

Wir stellen mit dem **Titanium Pro ICT™** die neue Generation der ICT-Federkontaktserie von **IDI**, Interconnect Devices Inc., vor. Der Titanium Pro ICT™ ist dabei nicht einfach nur ein weiterer, Federkontakt, sondern ein komplett neues Design, das einen revolutionären Wandel in der Konstruktion von Federkontaktstiften darstellt.

Hauptmerkmal dieses Federkontaktstiftes ist die seit Jahrzehnten bei Steckverbindern bewährte 'split-sleeve'-Technologie. Hierdurch werden folgende Eigenschaften dieses Federkontaktes entscheidend verbessert:

- Höchste Treffgenauigkeit aller Federkontaktstifte (typisches Taumelspiel $\leq 25\mu\text{m}$)
- Geringster Übergangswiderstand ($R \leq 8\text{m}\Omega \pm 2\text{m}\Omega$ über die gesamte Lebensdauer)
- Höchste Betriebssicherheit (hohe Kontakttreue durch Selbstreinigung)

Das Design des Federkontaktstiftes der Titanium Pro ICT™ Serie gewährleistet einen zuverlässigeren Zugriff auf zu prüfende Baugruppen, Prüfpads. Zudem bietet die Titanium Pro ICT™ Serie insbesondere wegen ihrer außergewöhnlichen Betriebssicherheit sowie der bemerkenswerten Reduzierung von Fehldiagnosen gewichtige Argumente aus Sicht der Kostenreduzierung.

Die Entwicklung der Titanium Pro ICT™ Serie stellt eine wichtige Innovation im Bereich der Federkontaktstifte für den Incircuit- und Funktionstest in den letzten 20 Jahren dar. Im nachfolgenden Bericht werden die Vorteile und besonderen Merkmale dieses Federkontaktstiftes detailliert erläutert.

Federkontaktstifte im Incircuit- und Funktionstest

Trotz aller technischen Fortschritte erweist sich die einwandfrei funktionierende Kontaktierung einer zu prüfenden Baugruppe mittels Nadelbettadaption teilweise immer noch als komplizierte Aufgabe. Daher ist eine Suche nach innovativen Produkten und Lösungen sowohl für Hersteller als auch für Anwender unerlässlich.

Der Federkontaktstift als Komponente einer Nadelbettadaption sollte sich, vor allem durch zuverlässige Funktionalität auszeichnen. Diese muss über die gesamte Lebensdauer, bei jedem Hub, gewährleistet sein, egal ob der Adapter nur wenige oder mehrere Tausend Kontakte enthält. Dabei dürfen keine Messwertverfälschungen und damit Fehldiagnosen für fehlerfreie Baugruppen auftreten.



Eigenschaften der Titanium Pro ICT™ Federkontaktstifte

Ganz besonders kritisch wird beim Incircuit Testen die Fähigkeit von Federkontaktstiften bewertet, Signalpfade zuverlässig zu realisieren und Messsignale unverfälscht durchzuleiten.

Der Funktions-Test erfordert in der Regel, eine Gut-Schlecht Entscheidung aufgrund geringer Änderungen bei Widerstands-, Strom- oder Spannungswerten treffen zu müssen.

Elektrische Eigenschaften

Federkontaktstifte weisen bei Betriebsbeginn zunächst einheitliche Widerstandswerte auf. Mit fortschreitender Betriebsdauer nimmt jedoch die Anzahl der Federkontaktstifte zu, deren unkontrollierbare Fehlfunktionen zu Messwertverfälschungen in der Größenordnung der zu prüfenden Messwerte führen können. Diese Entwicklung führt zwangsläufig zu Fehldiagnosen bei an sich fehlerfreien Baugruppen, die dann unnötigerweise als fehlerhaft bewertet dem Reparaturzyklus zugeführt werden.

Zwar können die zunächst konstanten Widerstandswerte der Federkontaktstifte in gewissen Grenzen per Software eliminiert werden, die später als Folge mangelhafter Betriebssicherheit unkontrolliert auftretenden, variablen Anteile aber nicht. Deshalb ist es wichtig, dass die Widerstände von Federkontaktstiften sowohl über die Anzahl pro Nadelbett als auch über die Lebensdauer konstant bleiben.

Je geringer der Widerstand eines Federkontaktstiftes, desto geringer die Möglichkeit einer Messwertverfälschung. Je stärker sich die Widerstandswerte und deren Schwankungen über den gesamten Anwendungsbereich (Betriebsdauer, Betriebsumfeld, Adapteraufbau, etc.) jedoch gegen den Wert Null entwickeln, desto größer ist die Möglichkeit zu deren Eliminierung per Software.

Treffgenauigkeit

Der Kolben des Federkontaktes ist am Kolbenende und am gecrimpten Stifthülsehnals gelagert. Damit wird die Treffgenauigkeit eines Federkontaktstiftes im wesentlichen durch drei Variablen bestimmt:

- Spiel zwischen Kolben und Stifthülse
- Kolbenanteil außerhalb der Stifthülse
- Kolbenanteil innerhalb der Stifthülse

Das Ziel muss also sein, das Spiel zwischen Kolben und Stifthülse auf ein Minimum zu reduzieren, um gleichzeitig die Treffgenauigkeit zu verbessern.

Die Ansätze der herkömmlichen Bias-Design Technik zur Verbesserung der Treffgenauigkeit kommen den Versuchen zur Lösung der Quadratur des Kreises gleich, weil dabei bewusst eine mittels Strahlensatz einfach nachweisbare, konstruktiv bedingte Treffgenauigkeit in Kauf genommen wird.

Eine parallele Führung des Kolbens zu seiner Längsachse ist ausgeschlossen. Einerseits wird zur Sicherstellung eines zuverlässigen Kontaktes zwischen Kolben und Stifthülse das Kolbenende durch eine Querkraft gegen die Stifthülsewand ausgelenkt. Andererseits zwingt der Stifthülsehnals als Drehpunkt dadurch den Kolbenkopf ebenfalls zum Taumel aus seiner Längsachse.

Ausnahmslos alle bisher angebotenen Federkontaktstifte basieren auf dem Bias-Spring-Design, der bewusst konstruierten Treffungenauigkeit. Die Ansätze zu ihrer Reduzierung beschränken sich auf engere Toleranzen im Bereich des Stifthülsehalses als einem der Lagerpunkte des Kolbens.

Das **Titanium Pro ICT™ Design** entkräftet die bisher als unvermeidbar geltende konstruktiv bedingte Treffungenauigkeit vollständig. Hier wurde als neuer Ansatz die seit Jahrzehnten bei Steckverbindern erfolgreich praktizierte 'split-sleeve'-Technologie auf die Konstruktion von Federkontaktstiften übertragen und patentiert. Die 'split-sleeve'-Technologie erlaubt die Konstruktion eines Stifthülsehalses innerhalb sehr fein bemessener Toleranzen und führt damit zu einem absolut mittig zentrierten Kolben. Als Ergebnis erhält man eine Treffgenauigkeit mit einem typischen Taumelspiel von $\leq 25\mu\text{m}$.

Lebensdauer

Eine zuverlässige Kontaktierung bei gleichzeitig konstantem und geringem Übergangswiderstand wird von allen Federkontaktstiften erwartet. Der Widerstand soll über die gesamte Lebensdauer von bis zu 1.000.000 Hüben konstant bleiben, die Verunreinigung der Stifthülse konstruktiv ausgeschlossen sein, um somit einer drohenden Blockade des Kolbens oder der Feder vorzubeugen. In der Praxis treffen die Federkontaktstifte aus vielerlei Gründen häufig auf leicht geneigte Pad-Oberflächen und kontaktieren nicht - wie im Idealfall - exakt senkrecht. Sie sind damit im Dauerbetrieb mit Querkraften belastet, die sich ungünstig auf die Lebensdauer auswirken.

Zusätzlich werden die Federkontaktstifte durch Flussmittel- oder Lötrückstände, Reste von Lötstopplack sowie durch weitere Einflüsse kontaminiert.

Erfahrungsgemäß verschlechtert sich früher oder später unter dem Zusammenspiel der physikalisch-chemischen Einflüsse der Widerstand von Federkontaktstiften. Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass im Laufe der Zeit Kolben und Stifthülse verkleben oder die Federn in ihrer Wirkung beeinträchtigen, mit der Folge eines mechanischen Ausfalls bis hin zu einer vollständigen Blockade.

Im günstigsten Fall führt die Blockade sofort zu einem Totalausfall. Eine solch gravierende Fehlfunktion ist relativ einfach und schnell zu identifizieren. Fatal wird der Fall, wenn sich eine schleichende Blockade des Federkontaktstiftes in Form einer unzuverlässigen Kontaktierung mit variierendem Widerstand auswirkt und dadurch beim Test nicht vorhandene Fehler auf einer fehlerfreien Baugruppe ausgewiesen werden.

In der Praxis wird einer zu erwartenden Fehlfunktion begegnet, indem alle Federkontaktstifte nach Erreichen einer gewissen Hubzahl gereinigt oder ausgetauscht werden, gleichgültig ob zum Zeitpunkt der Aktion die Notwendigkeit dazu bereits besteht. Es ist offensichtlich, dass die beim Titanium Pro ICT™ Federkontakt eingesetzte 'split-sleeve'-Technologie konstruktiv in überzeugender Weise einen Selbstreinigungseffekt der Federkontaktstifte fördert und damit die Standzeiten wesentlich erhöht.

Federkontaktstifte im Vergleich

Für eine bessere Übersicht wird im Folgenden das bisher übliche 'Bias'-Design unserem Titanium Pro ICT™ Design gegenübergestellt.

Allgemein gilt, dass beim Federkontaktstift die Signalführung anstelle über Kolben und Feder über Kolben und Stifthülse erfolgt. In Bezug auf ihre Eigenschaft zur Signalführung weist die Feder potenzielles Fehlverhalten aus zwei Gründen auf:

- Material mit einer guten Federkonstante verfügt nicht gleichzeitig über gute elektrische Leitwerte
- Zusätzlich wirkt die Spiralförmigkeit der Feder bei nennenswertem Frequenzgang (speziell bei HF) als Spule mit entsprechend ausgeprägtem Signalverhalten.

	Herkömmliches Bias-Spring-Design	Titanium Pro ICT™ Design
Abrieb	Die zur sicheren Kontaktierung zwischen Kolben und Stifthülse auf das Kolbenende wirkende Querkraft führt dazu, dass die Stifthülse über die Strecke des Kolbenhubes in einem engen linienförmigen Bereich punktuell belastet wird. Die in diesem Bereich resultierende, erhöhte mechanische Belastung führt bis zur Zerstörung der Beschichtung der Stifthülsewand und damit im Laufe der Zeit zu unkontrollierbaren Betriebszuständen.	Ein entscheidendes Merkmal der 'split-sleeve'-Technologie besteht darin, dass der Kolben am Stifthülsehals innerhalb sehr fein bemessener Toleranzen geführt wird. Dies führt zu einer auf 360° gleichförmig verteilten Druckbelastung rund um den Schaft und damit zu einem, auch unter dem Aspekt der Langzeitstabilität, äußerst zuverlässigen Betriebszustand. Verstärkt wird dies noch durch eine mehr als doppelt so harte Goldlegierung als normalerweise verwendet wird.
Blockade	Flussmittel- und andere Lötmittelrückstände sowie weitere Verunreinigungen führen zur Verschmutzung der Stifthülse. Als Folge verkleben Kolben und Stifthülse miteinander oder die Federfunktion wird nicht mehr zuverlässig gewährleistet.	Der durch die 'split-sleeve'-Technologie konstruktiv bedingte kreisförmige Einschluss des Kolbens wirkt wie ein Abstreifring. Hierdurch entsteht bei jedem Hub ein Selbstreinigungseffekt, der ein Eindringen von Verunreinigungen in die Stifthülse verhindert und damit eine lange Lebensdauer begründet.
Treffgenauigkeit	Zur sicheren Kontaktierung zwischen Kolben und Stifthülse wird das Kolbenende konstruktiv mittels Querkraft gegen die Stifthülse ausgelenkt. Die	Die 'split-sleeve'-Technologie erlaubt die Konstruktion eines Stifthülsehalbes innerhalb sehr feiner Toleranzen und damit einen zweifelsfrei mittig zentrierten

	Konsequenz dieses Vorgehens hat zwangsweise eine bewusst konstruierte Treffgenauigkeit des Kopfes zur Folge.	Kolben, der auch noch verkürzt wurde. Als Ergebnis erreicht man bei der Treffgenauigkeit Werte mit einem typischen Taumelspiel von $\leq 25\mu\text{m}$.
Widerstand	Die konstruktiv bedingte Auslenkung des Kolbenendes gegen die Stifthülse führt über den Gesamthub zu einer linienförmigen Kontaktierfläche. Dieser Bereich wird permanent punktuell belastet, oxidiert oder korrodiert situationsabhängig und variiert damit unkontrolliert in seiner Leitfähigkeit.	Die durch die 'split-sleeve'-Technologie konstruktiv bedingte, konstant große Kontaktfläche zwischen Kolben und Stifthülse-hals (360°) führt zu typischen Widerständen $R \leq 8\text{m}\Omega \pm 2\text{m}\Omega$ über die gesamte Lebensdauer.

Testergebnisse

Der Messaufbau zum Test der Titanium Pro ICT™ Serie wurde für jeden Federkontaktstift in 4-Leitertechnik ausgeführt. Als Teil umfangreicher Testserien wurden in einem Adapter jeweils die gleiche Anzahl verschiedener Kontakte (Standardkontakt S100, und Titanium Pro ICT-100) zum Vergleichstest angeordnet. Gemessen wurde gegen eine Sterling-Silber-Platte.

(Bild2)

(Bild3)

Zur Ermittlung der Treffgenauigkeit wurden Federkontaktstifte in eine Zentriervorrichtung eingespannt, über 360° in gleichmäßigen Schritten bewegt und dabei jeweils die Differenzen zwischen Kolbenkopf und Zentrum der Messanordnung gemessen.

(Bild4)

Die Lebensdauer der Federkontaktstifte wurde über eine schrittweise Steigerung der Hubzahlen erfasst. Die Einpresshülsen wurden gegenüber der Senkrechten mit einer Winkelabweichung von 2,5° gesetzt. Auf diese Weise wurden für die Messreihe Effekte simuliert, die typischerweise den unter realen Einsatzbedingungen auf die Federkontaktstifte wirkenden Querbelastrungen entsprechen. Die Messreihen wurden mit einem Hub von 4,3mm aufgenommen.

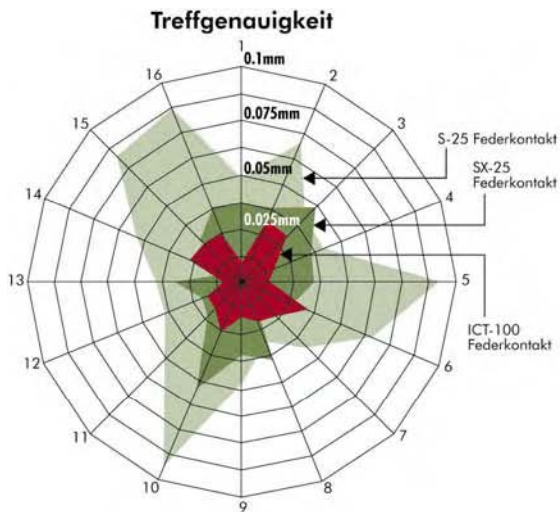
Der Adapter wurde zudem mit allen in der Elektronikfertigung vorkommenden Verunreinigungen (Flussmittel- und Lötückstände, Stahl-, Aluminium- und Plastiksplitters, Stoffteilchen verschiedener Rauigkeit und allgemeine Luftverschmutzung) überreichlich verunreinigt und damit unrealistisch harte Testbedingungen geschaffen.



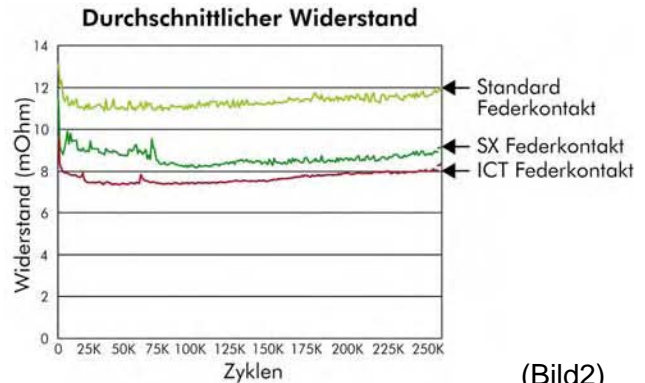
Das Ziel war es, Abnutzungserscheinungen an den Federkontaktstiften sowie, als deren Folge, elektrisches und/oder mechanisches Fehlverhalten überzeugend herbeizuführen. Die elektrischen Messungen (Widerstandsverhalten) erfolgten permanent über die ganze Zeit. Die Verunreinigungen wurden dabei ständig erneuert.

Die Federkontaktstifte wurden anschließend zur Untersuchung der internen Verschmutzungsgrade geöffnet. Die in den Stifthülsen der herkömmlichen Bias-Design Kontakte vorgefundenen Verunreinigungen wirkten im Zusammenspiel zwischen Federn und Stifthülse wie Schmirgelpapier. Die in diesem Bereich resultierende erhöhte mechanische Belastung führte bis zur Zerstörung der Beschichtung der Stifthülseninnenwand und damit im Laufe der Zeit zu unkontrollierbaren Betriebszuständen.

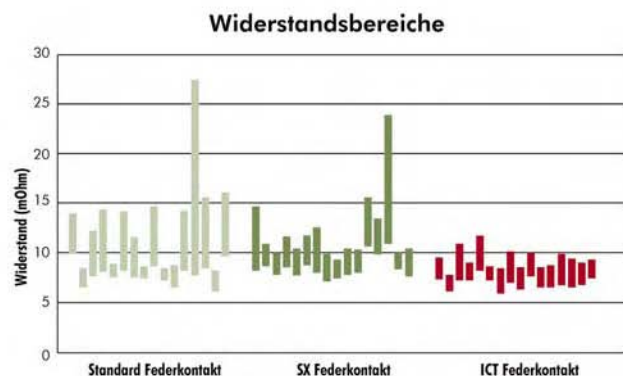
In solchen Fällen beginnt der Signalpfad sich unkontrolliert seinen Weg anstelle über Kolben und Stifthülse über Kolben und Feder mit dann undefinierten Widerständen zu bahnen.



(Bild4)



(Bild2)



(Bild3)

Fazit

Die Titanium Pro ICT™ Serie wurde vor ihrer allgemeinen Lieferfreigabe intern wieder und wieder in langen Messreihen getestet und extern bei ausgewählten Kunden zusätzlichen, extensiven Feldversuchen unterworfen. Wir erhielten von allen Seiten ein überaus positives Feedback, das sich vor allem auf die längeren Standzeiten, die höhere Anzahl zuverlässiger, wiederholbarer Testergebnisse und die exaktere Treffgenauigkeit bezog. Erste Ergebnisse zeigen einen ca. 25% höheren Output im Vergleich zum Einsatz von Bias-Design Federkontakten. Dies ist ein durchaus überzeugendes Argument.

Hans Burkhardtmaier, Geschäftsführer
uwe electronic GmbH

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.uweelectronic.de