

Galvanisch Silber-Palladium als Kontaktoberfläche

F. Talgner¹, M. Myers², Dr.-Ing. H. Schmidt³

¹ Umicore Galvanotechnik GmbH, Schwäbisch Gmünd,

² TE Connectivity USA, Harrisburg,

³ TE Connectivity Germany GmbH, Bensheim

Die aus einem neuen Galvanikprozess abgeschiedene Silber-Palladium-10-Legierung eignet sich sehr gut für Steckverbinderkontakte, die in hochpoligen oder in hochtemperaturbelasteten Applikationen eingesetzt werden. Der Galvanikprozess gestattet eine stabile Prozessführung bei gleichbleibenden Schichteigenschaften. Die Schichthärte, der Kontaktwiderstand und die tribologischen Eigenschaften der Legierung sind über längere Zeiträume bis zu 200 °C stabil. Die Vibrationsfestigkeit der Kontaktschicht ist auch mit einer Kontaktierung zu Standardsilber gegeben.

The deposited silver-palladium-10-alloy from a new electroplating process is well suited for connector contacts, which can be used in high pin count or in high temperature applications. The electroplating process ensures a stable deposition with constant plating layer properties. The hardness, the contact resistance and the tribological properties of the electroplated alloy are stable over longer periods at temperatures up to 200 °C. The vibration resistance of the contact layer is also given with connecting standard silver contacts.

1 Einleitung

Silber-Palladium-Legierungen eignen sich für die Anwendung auf Steckverbindern insbesondere, wenn Applikationen bei höheren Einsatztemperaturen und vergleichsweise niedrigen Steckkräften gefordert sind. In diesen Applikationsfeldern sind sie den Rein-Silberschichten überlegen und im Vergleich zu den vergoldeten Systemen, wie Hartgold oder Goldflash über Palladium-Nickel, kostengünstiger. Der cyanidfreie Bandgalvanik-Silber-Palladium-Elektrolyt von Umicore Galvanotechnik GmbH wurde unter produktionsnahen Bedingungen bei TE Connectivity für die Eignung von Steckverbinderkontakten für die Anwendung im Automobil betrachtet. Als Ergebnis kann bestätigt werden, dass diese Beschichtung über das Potenzial verfügt, höheren Temperaturen als Standard-Silber bei besseren tribologischen Werten standzuhalten.

Die stabile, nanokristalline Beschaffenheit der galvanischen Silber-Palladium-Schicht ist vergleichbar mit dem Hartgold und Goldflash über Palladium-Nickel, was die Härte und Verschleißfestigkeit betrifft. Die Beschichtung hat noch einen Trend zum Anlaufen wie es beim Standard-Silber der Fall ist, dieses aber in schwächerer Form.

2 Die galvanische Silber-Palladium10-Legierung

2.1 Schichteigenschaften

Die in diesem Artikel beschriebene Silber-Palladium10-Kontaktoberfläche wird aus einem stark sauren, cyanidfreien Elektrolyten galvanisch abgeschieden. Die für die Basisuntersuchungen durchgeführten Tests zeigten, dass diese Legierung nicht nur verbesserte Kontakteigenschaften im Vergleich zu Standard-Silber-Beschichtungen hat, sondern auch das Potenzial für den Einsatz in Applikationsfeldern für Hartgold- und Palladium-Nickel-Kontaktoberflächen besitzt.

Das abgeschiedene Silber-Palladium10 ist mit einer Vickershärte von ca. 250 HV deutlich härter als Standard-Silber (ca. 70 HV) und auch härter als Hartgold (160–190 HV). Es hat eine ähnliche Härte wie die aus der Literatur [1] galvanisch abgeschiedenen Silber-Palladium-Legierungen mit mindestens 60% Palladium (ca. 235 HV). Die erhöhte Härte verbessert üblicherweise die Kontaktverschleißseigenschaften.

Nachteil der höheren Härte ist die vergleichsweise schlechtere Duktilität, was im Fall von nachträglichen Biegeprozessen zur Rissbildung führen kann. Damit muss bei der Fertigung die gleiche Technologie bestrit-

ten werden, wie im Fall der Hartgold- oder der Nickel-Palladium-Beschichtung. Es muss der Weg über sogenannte Vorstanzbänder gegangen werden, bei denen die Kontaktkuppen vor dem Beschichtungsvorgang ausgeprägt und gebogen werden. Es gilt, dass eine höhere Härte in Verbindung mit dem Legierungspartner allgemein einen größeren spezifischen elektrischen Widerstand der Schicht bewirkt und in Verbindung mit der größeren Kontakthärte sich damit auch der Kontaktwiderstand der Silber-Palladium-Legierung im Vergleich zu Reinsilber deutlich erhöht [2, 3].

2.2 Orientierende Untersuchungen, Tests und Erkenntnisse

Erste von Anforderungen der Automobilindustrie getriebene Untersuchungen, die bei TE Connectivity in Zusammenarbeit mit der Umicore Galvanotechnik GmbH an mit Silber-Palladium beschichteten Kontaktoberflächen durchgeführt wurden, zeigten eine deutliche Verbesserung der Kontakteigenschaften gegenüber der Standard-Silber-Oberfläche, was die tribologischen Werte und die Temperaturstandfestigkeit sowie die chemische Beständigkeit betrifft. Entsprechende Tests von Kontaktwiderstand (CR), Reibkoeffizient (COF), Wärmealterung (HA) und diverse Schadgastests (Mixed Flowing Gas – MFG) [4] zeigten verbesserte Eigenschaften, wobei die Temperaturstandfestigkeit in einem Anwendungsbereich bis maximal 200°C möglich ist.

Ein Schwerpunkt der weiteren Entwicklung war es, die im Labormaßstab gewonnenen Ergebnisse auf eine mögliche Serientauglichkeit bezüglich der Prozessstabilität und der Produktivität weiterzuentwickeln und zu optimieren. In diesem Zusammenhang musste das Augenmerk auf zwei Problemstellungen gerichtet werden. Die Abscheiderate im Labormaßstab ist mit Arbeitsstromdichten von 2–5 A/dm² im Vergleich zu dem üblichen cyanidischen Silber klein, was eine Änderung der Auslegung der Beschichtungsanlage erfordert. Damit muss die Frage beantwortet werden, inwieweit eine Optimierung der Chemie oder der Prozessparameter höhere Beschichtungsraten bei bleibender Stabilität des Elektrolyten und der abgeschiedenen Legierung zulassen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Bereitstellung der Metalle Silber und Palladium als Salz, da mit inerten Anoden beschichtet wird. Hier galt es, die Stabilität des Prozessbades nach mehreren Turn-Overs nachzuweisen. Auch die Ausrüstung der Anlage bezüglich der eingesetzten Materialien für Be-

hälter, Verrohrung, Elektroden und Abscheidezellen musste untersucht werden, was die Stabilität und Langzeitbeständigkeit des Elektrolyten in Folge des stark sauren Prozesses betrifft. Im Folgenden werden weiterführende Untersuchungen, die die gestellten Fragen beantworten, beschrieben.

2.3 Entwicklung des Silber-Palladium-Elektrolyten

Ziel war, einen galvanischen Elektrolyten zu entwickeln, der bei einem Legierungsverhältnis von ca. 90:10 Silber-Palladium-Schichten abscheiden kann. Der Fokus lag neben einer stabilen Zusammensetzung darauf, einen alltags- und industrietauglichen Beschichtungsprozess zu entwerfen, der sicher und zuverlässig in Durchlaufanlagen funktioniert.

Der neue Elektrolyt ist cyanidfrei [5] und es konnte auf sogenannte harte Komplexbildner verzichtet werden. Zudem liegt ein besonderes Augenmerk darauf, nationale und internationale Chemikalienverordnungen einzuhalten.

2.4 Elektrolyteigenschaften

Der Elektrolyt soll auf Bandanlagen in der Durchlaufbeschichtung eingesetzt werden. Rahmenbedingungen sind hier starke Umwälzung sowie höhere Temperaturen und Stromdichten. Um dauerhaft zuverlässige Ergebnisse zu gewährleisten, ist eine stabile chemische Zusammensetzung die zentrale Voraussetzung.

Für eine gleichbleibende Qualität der Beschichtung ist ein möglichst breites Arbeits- und Prozessfenster notwendig. In ersten Anlagentests bestätigt sich die Tauglichkeit des Elektrolyten unter Produktionsbedingungen. Er erweist sich als außerordentlich stabil und zuverlässig. Weitere Anlagentests konzentrieren sich darauf, Prozessgrenzen und Arbeitsparameter zu ermitteln.

2.4.1 Arbeitsbereich des Elektrolyten

Eine der wichtigsten Eigenschaften eines prozessfähigen Legierungselektrolyten ist eine stabile Schichtzusammensetzung über den gesamten anwendbaren Stromdichtebereich. In der Bandbeschichtung sind kurze Kontaktzeiten bei möglichst hohen Abscheidegeschwindigkeiten erwünscht. Um dies zu testen, werden die Beschichtungsverhältnisse in einer Strömungszelle simuliert. Der Elektrolyt zeigt bei diesen Versuchen in Bezug auf den Arbeitsbereich folgende Ergebnisse:

Die Abscheidengeschwindigkeit steigt bei ausreichender Strömungsgeschwindigkeit linear zur Stromdichte an, d. h. die Stromausbeute des Elektrolyten nimmt linear zu. Auch die Legierungszusammensetzung bleibt äußerst stabil. Der Silbergehalt in der Schicht erhöht sich leicht von ca. 90% auf 93% (Abb. 1). Durch entsprechende Korrekturmaßnahmen (wie z. B. Temperatur, Metallgehalte) lässt sich die gewünschte Schichtzusammensetzung einstellen.

Um die Prozessfähigkeit des Elektrolyten zu prüfen, wird ein Durchsatztest mit konstanten Bedingungen über zwei Metal-Turn-Over (MTO) durchgeführt (Abb. 2). Bei entsprechender Überwachung und Ergänzung der Metallgehalte, Glanzzusätze und Parameter bleiben Abscheiderate und -geschwindigkeit stabil.

Wie beim Abscheideverhalten zeigt sich auch ein gleichbleibender Silberanteil in der Schichtzusammensetzung über zwei MTO (Abb. 3).

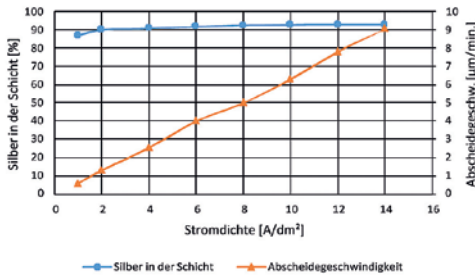


Abb. 1: Einfluss der Stromdichte auf Silbergehalt und Abscheidengeschwindigkeit

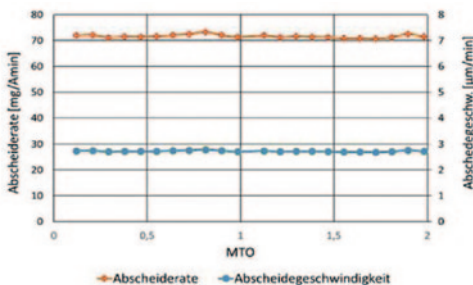


Abb. 2: Abscheiderate und Abscheidengeschwindigkeit über zwei MTO, (10 g/l Ag, 10 g/l Pd, 4 A/dm², 50 °C)

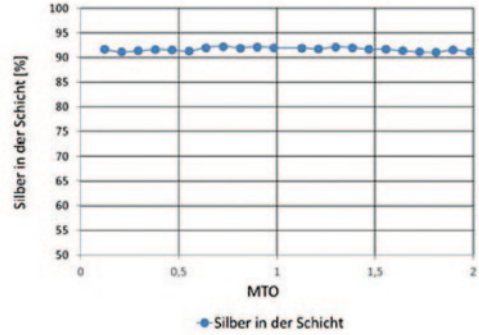


Abb. 3: Silbergehalt in der Schicht über zwei MTO, (10 g/l Ag, 10 g/l Pd, 4 A/dm², 50 °C)

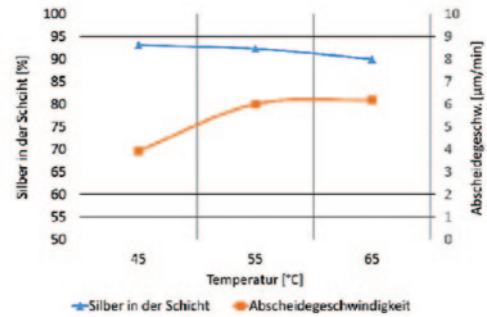


Abb. 4: Einfluss der Temperatur auf Silbergehalt und Abscheidengeschwindigkeit, (10 g/l Ag, 10 g/l Pd, 9 A/dm²)

Durch die Erhöhung der Elektrolyttemperatur erreicht die Abscheidengeschwindigkeit ein Maximum und der Silbereinbau in die Schicht reduziert sich auf das angestrebte Legierungsverhältnis (Abb. 4).

2.5 Schichteigenschaften der Silber-Palladium-Legierung

2.5.1 Abrieb und Verschleiß

Wie bereits an anderer Stelle ausführlich beschrieben [4, 5] sind Abriebbeständigkeit und Reibkoeffizient von Silber-Palladium-Schichten mit den Werten von Hartgoldschichten vergleichbar.

2.5.2 Härte

Die Härtemessung erfolgte mit einem universellen nanomechanischen Härteprüfgerät (UNAT, Asmec/ Zwick). Die Werte für die abgeschiedenen Schichten schwanken zwischen 240 HV und 280 HV. Exempla-

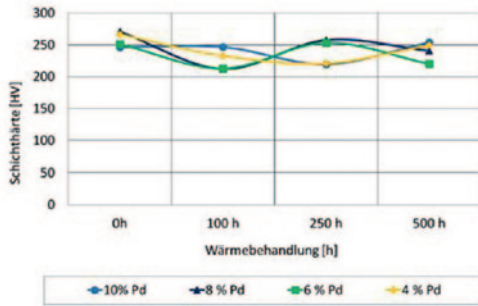


Abb. 5: Einfluss einer Wärmebehandlung (200 °C) auf den Verlauf der Schichthärtigkeit bei unterschiedlichen Palladiumgehalten (4–10% Pd)

risch wurde dies an Schichten mit Gehalten von 4% bis 10% Palladium dokumentiert. *Abbildung 5* zeigt den Härteverlauf über einen Zeitraum von 500 Stunden bei einer Wärmeauslagerung von 200 °C. Die Werte schwanken in Abhängigkeit von der Lagerdauer, insgesamt bleibt aber die Ausgangshärte der Schichten erhalten. In Focused-Ion-Beam (FIB)-Untersuchungen zeigen die Schichten einen amorphen bis nanokristallinen Aufbau.

2.6 Vergleich der Kontakteigenschaften nach Wärmeauslagerung

Da Standardbeschichtungen mit Silber bei hohen Temperaturen > 160 °C über einen längeren Zeitraum je

nach Schichtdicke merkliche Alterungserscheinungen aufweisen, was den Kontaktwiderstand, die tribologischen Eigenschaften und die Haftfestigkeit betrifft, wurden weiterführende Untersuchungen im Vergleich mit Standardbeschichtungen mittels einer Auslagerung bei 180 °C über 1000 h durchgeführt. Dazu wurden mehrere Probebeschichtungen mit unterschiedlichen Silberschichtdicken aus unterschiedlichen Galvanikprozessen miteinander verglichen.

Ein allgemeines Problem der Reinsilberbeschichtungen für Kontakte ist, dass die Neigung zur Rekristallisation bei höheren Temperaturen stark zunimmt und über längere Zeiträume bei Temperaturen oberhalb 120–140 °C die initialen mechanischen und tribologischen Eigenschaften nicht aufrecht erhalten werden können. Die relevanten Kennwerte in Bezug auf Kontakteigenschaften für Steckverbinder sind dabei in erster Linie die Tribologie, die maßgeblich die Steck- und Ziehkräfte bestimmt. Die dazu relevanten Änderungen sind einerseits in der Erweichung der Schicht durch Rekristallisation bedingt, und andererseits durch das Verdampfen der thiolhaltigen Passivierungen gegeben, womit sich die Neigung zur Kaltverschweißung drastisch erhöht. Um die Effekte in Bezug auf die Eignung der Palladium-Silber-Beschichtungen zu bewerten, wurden Probebeschichtungen aus unterschiedlichen Prozessbädern und Prozessabfolgen hergestellt und bezüglich der Anwendung für Steckverbinder nach Langzeit-Wärmebelastung verglichen.

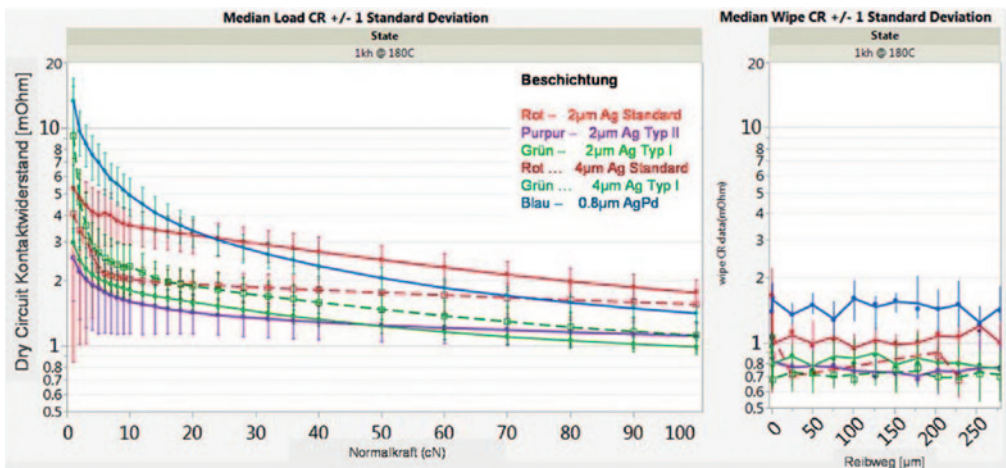


Abb. 6: Kontaktwiderstand nach 1000 h bei 180 °C (je 9 Messungen, ±1 Standardabweichung) AgPd10 getempert im Vergleich zu verschiedenen Reinsilberbeschichtungen

Betrachtet wurden dabei die relevanten Kenngrößen wie Kontaktwiderstand und Reibkoeffizient. Weiterhin wurden die Reibspuren beider Kontaktelemente nach 50 Reibzyklen verglichen. Die Messungen wurden an je drei Kontaktierungen vorgenommen, so dass auch Varianzen bewertet werden konnten.

Die in *Abbildung 6* dargestellten Widerstandswerte nach Temperaturlagerung zeigen bei den betrachteten Reinsilberbeschichtungen unterschiedliche Kontaktwiderstände, was bedeutet, dass sich die üblichen Silberbeschichtungen nach Auslagerung bei Temperaturen von 180 °C nicht immer gleich verhalten. Die Ursachen für die Unterschiede können dabei auch nicht den vergleichbaren Basiselektrolyten verschiedener Lieferanten zugeordnet werden. Eine generelle Schichtdickenabhängigkeit der Kontaktwiderstände ist dabei auch nicht ersichtlich. Die Silber-Palladium-Beschichtung hat im Vergleich der Widerstandskurven bei den reinen Normalkraftbelastungen vergleichsweise geringe Streuungen. Sie liegen im Mittelwert aber initial und nach Relativbewegung oberhalb von Reinsilberbeschichtungen. Das ist auf die größere Kontakthärte und schlechtere elektrische Leitfähigkeit in Bezug auf Silber zurückzuführen.

Bei der Silber-Palladium-Schicht ändert sich der Kontaktwiderstand beim Verschieben des Kontaktpunktes nicht, wohingegen sich bei den Reinsilberbeschichtungen dieser herabsenkt, was auf eine vergleichsweise höhere Neigung zur Sulfidierung oder Bildung von Belägen zurückzuführen ist [4, 6–10].

Vergleicht man das Verhalten der Beschichtungen bei Reibzyklen über einen Weg von ca. 5 mm (*Abb. 7*), erkennt man deutliche Unterschiede, die nicht allgemein erklärbar sind, aber zum großen Teil den Varianzen in der Praxis bzw. den Felderfahrungen entsprechen. Die Reinsilberbeschichtungen „Standard und Typ I“ zeigen in den ersten 10 Zyklen ein Einlaufverhalten auf einen Reibwert zwischen 0,6–1,4. Das ist auf Beläge zurückzuführen, die sich tribologisch günstig auswirken und wie ein Schmierstoff wirken.

Die Probe Typ II zeigt hingegen einen Abfall des Reibwertes fast auf null, was auf eine Delaminierung der Silberschicht von der Nickelunterlage zurückzuführen ist. Grund dafür ist, dass die Nickelschicht in Folge der Diffusion des Sauerstoffs durch das Silber bei hohen Temperaturen an der Phasengrenze Nickel/Silber oxidiert und sich von der darüber liegenden Silberschicht leicht ablöst. Der gleiche Effekt konnte

partiell auch bei der Standardversilberung festgestellt werden (*Abb. 8* und *9*).

Aus den REM Bildern in *Abbildung 9* ist sehr gut ersichtlich, dass die Silberschicht in der Steckspure vollflächig abgeschert wurde. In den verbleibenden Flächen waren keine Spuren einer Silberbelegung

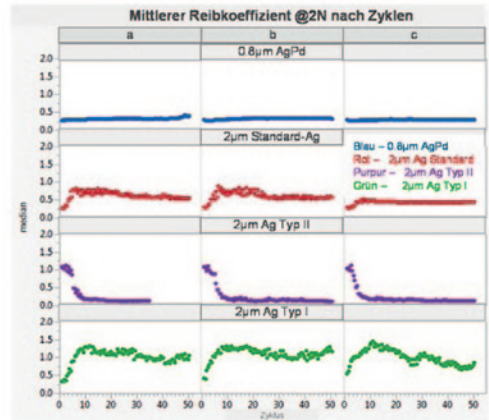


Abb. 7: Reibkoeffizienten verschiedener Silberbeschichtungen bei 2N nach Temperaturlagerung von 1000 h bei 180 °C

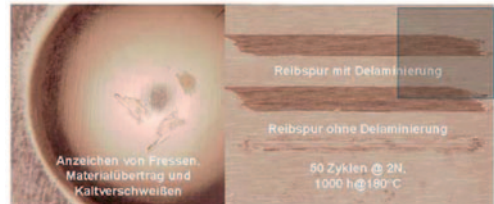


Abb. 8: Kontaktspuren bei 2N Normalkraft und 50 Zyklen nach Temperaturlagerung von 1000 h bei 180 °C mit Delaminierung in den Kontaktspuren auf Grund Oxidation der Nickelzwischen-schicht durch Sauerstoffdiffusion

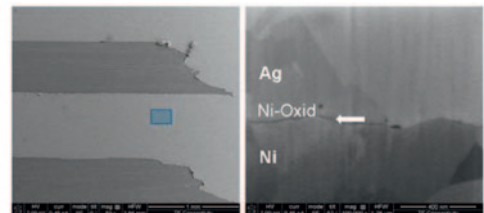


Abb. 9: Ausschnitt aus *Abbildung 8* im REM mit FIB-Schnitt der Beschichtung zwischen den delaminierten Steckspuren

mehr erkennbar. Eine EDX-Analyse zeigte neben dem Nickel das Vorhandensein von Sauerstoff. Im FIB-Schnitt-Bild in der Sektion zwischen den delaminierten Silberspuren erkennt man in der Vergrößerung eine deutliche Zwischenschicht, die auf eine Oxidation des Nickels hindeutet. Die Kornbeschaffenheit des Silbers ist dabei vergleichsweise groß, was auf Rekristallisation und Erweichung zurückzuführen ist. Damit nimmt die Neigung zur Kaltverschweißung und Adhäsion zum Gegenkontakt zu. Die Scherung beim Verschieben der Kontakte bewirkt dann die Delaminierung.

Die Silber-Palladium-Schicht (Abb. 10) verhält sich im Gegensatz zu den Reinsilbervarianten nach Temperaturlagerung mit einheitlich niedrigen Reibkoeffizienten äußerst stabil. Ein ähnliches Verhalten ist von Hartvergoldungen bekannt. Eine Degradation

nach Temperaturlagerung konnte sowohl bei den Kontaktwiderständen als auch bei Reib- und Verschleißverhalten nicht beobachtet werden.

Die Kontaktpunkte sehen nach 50 Reibzyklen (Abb. 10) einheitlich aus. Sie sind im Vergleich zu den Reinsilberbeschichtungen deutlich kleiner, was auf eine verbleibende hohe Kontakthärte nach Alterung schließen lässt und den Untersuchungen Abschnitt 2.5.2 entspricht.

Ein Vergleich der Beschichtungsgruppe Hartgold und Goldflash über Palladium-Nickel mit Silber-Palladium nach Hochtemperaturlagerung muss in weiteren Untersuchungen noch getätigt werden.

2.7 Verhalten bei Vibrationsbelastungen

Die Vorteile der Silber-Palladium-Schichten mit der Hochtemperaturbeständigkeit bei verbleibenden niedrigen tribologischen Werten sind im Vergleich zu den Reinsilberoberflächen für Einsatzbereiche bei hohen Temperaturen oder hochpoligen Steckverbindern von Interesse. Typische Applikationsfelder, wo diese Anforderungen vorliegen, sind in modernen Fahrzeugen die Bereiche im Motorraum und direkt am Motor. Eine zusätzliche Anforderung in diesem Applikationsbereich sind die Festigkeit und Kontaktstabilität bei hohen Vibrationen. Bei einer potenziellen Anwendung harter und verschleißfester Kontaktschichten muss im Fall der Silber-Palladium-Beschichtung die Kontakt-

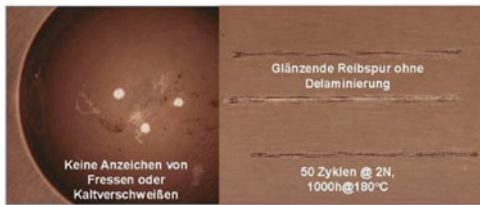


Abb. 10: Kontaktsuren bei 2 N Normalkraft und 50 Zyklen nach Temperaturlagerung mit 1000 h bei 180 °C

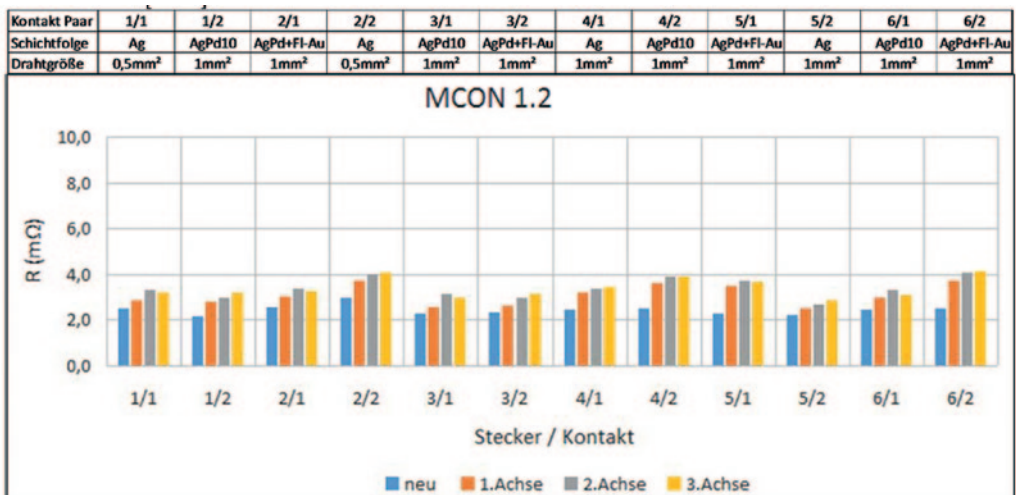


Abb. 11: Kontaktübergangswiderstände verschiedener Beschichtungskombinationen und Drahtquerschnitte bei Vibrationsbelastungen in drei Raumachsen

beständigkeit zu den standardmäßig verbauten Silberoberflächen betrachtet werden. In einer Kombination hart/weich kann bei periodischen mechanischen Belastungen im Kontaktpunkt ein bevorzugter Verschleiß der weichen Komponente stattfinden [11–13]. Um dieses als potenzielles Risiko zu bewerten, wurden entsprechende Tests durchgeführt. Es wurden daher die verschiedenen Beschichtungskombinationen Silber-Palladium zu Silber, Flashgold über Silber-Palladium zu Silber und Silber zu Silber auf MCON 1.2 Automobilkontakten verglichen. Zur Ermittlung der Vibrationsfestigkeit wurde ein Profil mit hohen Beschleunigungen auf allen drei Raumachsen wie folgt verwendet:

Sinus: 70 Hz bis 2000 Hz; $a_{\max} = 400\text{m/s}^2$; drei Achsen je 100h und Temperaturwechselüberlagerung von -40°C bis 140°C . Die Widerstände wurden dabei kontinuierlich aufgezeichnet und potenzielle Kontaktunterbrechungen gezählt.

Abbildung 11 zeigt die Kontaktwiderstände aller untersuchten Kombinationen während des Tests. Kontaktunterbrechungen und erhöhte Kontaktwiderstände, die die Betriebsfunktion beeinträchtigen würden, konnten nicht beobachtet werden.

Um das Verschleißverhalten zu vergleichen, wurden nach dem Belastungstest die Kontakte aus den Gehäusen demontiert und die Kontaktpunkte im REM auf Verschleißerscheinungen bewertet. Dies veranschaulichen die Abbildungen 12, 13 und 14.

In den REM-Bildern aller Kombinationen wird kein Verschleiß oder Schichtabbau bis zur Zwischenschicht oder zum Grundmaterial ersichtlich. Nach der Belastung ist auf beiden Kontaktpartnern in allen Kontaktpunkten eine vollständige Bedeckung mit der Kontaktbeschichtung vorhanden.

Damit ist die volle Funktionstüchtigkeit nach Testende noch gegeben. Im Fall der Kombination Silber-Palladium mit Goldflash zeigt sich, dass die Goldkomponente sich von der Silber-Palladium-Schicht getrennt hat und zum Teil in das gegenüberliegende Silber eingebaut wurde (Abb. 11; Materialkontrast der Pin-Fläche). Vergleicht man die Ausformung der Kontaktpunkte auf der mit Silber beschichteten Pin-Seite zueinander, so wird ersichtlich, dass sich die Kontur der Kontaktsphären bei den mit Silber-Palladium beschichteten Kombinationen auf die weiche Silberseite leicht eingedrückt hat. Dieses ist mit dem Härteunterschied erklärbar. Bei der Silber-Silber-Kom-

bination ist hingegen der Kontaktpunkt auf beiden Seiten als Ebene eingepreßt, was durch die gleichen mechanischen Schichteigenschaften erklärbar ist. Ob

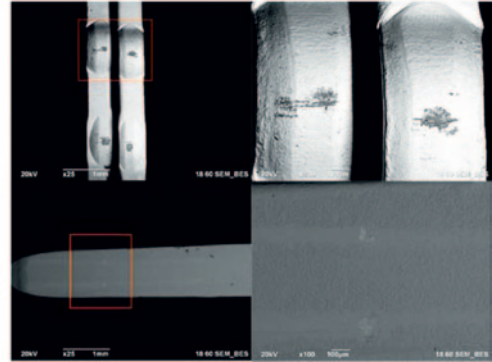


Abb. 12: REM-Analyse Testmuster 3/2 mit Goldflash über Silber-Palladium10

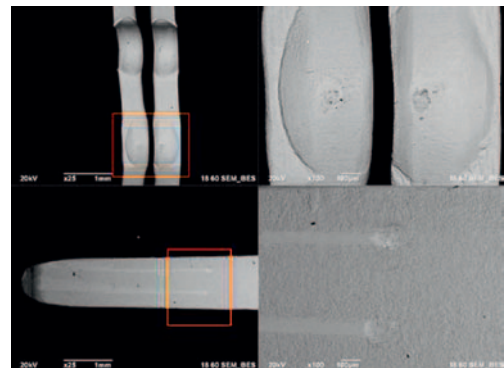


Abb. 13: REM-Analyse Testmuster 3/1 mit Silber-Palladium

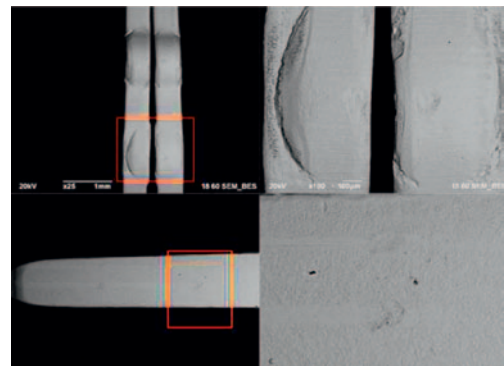


Abb. 14: REM-Analyse Testmuster 4/1 mit Reinsilber als Referenz

die Silber-Palladium-zu-Silber-Oberflächenkombination im Vergleich zur Silber-zu-Silber-Kontaktierung schneller verschleißt, konnte in dem beschriebenen Test nicht nachgewiesen werden. Dieses kann in weiterführenden Untersuchungen mit noch höheren Vibrationsbelastungen ermittelt werden.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Die Silber-Palladium10-Legierung ist eine geeignete Kontaktoberfläche für Steckverbinder. Um diese serientauglich einzusetzen, wurden Untersuchungen zur Prozessstabilität bei der galvanischen Abscheidung sowie Tests für die Anwendung bei hohen Temperaturen und Vibrationen getätigt.

Bei der Galvanisierung lag der Fokus darauf, einen alltags- und industrietauglichen Beschichtungsprozess bei einer stabilen Legierungszusammensetzung zu entwickeln, der sicher und zuverlässig in Durchlaufanlagen funktioniert.

Der neue Elektrolyt ist cyanidfrei und auf sogenannte harte Komplexbildner wurde verzichtet. Für eine gleichbleibende Qualität der Beschichtung ist ein möglichst breites Arbeits- und Prozessfenster notwendig. In ersten Beschichtungsläufen auf Seriedurchlaufanlagen konnte die Tauglichkeit des Elektrolyten unter Produktionsbedingungen nachgewiesen werden. Er erwies sich als stabil und zuverlässig.

Um den Vorteil der großen Härte der Kontaktschicht bei hoher Temperaturbeständigkeit abzusichern, wurden Härtemessungen nach 500h bei 200 °C in Abhängigkeit von der Schichtzusammensetzung durchgeführt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass die Härtewerte bei dieser thermischen Belastung unabhängig vom betrachteten Legierungsbereich von 4% bis 10% Palladium stabil bleiben. Weiterführende Untersuchungen bei Auslagerung von 1000h bei 180 °C zeigten im direkten Vergleich zu Standard-Silberbeschichtungen weiterhin stabile Kontaktwiderstände und eine hohe Verschleißbeständigkeit bei geringen Reibwerten. Eine Delaminierung der Schicht, wie im Fall der Standardsilberbeschichtung, konnte nicht beobachtet werden.

Für potentielle Anwendungen der Silber-Palladium-Beschichtung in motornahen Anwendungen im Automobil konnte nachgewiesen werden, dass die Vibrati-

onsbeständigkeit auch in der Kontaktierung zu Standardsilberoberflächen gegeben ist.

Literatur

- [1] F. Nobel: Electroplated Palladium-Silver (60/40 wt%) Alloy as a Contact Material, IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology, V. CHMT-8, No. 1, pp 163–172, March 1985
- [2] N. Harmsen; K. Schiff: The Basic Physical and Contact Properties of Silver-Rich Ag-Pd Alloys with Base Metal Additions, Proceedings of the HOLM Conference on Electrical Contacts, pp 93–97, 1977
- [3] D. Ruehlicke; H. Freund; G. Baer: Tarnish Layer Formation on AgPd Contact Surfaces, Proceedings of the 10th International Conference on Electrical Contacts, pp 721–741, 1980
- [4] M. Myers; H. Schmidt: Connector Level Performance Evaluation of a New High Speed Reel to Reel Electroplated Silver Palladium Alloy Contact Finish, ICEC 2014, Dresden, pp 96–101
- [5] F. Talgner: Novel Silver-Palladium Electrolyte for Electrical Contacts, ICEC 2014, Dresden, pp 91–95
- [6] M. Myers: Overview of the use of Silver in Connector Applications, TEC 503–1016
- [7] M. Myers: The Performance Implications of Silver as a Contact Finish in Traditionally Gold Finished Contact Applications, Tyco Electronics Innovation Conference, 2009
- [8] W. Crossland; E. Knight; C. Wright: The Accelerated Tarnish Testing of Contacts and Connectors Employing Silver Alloy Contacts, Proceedings of the HOLM Conference on Electrical Contacts, pp 265–281, 1973
- [9] W. Crossland; E. Knight: The Tarnishing of Silver-Palladium Surfaces and its Effect on Contact Resistance in Low Energy Circuits, Proceedings of the HOLM Conference on Electrical Contacts, pp 248–264, 1973
- [10] M. Antler; M. Drozdowicz; C. Haque: Connector contact Materials: Effect of Environment on Clad Palladium, Palladium-Silver Alloys, and Gold Electrodeposits, IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology, V. CHMT-4, No. 4, pp 482–492, December 1981
- [11] M. Myers; M. Leidner; H. Schmidt; H. Schlaak: Extension and Experimental Verification of a New First Contact Method to Model Performance of Multilayer Contact Interfaces, Proc. 54th HOLM Conf.; 2008, pp. 66–73
- [12] M. Leidner; H. Schmidt; M. Myers: Elektrische und Mechanische Eigenschaften realer Steckverbinderkontaktierungen – Vergleich zwischen Simulation und Messung – Verschleiß auf Grund von kleinsten Relativbewegungen, Kontaktverhalten und Schalten: 20. Fachtagung Albert-Keil-Kontaktseminar, 2009
- [13] M. Leidner; H. Schmidt; M. Myers: A Numerical Method to Predict the Stick/Slip Zone of Contacting, Nonconforming, Layered Rough Surfaces Subjected to Shear Traction, Proceedings HOLM Conference, Vancouver 2009

Anmerkung

Auch wenn Umicore Galvanotechnik GmbH (UG) und TE Connectivity Germany GmbH (TE) bemüht sind, die Korrektheit der Informationen in diesem Beitrag sicherzustellen, übernehmen UG und TE keinerlei Gewährleistung dafür, dass diese fehlerfrei, zutreffend, korrekt, verlässlich oder aktuell sind. UG und TE behalten sich das Recht vor, die in diesem Beitrag genannten Informationen jederzeit ohne Ankündigung zu ändern. UG und TE weisen ausdrücklich jegliche Gewährleistung hinsichtlich der in diesem Beitrag genannten Informationen zurück, einschließlich der implizierten Gewährleistung der Marktgängigkeit oder Eignung für bestimmte Zwecke.