

Präzision
im Detail



Kompakte Anlagen
für dekorative
und funktionelle
Oberflächen

Surface
Technology
GERMANY

Halle 1, Stand C48
21.–23. Juni 2022

Leiterplattentechnik • Galvanotechnik • Oberflächenveredelung



STUDIO TSCHÖP • Wertheim 04/2018

WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Technische Universität Ilmenau

Entwicklung einer Ele von ionischen Flüssig

In Kooperation mit Partnern aus der Industrie erforscht das Fachgebiet Elektrochemie und Galvanotechnik der TU Ilmenau im Projekt E-Polo die Entwicklung eines maßgeschneiderten umweltfreundlichen Elektropolierprozesses für die industrielle Oberflächenbehandlung von Titan und Palladiumweißgoldlegierungen auf Basis ionischer Flüssigkeiten (ILs).

Das Elektropolieren ist eine wichtige Methode zur Oberflächenveredelung, die gegenüber herkömmlichen mechanischen Polierverfahren den Vorteil hat, dass eine glänzende Oberfläche mit sehr geringer Rauheit ($R_a \leq 10 \text{ nm}$) auch bei Bauteilen mit komplexer Geometrie erreicht werden kann. Industriell findet diese Methode Anwendung, um dekorativen Glanz von Bauteilen zu erzeugen und Verarbeitungsspuren zu beseitigen. Eine gleichmäßige Oberfläche ist zudem wichtig für die Korrosionseigenschaften der Bauteile. Dies ist vor allem bei Biomaterialien relevant, hat aber auch einen Einfluss auf die optische Wahrnehmung der Oberfläche.^{1,2}

Durch eine anodische Potenzialdifferenz zwischen dem Bauteil und dem umgebenden Elektrolyten oxidiert das Metall. Die Bedingungen werden so angepasst, dass sich eine gegenüber Oberflächenunebenheiten dicke Diffusionsschicht ausbildet, wodurch sich bevorzugt die Spitzen der Unebenheiten auflösen. Vor allem wenn die elektrochemischen Reaktionen unter massentransportkontrollierten Bedingungen ablaufen, entsteht eine ungleichmäßige Verteilung des elektrischen Feldes: An den Spitzen von Unebenheiten ist die Stromdichte signifikant höher als am restlichen Bauteil. Diese lokale Auflösung lässt sich durch den Einsatz von Elektrolyten mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit, zum Beispiel solche auf Basis von Ethylenglykol, und der resultierenden Verteilung des elektrischen Feldes noch verstärken.^{1,3} Technisch lässt sich dieser Effekt durch das Zusammenspiel von Temperatur, Viskosität und erzwungener Konvektion des Elektrolyten steuern.

Bei sehr reaktiven Metallen wie Titan bilden sich allerdings stabile Oxide, die nur schwer zu entfernen sind und darüber hinaus zu einer weiteren Aufrauung der Oberfläche führen.^{2,3} Für das

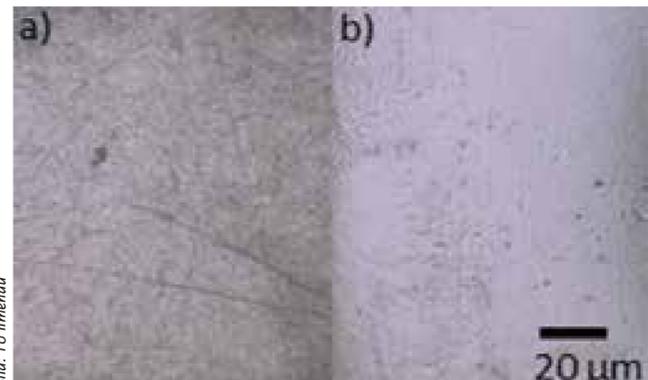


Bild: TU Ilmenau

Vergleich einer mechanisch polierten Probe (a) vor und (b) nach der Elektropolitur in einem Cholinchlorid-Ethylenglykol-Elektrolyten bei 35 °C

Walter Lemmen GmbH
+49 (0) 93 42 - 7851
info@walterlemmen.de
www.walterlemmen.de

Elektropolier-technik auf Basis Ionenliquiden

Zur Person

Lúcia Nascimento

studierte Chemie an der Universität von Madeira und fertigte als Erasmus-Studentin an der Humboldt Universität zu Berlin/Charité ihre Diplomarbeit an. An der TU und FU Berlin, bei Atotech Deutschland und Biotrics Bioimplants AG sammelte sie Forschungs- und Industrierfahrung in vielen Bereichen der Elektrochemie. Seit Mitte Januar 2022 arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin des Fachgebiets Elektrochemie und Galvanotechnik an der TU Ilmenau im Projekt E-Polo.

Bild: Nascimento



Elektropolieren solcher Oberflächen werden Säuren benutzt, die diese Oxide entfernen, beispielsweise Fluss- und Phosphorsäure. Aus der Nutzung solcher gefährlichen und gesundheitsschädlichen Chemikalien resultieren hohe Sicherheitsanforderungen sowie zusätzliche Kosten für die Entsorgung der Elektrolyte.

Edelmetalle wie Palladiumweißgoldlegierungen werden oft in der Schmuckindustrie eingesetzt. Die Herausforderung hinsichtlich der Elektropolitur solcher Materialien liegt in ihrer sehr hohen elektrochemischen Stabilität. Ihre Auflösung ist meist nur in cyanidhaltigen Elektrolyten und unter extremen Bedingungen möglich, daher gibt es zurzeit keinen wirtschaftlichen industriellen Prozess.

Die im Projekt E-Polo verwendeten ionischen Flüssigkeiten, aus organischen Kationen und organischen oder anorganischen Anionen bestehende Salze, weisen durch einen asymmetrischen Aufbau der Moleküle und delokalisierte Ladungen eine verringerte Gitterenergie auf und sind dadurch bei Umgebungstemperaturen flüchtig.^{2,3} ILs weisen zudem breite elektrochemische Stabilitätsfenster auf, was ihren Einsatz in der Galvanotechnik interessant macht, haben allerdings gegenüber wässrigen Elektrolyten eine höhere Viskosität. Aufgrund der großen Zahl möglicher Kombinationen der Bestandteile ionischer Flüssigkeiten und der resultierenden Eigenschaften ist eine genaue Erforschung des Zusammenspiels von Zusammensetzung, Temperatur und Viskosität in Bezug auf die technische Anwendung notwendig. Der Einsatz von Pulstechniken bietet in diesem Zusammenhang zusätzliche Möglichkeiten, um gute Polierresultate zu erzielen.

Der im Rahmen des Projekts zu entwickelnde Prozess soll bereits bei relativ niedrigen Temperaturen ($< 80\text{ }^{\circ}\text{C}$) eingesetzt werden können. Wissenschaftliche Arbeiten deuten darauf hin, dass Elektrolyte auf Basis von Cholinchlorid und Ethylenglykol geeignet sein könnten.^{3,4} Erste Laborversuche mit derartigen Elektrolyten zeigten vielversprechende Ergebnisse bei der Elektropolitur von Titan. Darüber hinaus sind toxikologisch unbedenkliche Substanzen wie Harnstoff und Zitronensäure interessante Optionen, die im Laufe des Projekts systematisch hinsichtlich ihrer Eignung für die Elektropolitur und der resultierenden Steigerung der Oberflächengüte untersucht werden.

Kontakt:

TU Ilmenau, Fachgebiet für Elektrochemie
und Galvanotechnik
Prof. Andreas Bund,
andreas.bund@tu-ilmenau.de

Dr. René Böttcher,
rene.boettcher@tu-ilmenau.de
M. L. Cardoso Nascimento,
lucia.nascimento@tu-ilmenau.de

Literatur

- Han, W.; Fang, E.: Fundamental aspects and recent developments in electropolishing. International Journal of Machine Tools and Manufacture 2019, 139, 1–23.
- Lebedeva, O.; Kultin, D.; Zakharov, A.; Kustov, L.: Advantages of Electrochemical Polishing of Metals and Alloys in Ionic Liquids. METALS 2021, 11.
- Abbott, A. P.; Frisch, G.; Hartley, J.; Karim, W. O.; Ryder, K. S.: Anodic dissolution of metals in ionic liquids. Progress in Natural Science: Materials International 2015, 25, 595–602.
- Abbott, A. P.; Boothby, D.; Capper, G.; Davies, D. L.; Rasheed, R. K.: Deep Eutectic Solvents Formed between Choline Chloride and Carboxylic Acids: Versatile Alternatives to Ionic Liquids. Journal of the American Chemical Society 2004, 126, 9142–9147.

Surface
Technology
GERMANY

Besuchen Sie uns:
Halle 1
Stand C33/21



SERFILCO®
Pumpen & Filter
chemiebeständig · robust · langlebig

Saubere Lösungen,
perfekte Oberflächen!

Vertikale Kreiselumpen



Horizont. Kreiselumpen



Filtersysteme



Badbewegung ohne Luft

