wedge lifts'.

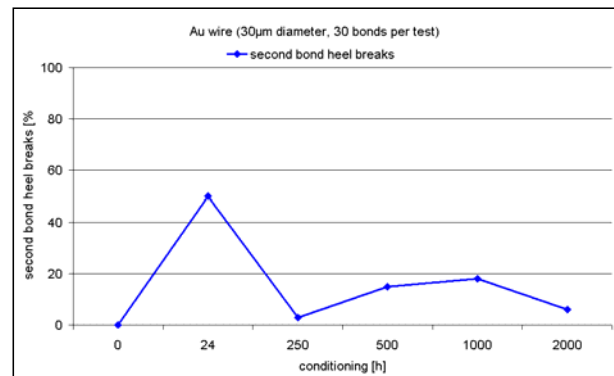


ABB. 8 Auftreten von Zweitbond-'heel breaks' an Golddrahtbonds nach Hitzebehandlung (150°C)

An Golddrahtbonds traten 'second heel' Brüche nur nach Alterung bei 150°C auf, wie in Abbildung 8 dargestellt.

Andere Temperatur- und Feuchtigkeitsbelastungen zeigten diese Defekte nicht. Interessanterweise, verknüpft man die Ergebnisse aus Abbildung 8 mit denen aus Abbildung 5, kann man sehen, dass das Auftreten von 'second heel'-Brüchen bei 150°C weder einen Einfluss auf die Durchschnittliche Zugkraft noch auf die Standardabweichung hat.

Ergebnisse Aluminiumdrahtbonds

Die Ergebnisse der Tests, die mit Aluminiumdraht durchgeführt wurden, sind in den Abbildungen 9 bis 14 zusammengefasst. Wie schon vorher erwähnt, wurden

alle Ni/Pd/Au-Proben vor dem Bonden eine Stunde bei 150°C ausgelagert.

Test – Aluminiumdrahtbondstellen bei trockener Wärme (125°C) gealtert

Abbildung 9 zeigt die Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Zugkräfte, die benötigt werden um die Drahtbonds nach einer Wärmebehandlung bei 125°C abzureißen.

Die Zugkräfte fallen deutlich während der ersten 250 Stunden Auslagerung auf ca. 10cN herab. Ein weiteres absinken der maximalen Zugkraft tritt nicht ein. Die Standardabweichung liegt deutlich unterhalb der Grenze von 15% der Durchschnittskraft.

Test Ergebnisse:

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 18,0 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 250 Std. = 10,3 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Std. = 10,1cN

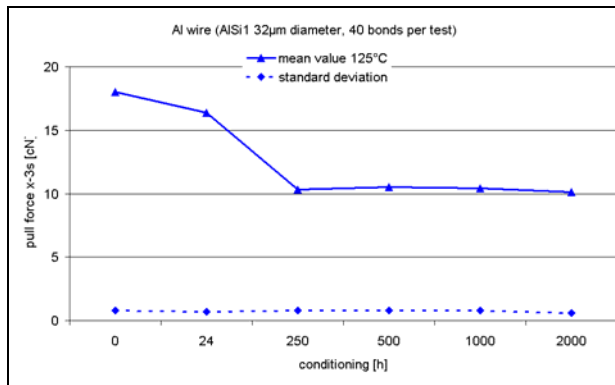


ABB. 9 Durchschnittliche Drahtzugkräfte für Aluminiumdraht nach trockener Wärmebehandlung (125°C)

Test - Aluminiumdrahtbondstellen bei trockener Wärme (150°C) gealtert

Die Zugkräfte fallen deutlich während der ersten 24 Stunden Auslagerung auf ca. 11.7cN herab. Bei weiterer Auslagerung bis 250 Stunden bei 150°C sinken die maximalen Zugkraft dann auf 10.5cN ab. Die Standardabweichung liegt deutlich unterhalb der Grenze von 15% der Durchschnittskraft.

Test Ergebnisse:

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 18,0 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 250 Std. = 10.5 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Std. = 9,2 cN

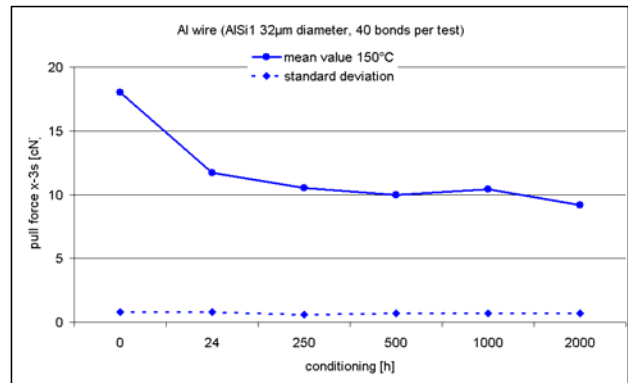


ABB. 10 Durchschnittliche Drahtzugkräfte für Aluminiumdraht nach trockener Wärmebehandlung (150°C)

Test – Aluminiumbondstellen bei feuchter Wärme

Abbildung 11 zeigt die Durchschnittskräfte und Standardabweichungen, die benötigt werden, um den Aluminiumdraht nach feuchter Wärmebehandlung zu brechen. Alle Testkriterien, dargestellt in Tabelle 4, wurden erfüllt.

Test Ergebnisse:

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 18,0 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 24 Std. = 18,7 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Std. = 11,7cN

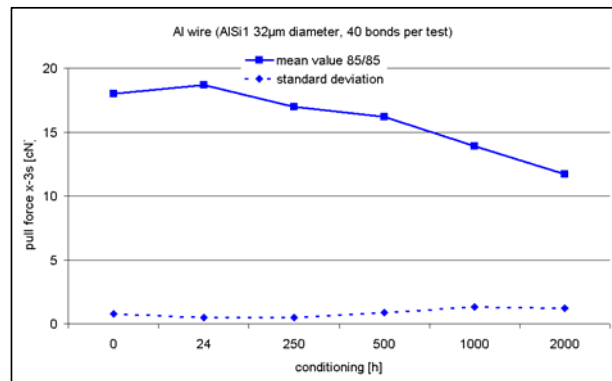


ABB. 11 Durchschnittliche Drahtzugkräfte für Aluminiumdraht nach feuchter Wärmebehandlung (85/85°C)

Test – Aluminiumdrahtbondstellen nach Temperaturwechselbeanspruchung

Die Ergebnisse der Aluminiumdrahtbondtests, durchgeführt nach Temperaturwechselbeanspruchung, sind in Abbildung 12 zusammengefasst.

- Durchschnittliche Referenzzugkraft = 18,0 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 250 TW = 15.1 cN
- Durchschnittliche Zugkraft nach 2000 TW = 9,7 cN

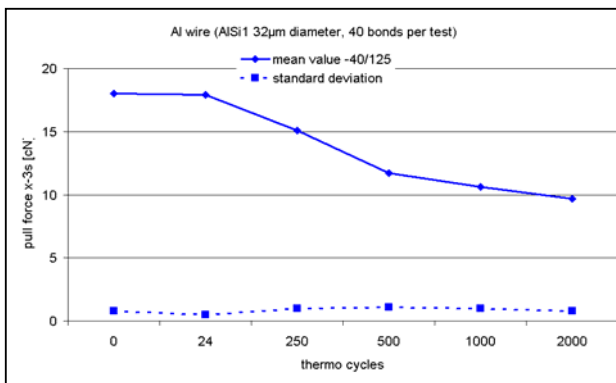


ABB. 12 Durchschnittliche Drahtzugkräfte für Aluminiumdrahtbonds nach Temperaturwechselbehandlung (-40°C / 125°C).

Aluminiumdrahtbondfehleranalyse

Nach 2000 Stunden Auslagerung bei trockener Wärme und 2000 Temperaturwechselzyklen zeigte keiner der Aluminiumdrahtbonds 'wedge lifts'. Obwohl die durchschnittlichen Zugkräfte nach Behandlung bei trockener Wärme auf 9.2cN abgefallen waren, wurden keine Zugkräfte unter 6cN gemessen. Es gab keine messbare Verschlechterung an der Schnittstelle Bond zu Anschlussfläche.

Es wurde kürzlich berichtet, dass nach mehr als 100 Stunden Auslagerung bei 400°C Fehlstellen auftreten können. Aus der Praxis wissen wir, dass die Ni/Pd/Au-Endschicht für Aluminiumdrahtbonds bei Temperaturen unter 200°C verlässlich ist.

Die Auslagerungstemperatur von 150°C verändert die physikalischen Eigenschaften des Aluminiumdrahtes nach 24 Stunden, einhergehend mit einem Verlust von 2/3 der Härte/Festigkeit (siehe Abbildung 10 'nach 24 Stunden').

Wie erwartet brauchen diese diffusionskontrollierten Reaktionen bei niedrigeren Temperaturen (d.h. 125°C) zusätzliche Zeit (siehe Abb. 9 'nach 250 Stunden').

Während der Bruchmodus begrenzt bleibt auf 'heel breaks' und 'wire breaks', verringert sich die Zugkraft auf ungefähr 10 cN.

Diese Abnahme der Zugfestigkeit wird stark beeinflusst von Temperatur und Zeit, welches ein wohlbekanntes Phänomen für Aluminiumdrähte ist, mit einem Siliziumgehalt von 1-2%, die auch für unsere Tests benutzt wurden.

Während des Herstellungsprozesses von AISi1-Drähten wird die Kristallstruktur manipuliert durch Temperaturbehandlung. Durch Diffusion, die durch Erwärmen gefördert wird, werden die kleinsten Siliziumkeime innerhalb der Aluminiummatrix sich zu größeren Kristallen zusammenschließen und dabei die Härte- und Festigkeitseigenschaften des Drahtes verändern. Durch diesen Vorgang wurde die Struktur des AISi1-Drahtes durch die trockene Wärmebehandlung der

Proben während dieser Untersuchung stark beeinflusst.

Wie Abbildung 13 darstellt, zeigt die Behandlung mit feuchter Wärme (85/85) in ca 20% der untersuchten Proben 'second wedge lifts'.

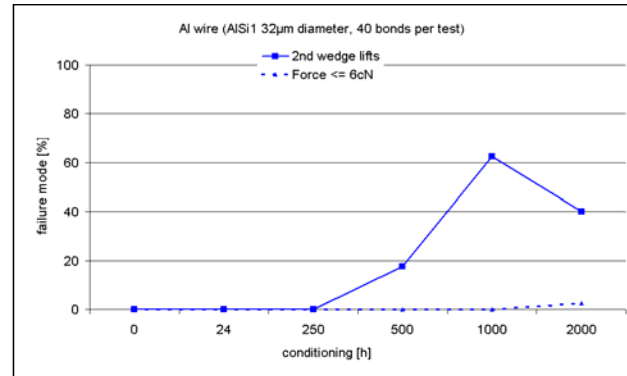


ABB. 13 'Second-bond wedge lifts' und durchschnittliche Zugkräfte ≤ 6 cN für Aluminiumdraht bei feuchter Wärme (85°C/85RH)

Die vorher erwähnte temperaturabhängige Siliziumdiffusionsreaktion, die die mechanische Härte/ Festigkeit verringert fällt bei 85°C weniger ins Gewicht als bei 125°C und bei 150°C. Dieses ist gut zu erkennen, wenn man die Abbildungen 9, 10 und 11 miteinander vergleicht.

Im Nachhinein wurde nachgewiesen, dass die 'second wedge lifts' an der Pd/Au- Schnittstelle auftraten. EDX-Analyse zeigte klar einen Goldpeak auf der AISi1-Seite, wobei kein Gold auf der Bondstelle nachgewiesen werden konnte. Dies könnte auf ein mögliches Anbindungsproblem zwischen Pd und Au hinweisen, was noch näher untersucht werden müsste.

Abbildung 14 bietet eine detailliertere Analyse der Zugkräfte in Verbindung mit 'heel breaks' und 'second wedge lifts'. Wenn man sich nur auf die durchschnittlichen Zugkräfte bei 'heel breaks' konzentriert, ist es offensichtlich, dass die Abnahme der Zugkräfte über die Zeit nicht so dramatisch ist wie beim Altern in trockener Wärme, bei 125°C sowie 150°C.

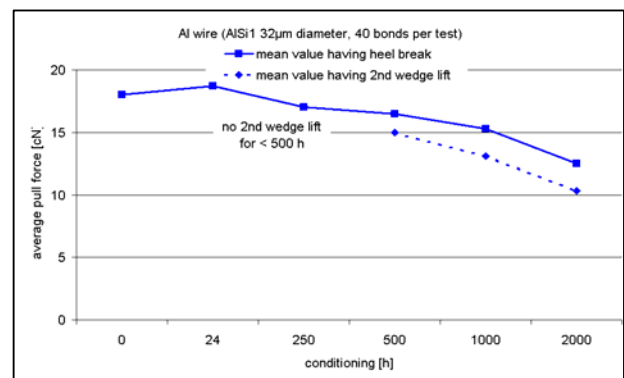


ABB. 14 Durchschnittliche Zugkräfte für Aluminiumdraht-
'heel breaks' und 'second-bond wedge lifts' nach feuchter
Wärme (85°C/85RH)

Die durchschnittliche Zugkraft nach 2000 Stunden
Auslagerung bei feuchter Wärme bleibt noch 2-3 cN
höher als bei den Proben, die trockener Wärme aus-
gelagert waren(siehe Abb. 9 und 10).

Trotz des Auftretens von 'second-bond wedge lifts'
nach 250 Stunden Altern bei feuchter Wärme, zeigt
Abbildung 14, dass die durchschnittliche Zugkraft für
'second-bond wedge lifts' nach 2000 Stunden immer
noch einen Wert von über 10 cN hatte. Dieses Resul-
tat ist vergleichbar mit den Zugkräften von Aluminium-
drahtbonds nach dem Altern bei trockener Hitze und
Temperaturwechselbeanspruchung.

Die mechanische Härte und Festigkeit ist offensichtlich
durch Diffusionsreaktionen innerhalb der Aluminium-
Silizium-Matrix reduziert, wie in Abb. 9 (250 Stunden),
Abb. 10 (24 Stunden) und Abb. 12 (1000 Zyklen) ge-
zeigt wird.

Weder das optische Stereomikroskop noch REM
konnten klären, ob galvanische Korrosion, was eine
verminderte Haftung zwischen dem AlSi1-Draht und
der Palladiumoberfläche erklären könnte, mit im Spiel
ist. Daher wurden mehrere Drahtbonds nach 2000
Stunden Altern bei feuchter Wärme untersucht.

Keine der Aluminium/Palladium Schnittstellen zeigte
eine Andeutung von Delaminierung. Die Palladium-
schicht wurde während des Bondens weder mecha-
nisch entfernt, noch waren Korrosionsprodukte zw-
ischen Draht und Oberfläche sichtbar.

Ein galvanischer Korrosionseffekt könnte zum Auftre-
ten von 'second-bond wedge lifts' beitragen und ist
wohlbekannt bei Aluminiumdrahtbonds auf Silber-
oberflächen.

Sollte galvanische Korrosion bei Aluminiumdraht auf
Palladium vorkommen, dann zu einem deutlich gerin-
geren Grad als auf Silber.

Tests nach Auslagerung bei feuchter Wärme über
2000 Stunden hinaus, konnte detailliertere Information
bezüglich dieses Effekts liefern.

Für Chip-On-Board Anwendungen werden die Draht-
brücken eingekapselt und somit vor Feuchtigkeit ge-
schützt. Dies sollte den Einfluss durch Feuchtigkeit
signifikant schwächen.

Zusammenfassung/ Schlussfolgerungen

Basierend auf die Tests, die in dieser Untersuchung
des Bondverhaltens auf einer Ni/Pd/Au-Oberfläche
durchgeführt wurden, kann folgendes zusammenge-
fasst werden:

Für Golddrahtbonds



ABB 15 Querschliff eines Goldballbonds auf Ni/Pd/Au nach
2000 Stunden Auslagerung bei 150°C

1.) Die Zugkräfte aller untersuchten Golddrahtbonds
lagen über 10cN, nach 2000 Stunden Auslagerung bei
trockener Wärme (125°C oder 150°C), nach 2000
Stunden Auslagerung bei feuchter Wärme
(85°C/85RH) sowie 2000 Temperaturwechselzyklen (-
40°C / 125°C).

2.) Abbildungen 4 bis 6 zeigen, dass die Zugkräfte
über die Zeit nicht abnahmen, ungeachtet des Alte-
rungsmodus (trockene/feuchte
Hitze/Temperaturwechselbeanspruchung).

3.) Sogar nach der 2000-stündigen Auslagerung bei
trockener / feuchter Wärme oder 2000 Temperatur-
wechselzyklen zeigte keiner der Golddrahtbonds
'wedge lifts', Zugkräfte kleiner als 6 cN oder eine Ab-
nahme der Durchschnittszugkräfte. Weder Tempera-
tur, Feuchte noch Temperaturwechselbehandlung
resultierten in einer Verschlechterung der mechani-
schen Eigenschaften der Bonddrähte oder der Bond-
verbindungen auf Ni/Pd/Au.

Für Aluminiumdrahtbonds (85°C/85RH)

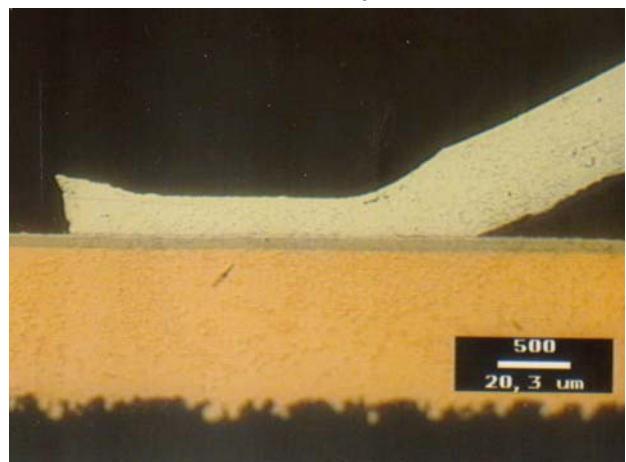


ABB. 16 Querschliff eines Aluminiumdrahtbonds auf
Ni/Pd/Au nach 2000 Stunden Auslagerung bei 150°C

1.) Den Einfluss der temperaturabhängigen Siliziumdiffusionsreaktion, der sich durch verringerte Abzugskräfte ausdrückt, war während der ganzen Untersuchung zu beobachten. Diese Wirkung variiert mit den entsprechenden Alterungstests.

2.) Nach 2000 Stunden Auslagerung bei trockener Wärme (150°C) sanken die durchschnittlichen Zugkräfte auf 9.2 cN. Da dieser Wert durch die Temperatur / Zeit gesteuerte Siliziumdiffusionsreaktion erreicht wird, gehen wir davon aus, dass dieser Wert auch bei Auslagerung in trockener Wärme bei 125°C, feuchter Wärme (85°C/85RH) sowie bei Temperaturwechselzyklen sich einstellt. Dieses wird bei den geringeren Temperaturen jedoch einen wesentlich längeren Zeitraum benötigen.

3.) Keiner der Aluminiumdrahtbonds zeigte 'wedge lifts' nach den in 1. genannten Alterungsbedingungen. Außerdem blieb in allen Tests die durchschnittliche Zugkraft über der spezifizierten Minimumzugkraft von 6 cN.

4.) Nach 500 Stunden Alterung bei feuchter Hitze (85°C/85RH) traten 'second bond wedge lifts' auf. Zugkräfte von Drahtbrücken mit 'second bond wedge lifts' brachten es immer noch auf durchschnittlich über 10 cN. Weitere Untersuchungen werden benötigt, um den Grund des Auftretens der 'second bond wedge lifts' zu finden.

5.) Der Ni/Pd/Au-Prozess beschreibt eine ökonomische Alternative zu dem konventionellen Gebrauch von Silber-, Silber/Palladium- und Goldpasten als bondbare Oberflächen für Keramiksubstrate, was die Ergebnisse in der Untersuchung anschaulich darstellt.

Referenzen:

1. Dr. Halser, Bohn; Dr. Krause; Dr Nowottnick; Pape, Schulz; "Shear Test of BGA-Solder Balls", Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) Abteilung "Baugruppentechologie und Verbindungstechniken"; Atotech Deutschland GmbH, Berlin, March 1998

2. Dr.Ing. M. Schneider-Ramelow, Dr.Ing. K.D. Lang, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM-Berlin; Dr.Ing F. Rudolf, Dr.Ing. I. Witte, TU Dresden Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik und Institut für Feinwerktechnik; Dr.Ing. D. Metzger, Atotech, "Chip on Board (COB) –Technik in hermetisch gekapselten Mikrosystemen für den Einsatz im rauen und feuchten Umfeld der Meeresbiologie", Atotech, Berlin, March 2003

3. R. Wayne Johnson, M. Palmer, M. J. Bozack and T. Isaac-Smith, "Thermosonic Gold Wire Bonding to Laminate Substrates with Palladium Surface Finishes," IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing 22 (1999) 7

4. J. Li, M. J. Bozack, R. H. Zee, "Direct Evidence of Segregation of Carbon at Rhenium Surfaces," J. Mat Sci. 34 (1998) 239