

TM-7 Hartanodisierung

Ein Service von:



Electronic Things

Mikroelektronik · Eloxier-technologie
Linux · Systemsoftware · WWW-Entwicklung

Besuchen Sie uns: www.electronic-things.de

Version 1.0 vom 28. Mai 2007

Diese technische Mitteilung beschäftigt sich mit den Grundlagen der Erzeugung sehr starker Eloxalschichten (50 µm und mehr) und dem Einsatz unseres Harteloxierzusatzes (Art.-Nr. 0169).

Was bedeutet „hartanodisieren“?

Die unter üblichen Parametern (Zimmertemperatur, mäßiger Stromfluß, geringe Badverweildauer) erzeugten Schichtdicken für dekorative Zwecke bewegen sich ungefähr im Bereich von 10-20µm. Je nach späterer Verwendung kann aber eine wesentlich höhere Schichtdicke und Verschleißfestigkeit erforderlich sein, zum Beispiel für Lauf- und Gleitlagerbuchsen. Aber auch für besondere chemische Beanspruchung wie im Salzwasserbereich werden häufig extrem dicke, widerstandsfähige Schichten benötigt. Werkstücke, die solch eine dicke (bis zu 250µm, das ist ¼ Millimeter!) Eloxalschicht erhalten haben, bezeichnet man als **hartanodisiert**. Das Prinzip der Schichtaufbringung ist dem der dekorativen Anodisierung recht ähnlich. Der Unterschied zum „normalen“ Anodisieren ist also eher quantitativer als qualitativer Natur. Wie immer entscheiden aber auch hier die Details über eine gelungene Schichtbildung.

Allgemeine Überlegungen zum dynamischen Gleichgewicht

Grundsätzlich ist das Hartanodisieren nur eine spezielle Variante der dekorativen Anodisation. Bei dieser wird das dynamische Gleichgewicht zwischen Schichtaufbau und Schichtauflösung durch geeignete Einstellung der Parameter zugunsten des Schichtaufbaus verschoben.

Dieses Gleichgewicht ergibt sich einerseits aus dem elektrisch unterstützten Schicht**aufbau**, der über die Zeit zu immer größeren Schichtstärken führt. Andererseits löst gleichzeitig der Elektrolyt (meist Schwefelsäure) die entstehende Schicht wieder auf, sorgt also für einen Schicht**abbau**.

Die Lage dieses Gleichgewichts im Anodisierbad ist von vielen Parametern abhängig:

- (1) Art des Elektrolyten
- (2) Säurekonzentration im Bad
- (3) Badtemperatur
- (4) Badumwälzung
- (5) Maximale Anodisierspannung
- (6) Kurvenform der Spannung
- (7) Legierung

Zu (1):

Zur Zusammensetzung des Elektrolyten gibt es eine Vielzahl von Rezepturen speziell für Hartanodisation, von denen allerdings viele komplex in ihrer Überwachung sind und/oder nur bei speziellen Legierungen optimale Ergebnisse liefern. In der Literatur finden sich viele durchaus widersprüchliche

Angaben, wobei jeder Hersteller natürlich meint, den „Stein der Weisen“ gefunden zu haben. Wir empfehlen Ihnen aufgrund des breiten Anwendungsspektrums und der einfachen, preiswerten Handhabung reine Schwefelsäure als Elektrolyt – und auch im Hinblick auf die gleichzeitige Verwendung eines Bades sowohl zum Hartanodisieren als auch zum dekorativen Anodisieren.

Zu (2):

Je geringer die Säurekonzentration im Bad ist, desto geringer ist natürlich auch die Rücklösung der Schicht durch diese. Man verwendet deswegen meist Konzentrationen von weniger als 15%, teilweise sogar bis zu 2,5% hinunter. Der daraus entstehende Nachteil ist der erheblich höhere elektrische Widerstand des Bades, welcher zu einem deutlichen Anstieg der Badtemperatur führen kann, wenn dieses nicht intensiv gekühlt wird.

Zu (3):

10 Grad Temperaturerhöhung verdoppeln in etwa die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen! Je höher die Badtemperatur steigt, desto aggressiver löst der Elektrolyt also entstandene Eloxalschicht ab. Diese sollte deswegen möglichst tief gehalten werden – idealerweise knapp über dem Gefrierpunkt des Elektrolyts (tatsächlich wird bei manchen Verfahren das Bad aktiv auf unter 0°C gekühlt – die enthaltene Säure senkt den Gefrierpunkt entsprechend ab). Nachteilig und einer der wichtigsten Kostenfaktoren beim Hartanodisieren überhaupt ist der enorme Kühlaufwand, der nichtlinear in dem Maße der Temperaturabsenkung zunimmt. Zu den Kälteverlusten durch die Behälterisolierung kommt zusätzlich noch die Erwärmung durch den Stromfluß im Bad selbst.

Zu (4):

Einen wesentlichen Beitrag zum elektrischen Widerstand in der Anodisiereinheit liefert die bereits entstandene Eloxalschicht (daraus resultiert der über die Dauer der Anodisierung entstehende Spannungsanstieg bei gleichbleibendem Strom). Dies bedeutet, dass eine nicht unerhebliche Wärmemenge direkt in der Schicht entsteht und an die angrenzenden Elektrolytschichten abgegeben wird. Daher kann es lokal zu einem **deutlichen** Temperaturanstieg im Elektrolyten kommen, obwohl die Durchschnittstemperatur im Bad selbst unkritisch ist. Um solche lokalen Wärmeherde zu eliminieren, ist eine gründliche und kräftige Badumwälzung unerlässlich. Um Ihnen davon eine Vorstellung zu geben: Industriell werden selbst mehrere Kubikmeter fassende Bäder innerhalb einer Minute komplett durch entsprechende Pumpen und Kühlkreisläufe umgewälzt!

Zu (5):

Die entstehende Schicht erhöht den elektrischen Widerstand mehr und mehr, so dass für eine fortlaufende Schichtbildung (und den damit fließenden Strom) eine immer höhere Spannung notwendig wird. Die Endspannungen erreichen dabei durchaus mehr als 100 Volt, so dass entsprechende Vorsichtsmaßnahmen gegen Stromschläge nötig sind.

Zu (6):

Grundsätzlich lassen sich starke Schichten auch mit einfachem Gleichstrom erzeugen. Bei höheren Stromstärken (industriell wird mit bis zu 8A/dm² gearbeitet, um die Badverweildauer erträglich zu halten) gibt es dann jedoch Probleme mit überhitzten Kontaktstellen der Klemmung, welche zu Verbrennungen des Materials führen können. Man verwendet deswegen manchmal gepulste Spannungen oder mit Wechselstrom überlagerten Gleichstrom. Aufgrund der Einfachheit der Stromversorgung empfehlen wir Ihnen aber einfachen Gleichstrom geringer Stromstärke (2-3A/dm²), wobei entspre-

chendes Augenmerk auf die Kontaktstellen (bewährt haben sich Schraubverbindungen) und die Querschnitte der Stromzuführungen (Bleche anstatt Drähte – bedenken Sie, dass Titan ein schlechter Leiter ist) gelegt werden sollte.

Zu (7):

Wie beim dekorativen Anodisieren auch spielt die verwendete Aluminiumlegierung eine wichtige Rolle. Durch die großen Schichtstärken haben praktisch alle Harteloxalschichten eine Eigenfärbung, die je nach den Legierungszuschlägen (z.B. durch Kupferzusatz) sehr dunkel ausfallen kann. Eine nachträgliche Einfärbung ist grundsätzlich zwar möglich, beschränkt sich in der Praxis aber fast ausschließlich auf dunkle Grau-, Braun- und Schwarztöne (da es sich bei den zu anodisierenden Werkstücken überwiegend um technische Bauteile handelt, ist der dekorative Aspekt meist von geringerer Relevanz). Es lassen sich eine Vielzahl von Knet-, aber auch Sand-, Kokillen- und Druckgußlegierungen hardanodisieren. Als Beispiele seien hier AlMg1 bis AlMg9, AlMgSi0,5, AlCuMgPb genannt.

Vorteile unseres Harteloxierzusatzes

Hardanodisieren verlangt einen großen materiellen und vor allem energetischen Einsatz, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Insbesondere die Badkühlung, Umwälzung und hohen Spannungen stellen bei Kleinserien eine große finanzielle Hürde dar. Unser Harteloxierzusatz verringert durch folgende Eigenschaften diesen Aufwand erheblich:

- **Verwendung eines normalen Schwefelsäureelektrolyten möglich**
Sie benötigen keine spezielle Rezeptur an (schwer beschaffbaren) Chemikalien.
- **Stark reduzierte Rücklösung der Schicht im Bad**
Diese Eigenschaft unterstützt die starke Verschiebung des Schichtbildungs/Rücklösungsgleichgewichtes hin zur Schichtbildung.
- **Identische Ergebnisse bei 10°C höheren Temperaturen**
Beispielsweise erhalten Sie bei +15°C Badtemperatur (diese kann noch als einfache, preiswerte Wasserkühlung ausgeführt werden) dieselbe Schichtstärke und Qualität wie bei einer Kühlung auf +5°C mit Hilfe spezieller Kühlkreisläufe). Daraus folgt ein **erheblich geringerer** Kühlaufwand.
- **Verbesserte Gleichmäßigkeit der Schichtstärke im gesamten Bad**
Hinterschneidungen, Bohrungen usw. benötigen nicht mehr so viel Aufmerksamkeit im Hinblick auf die geforderte Schichtstärke. Dadurch ist auch die Anfertigung/Auswahl der Kathoden unkritischer.
- **Geringerer Einfluss von Stromdichte- und Temperaturschwankungen im Bad**
Hierdurch wird die Schichtstärke und -qualität auch bei nicht optimaler Badumwälzung gewährleistet.
- **Kein teures Hochspannungsnetzteil nötig**
Bereits bei normalen Endspannungen (bis 22V) ergeben sich hohe Schichtstärken - in vielen Fällen kann der Kauf eines Hochspannungsnetzteiles komplett entfallen oder zumindest auf geringere Spannungen reduziert werden. Dadurch ist ebenfalls eine geringere Badkühlung notwendig.

- **Die üblicherweise nötige Politur danach kann entfallen**
Dies spart Arbeitszeit und prädestiniert das Hartanodisieren für halb- und vollautomatische Prozeßstraßen, da keine Nachbehandlung mehr nötig ist.
- **Ergiebig – benötigt werden im Normalfall 20ml auf einen Liter Schwefelsäureelektrolyten**

Anwendung und Handhabung

Standardmäßig verwendet man den Zusatz mit etwa 20ml auf einen Liter Anodisierbad. Geben Sie dazu einfach die entsprechende Menge z.B. mit Hilfe unseres Dosiersets zum fertigen Bad (d.h. 5-15% Schwefelsäure) hinzu und vermengen diese gründlichst. Je nach Aufwand, den Sie betreiben möchten, sollten Sie das Bad vor Benutzung stark herunterkühlen oder mit einer aktiven Badkühlung versehen.

Wenn Sie mit den üblichen Parametern für dekoratives Anodisieren arbeiten wollen (20°C, 1,5A/dm², maximal 20-22V), erreichen Sie nach entsprechender Badzeit von 90 Minuten z.B. auf AlMgSi_{0,5} zumindest 50µm Schichtdicke.

Das fertige Bad bedarf keiner besonderen Pflege. Es gelten hier die üblichen Richtlinien (keinerlei Schwermetalle – Bleikathoden sind eine Ausnahme – und insbesondere kein Eisen ins Bad verbringen, nur gründlich gereinigte Werkstücke anodisieren usw.). Bei Einhaltung dieser Richtlinien ist der Zusatz über die gesamte Badlebensdauer ohne Nachstärken verwendbar.

Bei der Badentsorgung sind gegenüber dem normalen Schwefelsäurebad keine Besonderheiten zu beachten. Eine einfache Neutralisation mit anschließender Ausfällung des vorhandenen Aluminiums durch eine Branntkalkaufschlammung ist ausreichend.

Bei weiteren Fragen (auch wenn Sie einfacher Natur sind) scheuen Sie sich bitte nicht, uns anzusprechen. Erfahrungsgemäß gibt es immer Fragen, deren Antwort nirgends zu finden ist. Sollten wir ausnahmsweise einmal telefonisch nicht erreichbar sein, so hinterlassen Sie bitte Name und Rufnummer auf unserem Anrufbeantworter. Wir rufen Sie schnellstmöglich zurück.

Unsere Kontaktmöglichkeiten sind (bitte beachten Sie dabei unsere Geschäftszeiten, welche Sie im Impressum unseres Internetauftritts finden):

Telefon: +49-2651-498991
Mobiltelefon: +49-174-4148883
Fax: +49-2651-498992

E-Mail: info@electronic-thingsks.de
im WWW: über „Kontakt“ auf unserer Internetsite www.electronic-thingsks.de

Anschrift: Electronic Thingsks
Christoph Drube
Ettringer Weg 16 A
56727 Mayen
Deutschland