

Metallografische Präparation von Titan

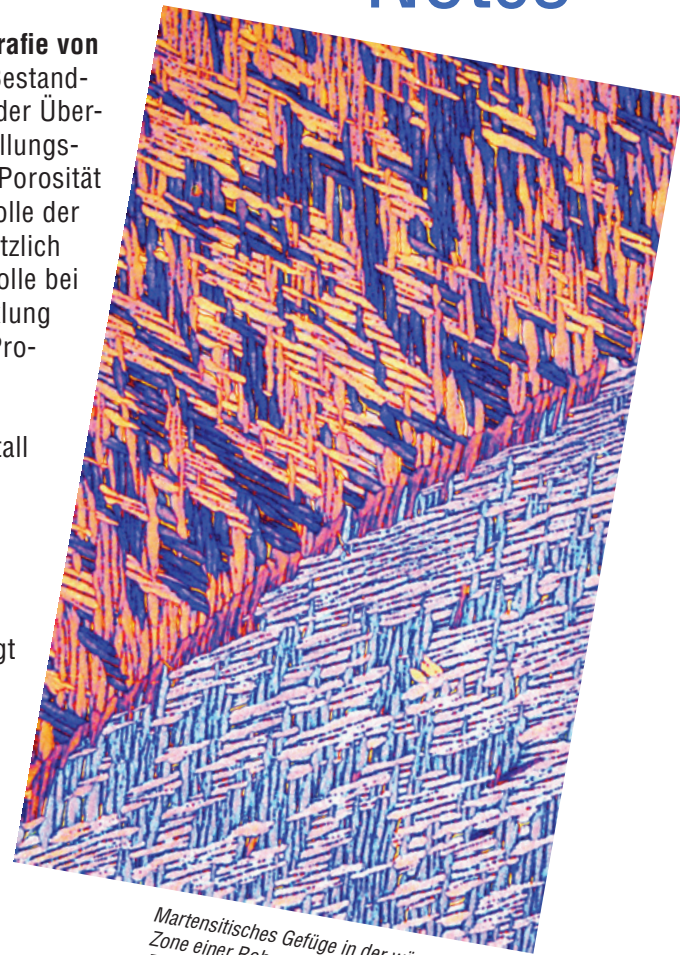
Application Notes

Titan ist ein relativ junges Metal und teuer herzustellen, aber seine hervorragenden Eigenschaften wie hohe Festigkeit bei gleichzeitig niedriger Dichte, und ausgezeichneter Korrosions- und Hitzebeständigkeit, haben Titan und seine Legierungen zu einem gefragten und vielseitig verwendbaren Werkstoff gemacht.

Titan ist besonders beständig gegen eine Reihe von Chemikalien. Durch seine hohe Affinität zu Sauerstoff bildet es eine dünne, dichte und stabile, selbstheilende Oxidschicht, die einen effektiven Schutz gegen beginnende Korrosion bietet. Zusätzlich sind Titan und seine Legierungen durch das gute Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht geeignet zur Anwendung in kritischen Bereichen. Titan und seine Legierungen werden besonders in der Luft- und Raumfahrt verwendet, und in der chemischen und medizintechnischen Industrie wo Sicherheit unabdingbar ist. Daraus ergibt sich, dass der Qualitätsprüfung in der Herstellung und Weiterverarbeitung eine tragende Rolle zukommt.

Dadurch wird die **Metallografie von Titan** zu einem integralen Bestandteil in der Produktion, von der Überwachung des ersten Herstellungsvorgangs, über Prüfen der Porosität bei Gußteilen bis zur Kontrolle der Wärmebehandlungen. Zusätzlich spielt Metallografie eine Rolle bei der Forschung und Entwicklung von Titanlegierungen und Produkten.

Titan ist ein sehr zähes Metall und neigt zu mechanischer Verformung. Dieser Aspekt muß bei den mechanischen Abtragsprozessen während des Trennens, Schleifens und Polierens berücksichtigt werden.



Martensitisches Gefüge in der wärmebeeinflussten Zone einer Rohrschweißung.
Farbätzung nach Weck, 1000x

Schwierigkeiten während der metallografischen Präparation

Trennen: Titan kann beim Trennen schnell überhitzen und große Grate bilden:

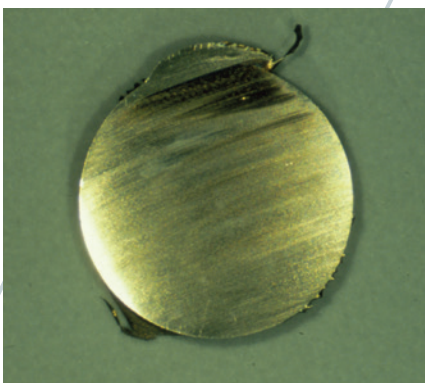


Abb. 1

Schleifen und Polieren:
Auf Grund seiner Zähigkeit verformt Titan leicht und bildet Kratzer:

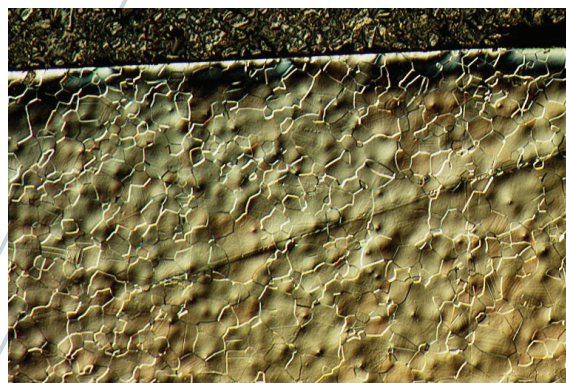


Abb. 2

Differential Interferenz Kontrast, 50x

Lösung

Spezialtrennscheibe für Titan;
Chemisch-mechanisches Polieren;
Elektrolytisches Polieren

Herstellung und Verwendung von Titan

Die Herstellung von Titan läuft in drei Stufen ab:

1. Der erste Schritt ist die Erzeugung von Titanschwamm und beinhaltet das Chlorieren von Rutilerz (TiO_2). Chlorgas und Koks reagieren zusammen mit dem Erz zu Titan-Tetrachlorid. Dieses wird durch Destillation gereinigt und mit Magnesium zu Titanschwamm und Magnesiumchlorid reduziert.

2. Dieser Titanschwamm wird zu Pulver zerkleinert, mit Schrott und/oder Legierungselementen wie Vanadium, Aluminium, Molybdän, Zinn und Zirkonium versetzt und in einem Vakuum Lichtbogenofen zu Titanrohblöcken geschmolzen.

3. Diese Blöcke von der ersten Schmelze werden dann zur zweiten Schmelze als Abbrandelektrode im Vakuumschmelzverfahren verwendet. Für sehr reines Titan mit einer sehr homogenen Struktur kann eine dritte Schmelze erfolgen.

In einem ersten Verarbeitungsprozess werden die Gußblöcke, entweder zylindrische mit 15 Tonnen, oder viereckige mit 10 Tonnen, zu kleineren Knüppeln, Brammen, Stangen und Platten heissgeschmiedet. Da Gußblöcke ein grobes Gefüge haben welches zu Ribbildung neigt, müssen während des Schmiedens die Abläufe und Temperaturen genau kontrolliert werden.

Die Endprodukte sind Schmiedeteile für die Luft- und Raumfahrt und Brammen und Stangen zur Weiterverarbeitung zu Stäben, Draht, Blech oder Platten. Abb. 3 zeigt einen Fehler an einer gewalzten Stange bei welcher graues Oxid in die Oberfläche eingewalzt wurde.

Die weitere Verarbeitung beinhaltet die Herstellung von Produkten durch Schmieden, Strangpressen und Warm- und Kaltumformung. Das Warmumformen von Titan ist nicht nur ein Formungsprozess sondern auch eine Methode die Herstellung eines gewünschten Gefüge zu kontrollieren.

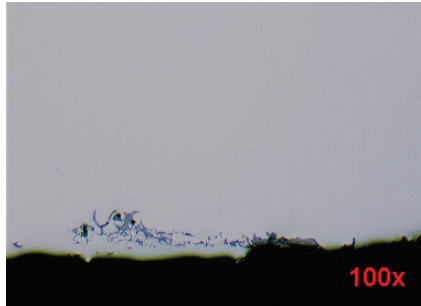


Abb. 3: In die Oberfläche einer Stange eingewalzte, graue Oxidhaut.

Durch seine hohe Festigkeit und geringe Dichte ist Titan in der Luft- und Raumfahrt zu einem tragenden Werkstoff geworden. Zur Anwendung kommen Kompressorringe, Scheiben, Röhren und Abdeckbleche für Gasturbinenmotoren. In der Flugzeugkonstruktion wird Titan für Rahmen im Unterbau, Motoraufhängung, und Teile des Kontrollmechanismus verwendet, sowie Bleche, Nieten und Schrauben für den äußeren Rumpf.

Die hervorragende Korrosionsbeständigkeit und Bioverträglichkeit machen Titan zum idealen Werkstoff für die chemische, medizinische und Lebensmittelindustrie, und für Meeresforschung und Entwicklung. Durch die passive Oxidschicht hat es eine hohe Korrosionsbeständigkeit unter anderem gegen Salzlösungen, Salpetersäurelösungen, Meerwasser, Körperflüssigkeiten und Obst- und Gemüsesaft. Typische Teile sind Reaktionsgefäße, Wärmetauscher, Ventile und Pumpen. In der prothetischen Chirurgie wird Titan für Implantate, künstliche Knochen, Herzpumpen



Abb. 4: Eingang Experience Music Project, Seattle,



Abb. 5: Schrauben und Knochenplatte, zur Identifizierung elektrochemisch oxidiert. Die Farben ergeben sich durch unterschiedliche Oxidschichtdicken.

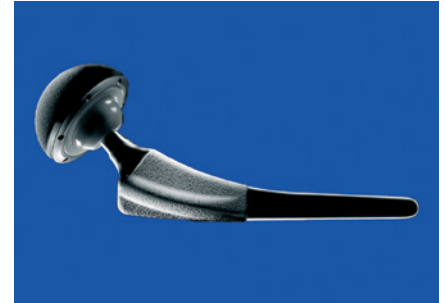


Abb. 6: Hüftendoprothese mit CaP-Beschichtung

und -ventile verwendet. Die am meisten verwendete Legierung für diese Produkte ist Ti-6Al-4V.

In Verbindung mit Design ist Titan zu einem beliebten Material für teure Konsumartikel wie Schmuck, Golfschläger, Brillen, Fahrräder und Uhren geworden, und in der Architektur wird es für dekorative Außenverkleidungen verwendet (Abb. 4).



Schwierigkeiten bei der Präparation von Titan



Das Hauptproblem bei der Präparation von Titan für die mikroskopische Gefügebeurteilung ist seine hohe Zähigkeit, welche das Trennen, Schleifen und Polieren von Titan erschweren. Mit den folgenden Empfehlungen werden besondere Hinweise gegeben wie dieses typische Verhalten von Titan überwunden werden kann.

Empfehlungen für die Präparation von Titan

Trennen: Auf Grund seiner hohen Zähigkeit wird bei der mechanischen Bearbeitung von Titan ein langer Span erzeugt. Dies macht das Trennen mit herkömmlichen Alu-miniumoxid-Trennscheiben ineffizient. Dadurch kann während des Trennens leicht eine Überhitzung entstehen (siehe Abb.1). Deswegen empfiehlt es sich, eine speziell für diesen Zweck entwickelte Siliziumkarbid Trennscheibe für Titan zu verwenden (z.B. 20SXX).

Bei dem Trennen von Titan entwickelt sich auch ein ganz typischer Geruch der sehr durchdringend werden kann wenn große oder viele Stücke getrennt werden. Für diesen Fall sollte ein Abzug an die Trennmaschine angeschlossen werden.

Einbetten: In den Betrieben in denen Titan erschmolzen wird, werden hauptsächlich größere Schiffe von Gußblöcken, Knüppeln und Brammen uneingebettet metallografisch vorbereitet. Für kleinere Teile die eingebettet werden müssen, z.B. Bleche, Drähte, Niete, empfiehlt sich sowohl Warmeinbetten mit Phenolharz (MultiFast), als auch Kalteinbetten mit Epoxidharz (EpoFix).

Schleifen und Polieren: Das Hauptproblem bei der Präparation von Titan ist die hohe Zähigkeit. Der Werkstoff neigt sehr schnell zu Verformungen und Kratzern. Deshalb ist eine chemisch-mechanische Politur sehr wichtig. Die beschriebene automatische 3-Stufen Methode in Tabelle 1 hat sich als ideal für sehr gute, reproduzierbare Ergebnisse erwiesen.

Im ersten Schritt wird mit SiC-Folie plan geschliffen. Danach folgt ein Feinschleifschritt auf relativ harten Oberflächen wie MD-Largo oder MD-Plan. Als Abrasiv wird entweder 9 µm Diamantsuspension, DiaPro Allegro/Largo 9 µm oder DiaPro Plan 9 µm genutzt.

Werden härtere Titanwerkstoffe wie α/β oder β-Legierungen bearbeitet, kann der Planschleifschritt mit Piano 120 oder 220 effizienter sein. Das gilt besonders für nicht eingebettete, große Proben, die in hoher Stückzahl präpariert werden.

Reines Titan sollte immer mit SiC-Folie plan geschliffen werden.

Die dritte und letzte Stufe ist das **chemisch-mechanische Polieren** mit einer Mischung aus Siliziumdioxid (OP-S) und Wasserstoffperoxid (30%), bei der die Konzentration zwischen 10-30% variieren kann.

Im Gegensatz zu anderen Siliziumdioxiden wurde OP-S speziell für die Verwendung mit chemischen Zusätzen entwickelt ohne zu gelieren, und eignet sich deswegen gut für das Polieren von Titan.

Bei dem chemisch-mechanischen Poliervorgang wird das Reaktionsprodukt des Wasserstoffperoxid mit dem Titan ständig durch das Siliziumdioxid von der Probenoberfläche entfernt, die dadurch verformungsfrei bleibt. Hinweise in der einschlägigen Literatur erwähnen auch Mischungen mit Salpeter- und Flußsäure zum chemisch-mechanischen Polieren von Titan. Diese Mischungen wirken vielleicht schneller, Struers emp-

Präparationsmethode

Schleifen

Stufe		PG	FG 1
	Unterlage	MD-Mezzo	MD-Largo
	Abrasiv	Typ	Diamant
		Größe	#220
	Suspension / Schmiermittel	Wasser	DiaPro Allegro/Largo
	UpM	300	150
	Kraft [N]/ Probe	40 ***	30
	Zeit (Min.)	Bis plan	5

Polieren

Stufe		OP	
	Unterlage	MD-Chem	
	Abrasiv	Typ	Kolloidales SiO ₂
		Größe	0.04 µm
	Suspension / Schmiermittel	OP-S*	
	UpM	150	
	Kraft [N]/ Probe	30 pro Probe	
	Zeit (Min.)	5 **	

Tabelle 1 zeigt eine allgemeine, automatische Präparationsmethode für Titan und Titanlegierungen mit 6 nicht eingebetteten Proben mit 30 mm Ø, fest eingespannt. Bitte beachten, dass die Polierzeit in Abhängigkeit von der Reinheit und der Oberfläche variieren kann.

* 90 ml OP-S gemischt mit 10 ml H₂O₂ (30%).

** Die Polierzeit hängt von der Probenfläche ab. Sehr große Proben müssen länger poliert werden als kleine.

*** auf 25 N reduzieren bei Einzelproben um den Pencil-Effekt zu vermeiden.

Hinweis: während der letzten 10 Sekunden der OP-S Politur wird die rotierende Scheibe mit Wasser abgespült. Dadurch werden Proben, Tuch und Probenhalter gereinigt.

fiehlt sie aber nicht da sie korrosiver als Wasserstoffperoxid sind und die richtigen Sicherheitsmassnahmen im Umgang mit diesen Säuren berücksichtigt werden müssen. Für das Arbeiten mit Wasserstoffperoxid sollen Schutzhandschuhe getragen werden.

Wenn diese Art des chemisch-mechanischen Polierens nicht verwendet wird, bleibt die Oberfläche der Titanprobe verkratzt und es ist so gut wie unmöglich mit Diamantpolieren eine gute Politur zu erzielen. Im Gegensatz zu dem gebräuchlichen Diamantpolieren mit feiner werdenden Korngrößen, verursacht das Diamantpolieren bei Titan ständig neue, mechanische Verformung die eine ver-

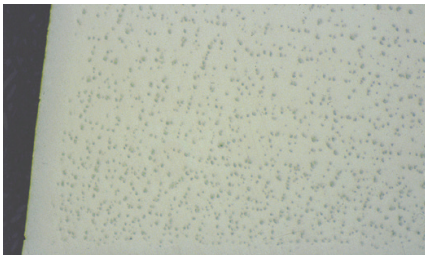


Abb. 7: Titan nach Diamantpolitur mit 3 µm mit Verformung und Kratzer.

schmiert und verkratzte Probenoberfläche erzeugt (siehe Abb. 7). Wenn diese Verformungsschicht erst mal vorhanden ist, ist es schwer sie mit der Siliziumdioxid-Wasserstoffperoxid-Mischung wieder zu entfernen. Deshalb sollte das Diamantpolieren generell vermieden werden, besonders bei reinem Titan.

Die Präparationszeit hängt von der Probenoberfläche und der Legierung ab. Je größer die Probe und je reiner das Titan um so länger die Polierzeit mit der Siliziumdioxid-Wasserstoffperoxid-Mischung, was bis zu 10 Minuten dauern kann, für ganz reines Titan sogar bis zu 45 Minuten. Die Oberfläche einer gut polierten, ungeätzten Titanprobe erscheint im Lichtmikroskop weiß, und man muß so lange polieren bis dieses Stadium der Oberfläche erreicht ist.

Durch den sehr sorgfältigen Herstellungsprozess sind Titan und seine Legierungen sehr sauber. Das bedeutet, dass kleine, schwarze Punkte auf einer polierten Probenoberfläche keine Verunreinigungen oder Gefügebestandteile darstellen, sondern dass es sich dabei um Überreste der mechanischen Verformung vom Schleifen handelt. Das chemisch-mechanische Polieren muß so lange fortgesetzt werden bis diese Artefakte entfernt sind. Wenn die Oberfläche gut poliert ist kann man ohne Ätzung im polarisierten Licht das Gefüge sehen (siehe Abb. 8). Tabelle 1 enthält eine generelle, automatische Präparationsmethode für Titan und Titanlegierungen, für 6 un-eingebettete Proben, 30 mm Durchmesser, im Halter eingespannt. Bitte beachten, dass die Polierzeit von der Reinheit des Titan und der Probengröße abhängt.

Hinweis: Bei der Verwendung von Siliziumdioxid (OP-S) ist zu beachten, dass das Poliertuch vor dem Polieren zuerst angefeuchtet werden muß. Außerdem ist es wichtig, dass man am Ende des Poliervorgangs, ungefähr 10-15 Sekunden bevor das Poliergerät anhält, Wasser aufgedreht werden muss, das OP-S von Proben, Halter und Tuch wäscht. Danach werden die Proben einzeln unter fließendem Wasser gereinigt, mit Ethanol abgespült und mit einem starken

Präparationsmethode

Schleifen

Stufe	PG	FG	OP
Unterlage	SiC Foil #320	MD-Largo	MD-Chem
Abrasiv	Typ	Diamant	Kolloidales SiO ₂
	Größe	9 µm	0.04 µm
Suspension/Schmiermittel	Wasser	DiaPro Allegro/Largo	OP-S*
UpM	300	150	150
Kraft [N] Probe	15	20	20
Zeit (Min.)	Bis plan	5	10-25 (oder länger)

Elektrolytisches Polieren

*80% OP-S + 10% H₂O₂ (30%) + 10% NH₄OH (25%)

Gerät:	LectroPol-5
Elektrolyt:	A3
Maskenausschnitt:	1 cm ²
Temperatur:	Raumtemperatur 18-20°C
Fliessgeschwindigkeit:	10-15
Spannung:	35-45 V
Zeit:	20-30 Sek.

Tabelle 2 zeigt eine allgemeine, automatische Präparationsmethode für reines Titan mit 6 nicht eingebetteten Proben mit 30 mm Ø, fest eingespannt.

Luftstrom getrocknet. Falls OP-S Reste auf den Proben zurückbleiben muss die Reinigung wiederholt werden. Effizient und reproduzierbar können Proben mit der automatischen Reinigungsstation Lavamin gereinigt werden.



Als Alternative zum mechanischen Polieren kann das **elektrolytische Polieren** empfohlen werden, besonders wenn schnelle Ergebnisse gewünscht sind.

Die elektrolytische Poliermethode eignet sich besonders aus folgenden Gründen: Schnelligkeit der Ergebnisse, einfache Durchführung, und Reproduzierbarkeit. Außerdem hinterläßt das elektrolytische Polieren keine mechanische Verformung auf der Probenoberfläche. Das kann besonders bei der Anwendung in der Forschung interessant sein. α Legierungen die ein homogenes Gefüge haben, sind besonders zum elektrolytischen Polieren geeignet, aber auch α - β Legierungen können elektrolytisch poliert werden. Zum elektrolytischen Polieren muß die Probenoberfläche bis zur Körnung 1200 vorgeschliffen werden. Tabelle 2 enthält eine generelle Methode zum elektrolytischen Polieren von Titan und Titanlegierungen. Nach dem elektrolytischen Polieren kann die Probe mit polarisiertem Licht betrachtet werden, oder chemisch geätzt werden (für Ätzmittel siehe „Ätzen und Gefügeinterpretation“).

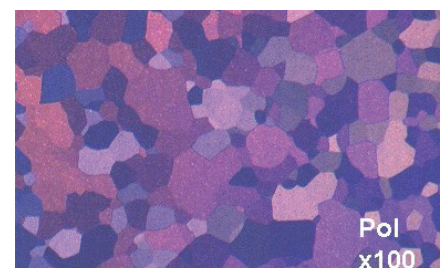


Abb. 8: Querschliff einer Stange aus Reintitan, elektrolytisch poliert, polarisiertes Licht, 100x

Ätzen und Gefügeinterpretation

Wie schon erwähnt, kann die Probenoberfläche eines gut polierten Titanschliffs im ungeätzten Zustand im polarisierten Licht betrachtet werden. Der Kontrast bei dieser Beleuchtungsart ist nicht immer ausgeprägt, aber ideal um zu kontrollieren ob die Politur ausreichend ist.

Die am häufigsten verwendete Ätzung für Titan ist die nach Kroll:

100 ml Wasser
1-3 ml Flußsäure
2-3 ml Salpetersäure

Die Konzentration kann je nach Legierung variieren und kann dementsprechend angepasst werden. Die β -Phase wird dunkelbraun gefärbt.

Mit der Ätzung nach Weck kann Titan auch farbgeätzt werden:

100 ml Wasser
5 g Ammonium-bifluorid

Metallurgie und Gefüge

Kommerzielles Titan und Titanlegierungen sind in 4 Gruppen unterteilt: kommerzielles reines Titan; α - und α - ähnliche Legierungen wie Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo; α/β Legierungen von denen Ti-6Al-4V die bekannteste ist; β -Legierungen mit hohem Vanadium-, Chrom- und Molybdängehalt.

Titan liegt unterhalb von 882°C als hexagonales α -Titan vor, oberhalb dieser Temperatur geht es in kubisch raumzentriertes β -Titan über.

Diese Umwandlung ermöglicht Legierungen mit α -, β - oder α/β -Mischgefügen und die Möglichkeit für Wärmebehandlungen und thermo-mechanische Behandlungen.

Der Zusammenhang zwischen Warmumformung, Wärmebehandlung, Gefüge und Materialeigenschaften in der Herstellung von Titan ist sehr komplex. Im Folgenden werden nur einige der herkömmlichsten Arten von möglichen Titangefügen beschrieben.

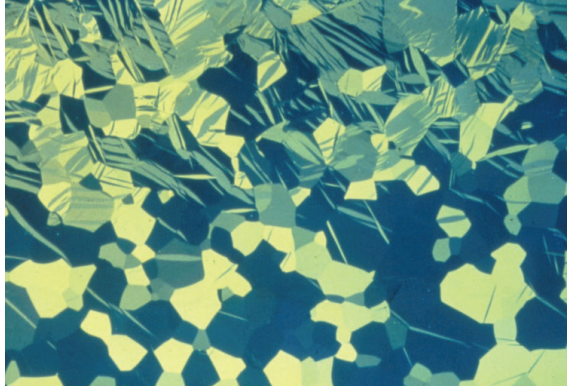


Abb. 9:
Kornstruktur eines Reintitan,
polarisiertes Licht, 100x

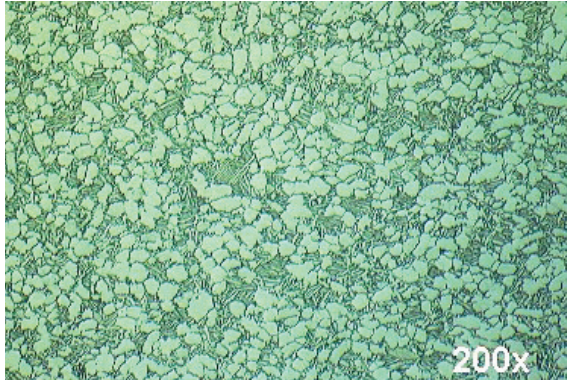


Abb.10:
Gefüge einer geschmiedeten α - β
Ti-6Al-4V Legierung, 400x

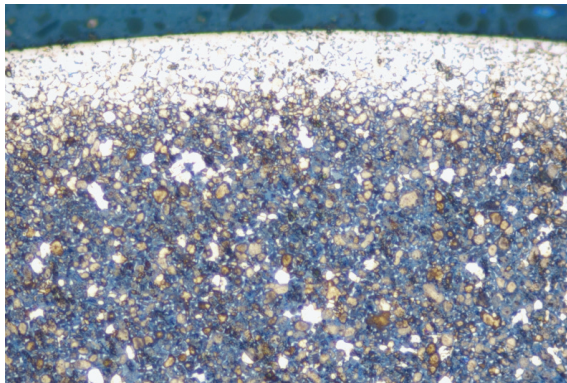


Abb.11:
 α - β Ti-6Al-4V Legierung mit einer
weißen, spröden
„ α case“ Randschicht, 50x

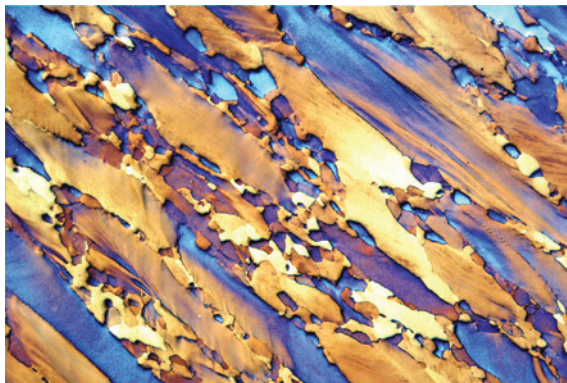


Abb.12:
 β Gefüge einer
Ti-15V-3Al-3Sn-3Cr Legierung,
Anlaufätzung,
50x

Es gibt vier Gruppen von handelsübliche Güten von Titan und Titanlegierungen: Reintitan, α und „near α “ Legierungen, wie Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo; α - β Legierungen, von denen Ti-6Al-4V die bekannteste ist, und β Legierungen die einen hohen Anteil von Vanadium, Chrom und Molybdän enthalten.

Abb. 9 zeigt das α Gefüge eines Reintitan welches durch Biegen verformt wurde. Die Zwillingsbildung durch die mechanische Verformung ist deutlich zu sehen.

Abb.10 zeigt das α - β Gefüge einer geschmiedeten Ti-6Al-4V Legierung eines orthopädischen Implantats, Ätzung nach Kroll.

Struers ApS

Pederstrupvej 84
 DK-2750 Ballerup, Denmark
 Phone +45 44 600 800
 Fax +45 44 600 801
 struers@struers.dk
 www.struers.com

NETHERLANDS

Struers GmbH Nederland
 Zomerdijk 34 A
 3143 CT Maassluis
 Telefon +31 (10) 599 7209
 Fax +31 (10) 5997201
 netherlands@struers.de

NORWAY

Struers ApS, Norge
 Sjøskogenveien 44C
 1407 Vinterbro
 Telefon +47 970 94 285
 info@struers.no

AUSTRIA

Struers GmbH
 Zweigniederlassung Österreich
 Betriebsgebiet Puch Nord 8
 5412 Puch
 Telefon +43 6245 70567
 Fax +43 6245 70567-78
 austria@struers.de

POLAND

Struers Sp. z o.o.
 Oddział w Polsce
 ul. Jasnogórska 44
 31-358 Kraków
 Phone +48 12 661 20 60
 Fax +48 12 626 01 46
 poland@struers.de

ROMANIA

Struers GmbH, Sucursala Bucuresti
 Str. Preciziei nr. 6R
 062203 sector 6, Bucuresti
 Phone +40 (31) 101 9548
 Fax +40 (31) 101 9549
 romania@struers.de

SWITZERLAND

Struers GmbH
 Zweigniederlassung Schweiz
 Weissenbrunnenstraße 41
 CH-8903 Birmsdorf
 Telefon +41 44 777 63 07
 Fax +41 44 777 63 09
 switzerland@struers.de

SINGAPORE

Struers Singapore
 627A Aljunied Road,
 #07-08 BizTech Centre
 Singapore 389842
 Phone +65 6299 2268
 Fax +65 6299 2661
 struers.sg@struers.dk

SPAIN

Struers España
 Camino Cerro de los Gamos 1
 Building 1 - Pozuelo de Alarcón
 CP 28224 Madrid
 Teléfono +34 917 901 204
 Fax +34 917 901 112
 struers.es@struers.es

FINLAND

Struers ApS, Suomi
 Hietalahdenranta 13
 00180 Helsinki
 Puhelin +358 (0)207 919 430
 Faksi +358 (0)207 919 431
 finland@struers.fi

SWEDEN

Struers Sverige
 Box 20038
 161 02 Bromma
 Telefon +46 (0)8 447 53 90
 Telefax +46 (0)8 447 53 99
 info@struers.se

UNITED KINGDOM

Struers Ltd.
 Unit 11 Evolution @ AMP
 Whittle Way, Catcliffe
 Rotherham S60 5BL
 Tel. +44 0845 604 6664
 Fax +44 0845 604 6651
 info@struers.co.uk

USA

Struers Inc.
 24766 Detroit Road
 Westlake, OH 44145-1598
 Phone +1 440 871 0071
 Fax +1 440 871 8188
 info@struers.com

AUSTRALIA & NEW ZEALAND

Struers Australia
 27 Mayneview Street
 Milton QLD 4064
 Australia
 Phone +61 7 3512 9600
 Fax +61 7 3369 8200
 info.au@struers.dk

BELGIUM (Wallonie)

Struers S.A.S.
 370, rue du Marché Rollay
 F- 94507 Champigny
 sur Marne Cedex
 Téléphone +33 1 5509 1430
 Télécopie +33 1 5509 1449
 struers@struers.fr

BELGIUM (Flanders)

Struers GmbH Nederland
 Zomerdijk 34 A
 3143 CT Maassluis
 Telefon +31 (10) 599 7209
 Fax +31 (10) 5997201
 netherlands@struers.de

CANADA

Struers Ltd.
 7275 West Credit Avenue
 Mississauga, Ontario L5N 5M9
 Phone +1 905-814-8855
 Fax +1 905-814-1440
 info@struers.com

CHINA

Struers Ltd.
 No. 1696 Zhang Heng Road
 Zhang Jiang Hi-Tech Park
 Shanghai 201203, P.R. China
 Phone +86 (21) 6035 3900
 Fax +86 (21) 6035 3999
 struers@struers.cn

CZECH REPUBLIC & SLOVAKIA

Struers GmbH Organizační složka
 vědeckotechnický park
 Přílepská 1920,
 CZ-252 63 Roztoky u Prahy
 Phone +420 233 312 625
 Fax +420 233 312 640
 czechrepublic@struers.de
 slovakia@struers.de

GERMANY

Struers GmbH
 Carl-Friedrich-Benz-Straße 5
 D- 47877 Willich
 Telefon +49 (0) 2154 486-0
 Fax +49 (0) 2154 486-222
 verkauf@struers.de

FRANCE

Struers S.A.S.
 370, rue du Marché Rollay
 F-94507 Champigny
 sur Marne Cedex
 Téléphone +33 1 5509 1430
 Télécopie +33 1 5509 1449
 struers@struers.fr

HUNGARY

Struers GmbH
 Magyarországi Fióktelepe
 2040 Budaörs
 Szabadság utca 117
 Phone +36 2380 6090
 Fax +36 2380 6091
 Email: hungary@struers.de

IRELAND

Struers Ltd.
 Unit 11 Evolution @ AMP
 Whittle Way, Catcliffe
 Rotherham S60 5BL
 Tel. +44 0845 604 6664
 Fax +44 0845 604 6651
 info@struers.co.uk

ITALY

Struers Italia
 Via Monte Grappa 80/4
 20020 Arese (MI)
 Tel. +39-02/38236281
 Fax +39-02/38236274
 struers.it@struers.it

JAPAN

Marumoto Struers K.K.
 Takanawa Muse Bldg. 1F
 3-14-13 Higashi-Gotanda,
 Shinagawa
 Tokyo
 141-0022 Japan
 Phone +81 3 5488 6207
 Fax +81 3 5488 6237
 struers@struers.co.jp

Application Notes

Metallografische Präparation von Titan

Bill Taylor,

Struers Ltd, Glasgow

Elisabeth Weidmann,

Struers A/S, Kopenhagen

Danksagung:

Wir bedanken uns bei der Fa. Aesculap, Tuttlingen, Deutschland, für spezifische Informationen über Titan, und die Erlaubnis zur Wiedergabe der Abb. 5, 6 und 11.

Wir bedanken uns bei Wah Chang North, Albany, Oregon, USA, für das zur Verfügung gestellte Probenmaterial, und Hr. Paul Danielson von Albany Research Center, Albany, Oregon, USA, für die Farbphotographien auf der ersten Seite und Abb. 12.

Wir danken der Fa. Lindberg, Aabyhoj, Dänemark für die Erlaubnis zur Wiedergabe des Brillenmodells Air Titanium, und Experience Music Project, Seattle, USA für die Wiedergabe von Abb. 4.

Bibliografie:

Metals Handbook, Desk edition, ASM, 1984

Abb.11 zeigt das α - β Gefüge einer Ti-6Al-4V Legierung mit einer weißen „ α -case“ Schicht. Ätzung nach Weck. Obwohl die Warmumformung unter kontrollierter Atmosphäre abläuft, kann Titan schon bei niedrigen Temperaturen Sauerstoff aufnehmen, welches zu einer harten Randschicht führt, „ α -case“ genannt. Diese spröde Schicht kann nur mechanisch entfernt werden. (Hinweis: Mit der Ätzung nach Kroll kann „ α -case“ nicht sichtbar gemacht werden, sondern nur mit der Bifluorid Ätzung).

In der Abb.12 ist das β -Gefüge eines Längsschnitts durch eine Platte zu sehen, die Legierung ist Ti-15V-3Al-3Sn-3Cr. Sie wird in der Luftfahrt wegen ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften verwendet. Ätzung: Anlaufätzung.

Zusammenfassung

Titan ist ein sehr zähes Metall mit hoher Festigkeit bei geringer Dichte, und ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit und Bioverträglichkeit. Seine Zähigkeit verlangt eine bestimmte metallografische Präparation, wie die Verwendung von speziellen Trennscheiben und chemisch-mechanisches Polieren mit einer Mischung aus Siliziumdioxid und Wasserstoffperoxid. Diese erprobte Poliermethode ergibt auf automatischen Geräten gleichmäßig gute und reproduzierbare Ergebnisse.

Detail eines Brillengestells aus Titan. Die hohe Festigkeit und Zähigkeit von Titan machen Schrauben und Lötan an diesen Brillengestellen unnötig.

