

(19)



(11)

EP 2 031 096 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.03.2009 Patentblatt 2009/10

(51) Int Cl.:

C23G 1/00 (2006.01)

C23G 1/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08014319.1**

(22) Anmeldetag: **11.08.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

(30) Priorität: **10.08.2007 DE 102007037903**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft**

**zur Förderung der Angewandten Forschung e.V.
80686 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Müller, Sandra**
07747 Jena (DE)
- **Eberhardt, Ramona**
07751 Bucha (DE)
- **Rohde, Mathias**
07747 Jena (DE)

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner GbR**

**Patent- und Rechtsanwälte
Theresienhöhe 13
80339 München (DE)**

(54) **Verfahren zur Reinigung von Oberflächen sowie Verwendung des Verfahrens**

(57) Vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Oberflächen, insbesondere von präzisionsbearbeitenden, aluminiumhaltigen Bauteilen, wobei die Oberfläche des Bauteils zuerst mit einer Säure von der auf dem Bauteil anhaftenden Verunreinigung und der

Passivierungsschicht gesäubert wird, anschließend mit gereinigtem Wasser gewaschen und im Anschluss daran getrocknet wird. Dabei wächst dann kontrolliert eine neue Passivierungsschicht auf.

EP 2 031 096 A2

Beschreibung

[0001] Vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Oberflächen, insbesondere von präzisionsarbeitenden, aluminiumhaltigen Bauteilen, wobei die Oberfläche des Bauteils zuerst mit einer Säure von der auf dem Bauteil anhaftenden Verunreinigung und der Passivierungsschicht gesäubert wird, anschließend mit gereinigtem Wasser gewaschen und im Anschluss daran getrocknet wird. Dabei wächst dann kontrolliert eine neue Passivierungsschicht auf.

[0002] Die Ultrapräzisionsbearbeitung von Nichteisenwerkstoffen (insbesondere Aluminium und Aluminiumlegierungen) hat in letzter Zeit stark an Bedeutung bei der Herstellung optischer Komponenten und Systeme gewonnen. Die Ultrapräzisionsbearbeitung ermöglicht die Herstellung von Flächen mit optischer Qualität aus Nichteisen-Metallen durch konventionelles Drehen, Fräsen, Schleifen oder Bohren auf modifizierten Bearbeitungsmaschinen unter Verwendung eines Diamantwerkzeugs. Diese Oberflächen sind gekennzeichnet durch eine Mikrorauheit im Bereich von wenigen nm und finden Einsatz als abbildende Optiken, aber auch als Reflektoren.

[0003] Es gibt die verschiedensten Ansätze zum Reinigen von optischen Komponenten, so auch zur Reinigung von Metallkomponenten. Allerdings sind keine Veröffentlichungen oder Patente bekannt, die sich explizit mit dem Problem der nasschemischen Reinigung von ultrapräzisionsbearbeiteten Aluminiumoberflächen auseinandersetzen.

[0004] Im Stand der Technik werden zum Reinigen von Aluminium zumeist ätzende Chemikalien, welche die Aluminiumoberfläche angreifen, verwendet, die stark umweltbelastend sind. Der Angriff auf die Aluminiumoberfläche führt zu einer Verfärbung der Oberfläche und damit zum Verlust der angestrebten optischen Eigenschaften.

[0005] Kontaminationen, die durch die Bearbeitungsprozesse unvermeidlich sind, beeinflussen die optische Performance negativ. Ebenso wird die Verbesserung der optischen Eigenschaften durch z.B. Beschichtungen durch vorhandene Kontaminationen eingeschränkt, es kommt zu Schichtdegradationen. Deshalb müssen die Bauteile, häufig auch zwischen bestimmten Fertigungsschritten einer Reinigung unterzogen werden, welche die hohen Anforderungen an die Sauberkeit erfüllt.

[0006] Aluminium und Aluminiumlegierungen sind bezogen auf Oberflächeneigenschaften sehr weiche Materialien. Aluminium bildet wie die meisten Metalle nach der Bearbeitung eine nicht definierte Oxidschicht aus, die sich nach Verletzungen immer wieder neu ausbildet (Selbstheilungseffekt). Diese Oxidschicht wächst sehr schnell auf, ist einige nm dick und besteht im Wesentlichen aus amorphem Aluminiumoxid und geringen Anteilen von Aluminiumhydroxid $\text{Al}(\text{OH})_3$.

[0007] Bedingt durch den Bearbeitungsprozess kommt die Oberfläche mit verschiedenen Kontaminationen in Verbindung, dazu zählen im Wesentlichen feinste Aluminiumstäube und -späne, Rückstände von Kühlschmiermitteln, Partikel aus der Umgebung und Fette (Fingerabdrücke). Diese können in die oben genannte Oxidschicht eingelagert werden, da diese ständig aufwächst.

[0008] Ausgehend von den im Stand der Technik bekannten Nachteilen, ist es Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Reinigungsverfahren für Oberflächen von aluminiumhaltigen Bauteilen bereitzustellen, das möglichst einfach durchführbar ist, kostensparend ist und gewährleistet, dass nach Ablösen der Verunreinigungen bzw. der Passivierungsschicht ein kontrolliertes Aufwachsen einer neuen Passivierungsschicht erfolgt, wie dies insbesondere bei Präzisionsbauteilen erforderlich ist. Dabei soll v.a. die Performance des Bauteils, wie z.B. dessen präzise Dimensionierung, nicht nachteilig beeinflusst werden.

[0009] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Mit Patentanspruch 18 werden Verwendungsmöglichkeiten des Verfahrens angegeben. Die abhängigen Ansprüche stellen dabei vorteilhafte Weiterbildungen dar.

[0010] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Reinigung von Oberflächen von präzisionsbearbeiteten, aluminiumhaltigen Bauteilen bereitgestellt, durch:

a) Behandeln des Bauteils mit einem die an der Oberfläche des Bauteils existierende, Aluminiumoxid enthaltende Passivierungsschicht lösenden Reinigungsmittel mit einem pH-Wert von kleiner 6 unter Entfernen von in der Passivierungsschicht enthaltenen Kontaminationen aus der Präzisionsbearbeitung,

b) Reinigung des Bauteils mit Wasser unter Ausbildung eines die Oberflächen des Bauteils benetzenden Flüssigkeitsfilms, sowie

c) Trocknung des Bauteils durch kontrollierte Entfernung des Flüssigkeitsfilms und

d) Ausbilden einer homogenen und kontaminationsfreien Passivierungsschicht.

[0011] Vorteilhaft ist dabei, wenn das Reinigungsmittel ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus mindestens eine anorganische und/oder organische Säure enthaltenden wässrigen Lösungen. Insbesondere ist dabei die mindestens eine anorganische und/oder organische Säure ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hydroxycarbonsäuren.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die mindestens eine anorganische und/oder organische Säure enthaltende wässrige Lösung mit einer Säurekonzentration zwischen 0,5 bis einschließlich 10 Gew.-%, bevorzugt zwischen 0,5 bis einschließlich 5 Gew.-%, besonders bevorzugt zwischen 0,5 bis einschließlich 3 Gew.-% eingesetzt wird.

[0012] Bei Verwendung von wässrigen Säuren als Reinigungsmittel hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der pH-Wert der Lösung dabei zwischen 1 und 6, bevorzugt zwischen 2 und 4 beträgt.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltungsform wird vor und/oder nach Schritt a) mindestens ein weiterer Behandlungsschritt des Bauteils mit einer Flüssigkeit ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Wasser, wässrigen Lösungen von mindestens einem Tensid, Alkoholen und/oder wässrigen Lösungen von Alkoholen und/oder Mischungen hieraus, durchgeführt.

[0014] Besonders vorteilhaft ist dabei, wenn das im Verfahren verwendete Wasser entionisiertes Wasser ist, das eine Leitfähigkeit von höchstens 1,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bevorzugt höchstens 0,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, besonders bevorzugt höchstens 0,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweist.

[0015] Ebenso ist es bevorzugt, wenn das mindestens eine Tensid ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus anionischen, kationischen und/oder nichtionischen Tensiden, bevorzugt aus der Gruppe der Fettalkoholethersulfate.

[0016] Bevorzugt sind die beim Verfahren verwendeten Alkohole ausgewählt aus der Gruppe der n-Alkylalkohole, beispielsweise Methanol, Ethanol oder Isopropylalkohol.

[0017] Die Behandlung und/oder die Reinigung der Substrate wird insbesondere bei einer Temperatur zwischen 40 und 80 °C, bevorzugt zwischen 50 und 70 °C, durchgeführt.

[0018] Besonders von Vorteil ist es, wenn zumindest bei einem Verfahrensschritt eine zusätzliche Beaufschlagung des Bauteils mit Ultraschall erfolgt. Die Frequenz des Ultraschalls liegt dabei in einem Frequenzbereich zwischen 10 kHz und 100 kHz, bevorzugt zwischen 30 kHz und 60 kHz, besonders bevorzugt zwischen 42 kHz und 47 kHz. Bei der Beaufschlagung mit Ultraschall beträgt die Leistung des Ultraschalls bevorzugt zwischen 500 und 3500 W/m², bevorzugt zwischen 1000 und 3000 W/m², besonders bevorzugt zwischen 1200 und 1500 W/m² bezogen auf die Oberfläche des Bauteils.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird Schritt a) und/oder b) über einen Zeitraum zwischen 1 und 10 min, bevorzugt zwischen 2 und 6 min, besonders bevorzugt zwischen 2 und 4 min ausgeführt.

[0020] Um eine möglichst effiziente Ablösung der Passivierungsschicht und/oder der Verunreinigungen zu gewährleisten, ist es von Vorteil, wenn das Bauteil während der Behandlung bewegt, z.B. oszillierend geschwenkt wird.

[0021] Beim Verfahren wird in Schritt c) (und/oder d)) das Bauteil bevorzugt mit gereinigter Luft kontaktiert. Dabei ist es möglich, dass Schritt d) simultan zu Schritt c) abläuft, z.B. wenn in Schritt c) keine Inertgasatmosphäre, sondern eine sauerstoffhaltige Atmosphäre verwendet wird.

[0022] Das Verfahren eignet sich insbesondere für Bauteile, die aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminium-Guss-, Aluminium-Knet-, Aluminium-Mangan-, Aluminium-Silicium-, Aluminium-Magnesium-, Aluminium-Kupfer-Legierungen und/oder Kombinationen und/oder Mischungen hieraus bestehen.

[0023] Insbesondere sind diese Bauteile dabei Präzisionsbauteile, die vor dem Reinigungsprozess bereits mindestens einen Ultrapräzisionsbearbeitungsschritt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Drehen, Fräsen, Schleifen, Bohren, Polieren, insbesondere unter Verwendung eines Diamantwerkzeuges, durchlaufen haben.

[0024] Bevorzugt ist ebenso, dass die Verfahrensschritte a) und/oder b) durch Eintauchen, Auftragen, Besprühen und/oder Benetzen erfolgen.

[0025] Eine bevorzugte Ausführungsform der Schritte b) und c) ist derart gestaltet, dass das Bauteil in Schritt b) in das Wasser eingetaucht wird und in Schritt c) mit einer Geschwindigkeit zwischen 5 und 20 cm/min, bevorzugt zwischen 10 und 15 cm/min aus dem Wasser entfernt wird.

[0026] Eine besonders zu bevorzugende Variante des Verfahrens zeichnet sich durch die folgenden, sukzessive auszuführenden Schritte aus:

a) zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit einer wässrigen Lösung einer Säure,

b) zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit deionisiertem Wasser,

c) erneute zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit einer wässrigen Lösung einer Säure,

d) mindestens einem abschließenden Waschschrift des Bauteils durch zumindest teilweise Benetzung mit deionisiertem, bevorzugt vollentsalztem Wasser,

e) kontrolliertes Entfernen des Bauteils aus dem Wasser des Waschschriftes unter Inkontaktierung des Bauteils mit Luft, sowie

f) Ausbilden einer homogenen und kontaminationsfreien Passivierungsschicht.

[0027] Vorteilhaft ist ebenso, wenn bereits vor Schritt a) eine zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit deionisiertem Wasser erfolgt.

[0028] Bei der zuvor erwähnten vorteilhaften Variante des Verfahrens erfolgt insbesondere bei den Schritten a) und c) eine Beaufschlagung mit Ultraschall.

[0029] Verwendungsmöglichkeiten des Verfahrens bieten sich bei der Reinigung von Oberflächen von Bauteilen, die insbesondere ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus reflexiven und/oder refraktiven optischen Bauelementen, Spiegeln, Normalen, Referenzobjekten, Werkzeugen, Baffle, Fassungen und/oder Gittern.

[0030] Die vorliegende Erfindung wird anhand der nachfolgenden Ausführungen sowie des angeführten Beispiels näher erläutert, ohne die Erfindung auf die hier dargestellten Parameter beschränken zu wollen.

[0031] Zur Reinigung von Aluminiumbauteilen wird ein nasschemischer Prozess verwendet, der die beschriebenen Kontaminationen entfernt, ohne die Performance des Bauteils nachteilig zu beeinflussen.

[0032] Verwendet werden beheizbare Tauchwannen. Die in den Tauchwannen befindliche Flüssigkeit wird mittels Sonotroden in Schwingung versetzt (Schallfrequenzen bis 45 kHz). Dabei entstehen im Medium kleine Gasblasen (Kavitäten) hoher Energiedichte, die gleich wieder in sich zusammenfallen (Implosion). Die dabei entstehende Mikroströmung entfernt Partikel und Verunreinigungen von der Oberfläche. Die Schallfrequenz ist ausschlaggebend für die Kavitationsenergien. Je niedriger die Schallfrequenz, umso höher die freiwerdende Energie. Weiterhin wird die Leistung der Sonotroden geregelt.

[0033] Eine Verbesserung des Reinigungsprozesses wird ebenfalls über eine Erhöhung der Temperatur erreicht. Gleichzeitig bewirkt eine Temperaturerhöhung eine Herabsetzung der Kavitationsenergie.

[0034] Der entwickelte Reinigungsprozess läuft in mehreren Prozessstufen ab. Dabei durchläuft das zu reinigende Substrat mehrere beheizte Becken, die leistungsgeregelt und ultraschall-unterstützt arbeiten. Dabei erfolgt das Umsetzen von einem Becken in das nächste manuell durch den Bediener, kann aber alternativ hierzu auch automatisiert erfolgen. Das zu reinigende Substrat wird während der Prozesskette immer nass gehalten, d.h. mit einem Wasserfilm beschichtet.

[0035] Der in der Legierung enthaltene Anteil an Mangan führt zu einer starken Korrosionsreaktion mit alkalischen Reinigern. Aus diesem Grund wird als Reinigungsmedium ein saurer Reiniger auf Basis einer leichten Säure und Alkohol gewählt. Dieses Gemisch entfernt die Oxidschicht. Die abschließende Feinreinigung erfolgt über einen pH-neutralen Reiniger auf Basis von Fettalkoholethersulfaten. Zwischen beiden Reinigungsschritten erfährt das Substrat Spülvorgänge um "Über-Kreuz-Kontaminationen" der Reiniger zu vermeiden. Als Spülmedium dient deionisiertes Wasser, in welchem die Bauteile genau wie in den Reinigungsbecken oszillierend bewegt werden. Abschließend werden die Substrate einem Spülvorgang in vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) zugeführt. Der elektrische Leitwert des VE-Wassers ist sehr gering ($< 0,5 \mu\text{S/cm}$). Integriert am VE-Wasserbecken ist ein automatisches LiftOut, d.h. das Reinigungsgut wird über einen Antrieb sehr langsam aus dem Wasser gezogen. Dabei reißt der Wasserfilm nicht von der Bauteiloberfläche ab. Dieser Aspekt dient zugleich der Trocknung der Substratoberfläche. Um Rekontaminationen und Fleckenbildung auf der Oberfläche gering zu halten, wurde am LiftOut zusätzlich eine Luftionisationseinheit installiert, die Partikel aus der Umgebung mindert.

Beispiel

[0036] Der konkrete Reinigungsablauf soll an folgendem Beispiel eines Aluminiumspiegels beschrieben werden. Die zu reinigenden Bauteile werden dabei den folgenden Prozessen unterzogen:

Becken	Parameter	Werte	Bemerkungen
1	Temperatur	Raumtemperatur	Das Substrat wird durch eine oszillierende Bewegung ständig mit Wasser umspült.
	Ultraschall	kein	
	Verweildauer	3 min	
	Wasserqualität	DI-Wasser	
	Konzentration	Kein Reiniger	

(fortgesetzt)

Becken	Parameter	Werte	Bemerkungen
2	Temperatur	> 50 °C	Das Substrat wird durch eine oszillie rende Bewegung stän dig mit Wasser umspült.
	Ultraschall	f ≥ 45 kHz P: minimal	
	Verweildauer	3 min	
	Reiniger	Sauer	
	Konzentration	1 %	
3	Temperatur	Raumtemperatur	Das Substrat wird durch eine oszillie rende Bewegung stän dig mit Wasser um spült.
	Ultraschall	kein	
	Verweildauer	3 min	
	Wasserqualität	DI-Wasser	
	Konzentration	Kein Reiniger	
4	Temperatur	> 50 °C	Das Substrat wird durch eine oszillie rende Bewegung stän dig mit Wasser um spült.
	Ultraschall	f ≥ 45 kHz P: minimal	
	Verweildauer	3 min	
	Reiniger	Neutral	
	Konzentration	1 %	
5	Temperatur	Raumtemperatur	Das Substrat wird durch eine oszillie rende Bewegung stän dig mit Wasser umspült.
	Ultraschall	kein	
	Verweildauer	3 min	
	Reiniger	DI-Wasser	
	Konzentration	Kein Reiniger	
6	Temperatur	Raumtemperatur	
	Ultraschall	kein	
	Verweildauer	3 min	
	Wasserqualität	VE-Wasser; Leitwert: < 0,5 µS/cm	
	Konzentration	--	
DI-Wasser: deionisiertes Wasser VE-Wasser: vollentsalztes Wasser f: Frequenz P: Leistung, 100 % ≙ 6100 W/m²			

[0037] Mit der entwickelten Reinigungsprozedur steht eine Methode zur Verfügung, welche es ermöglicht Aluminiumflächen mit optischer Qualität hinreichend gut von störenden Verunreinigungen zu befreien, ohne die optische Performance des Bauteils nachteilig zu beeinflussen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Oberflächen von präzisionsbearbeiteten, aluminiumhaltigen Bauteilen durch:

- Behandeln des Bauteils mit einem die an der Oberfläche des Bauteils existierende, Aluminiumoxid enthaltende Passivierungsschicht lösenden Reinigungsmittel mit einem pH-Wert von kleiner 6 unter Entfernen von in der Passivierungsschicht enthaltenen Kontaminationen aus der Präzisionsbearbeitung,
- Reinigung des Bauteils mit Wasser unter Ausbildung eines die Oberflächen des Bauteils benetzenden Flüssigkeitsfilms.

sigkeitsfilms, sowie

c) Trocknung des Bauteils durch kontrollierte Entfernung des Flüssigkeitsfilms und

d) Ausbilden einer homogenen und kontaminationsfreien Passivierungsschicht.

- 5 **2.** Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungsmittel ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus mindestens eine anorganische und/oder organische Säure, insbesondere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hydroxycarbonsäuren, enthaltenden wässrigen Lösungen.
- 10 **3.** Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine anorganische und/oder organische Säure enthaltende wässrige Lösung mit einer Säurekonzentration zwischen 0,5 bis einschließlich 10 Gew.-%, bevorzugt zwischen 0,5 bis einschließlich 5 Gew.-%, besonders bevorzugt zwischen 0,5 bis einschließlich 3 Gew.-% eingesetzt wird und die mindestens eine anorganische und/oder organische Säure enthaltende wässrige Lösung einen pH-Wert zwischen 1 und 6, bevorzugt zwischen 2 und 4 aufweist.
- 15 **4.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor und/oder nach Schritt a) mindestens ein weiterer Behandlungsschritt des Bauteils mit einer Flüssigkeit ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Wasser, wässrigen Lösungen von mindestens einem Tensid, insbesondere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus anionischen, kationischen und/oder nichtionischen Tensiden, bevorzugt aus der Gruppe der Fettalkoholethersulfate, Alkoholen und/oder wässrigen Lösungen von Alkoholen, insbesondere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus n-Alkylalkoholen, und/oder Mischungen hieraus erfolgt.
- 20 **5.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wasser eine Leitfähigkeit von höchstens 1,0 $\mu\text{S/cm}$, bevorzugt höchstens 0,8 $\mu\text{S/cm}$, besonders bevorzugt höchstens 0,5 $\mu\text{S/cm}$ aufweist.
- 25 **6.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Behandlung und/oder die Reinigung bei einer Temperatur zwischen 40 und 80 °C, bevorzugt zwischen 50 und 70 °C erfolgt.
- 30 **7.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest bei einem Verfahrensschritt eine zusätzliche Beaufschlagung des Bauteils mit Ultraschall, insbesondere in einem Frequenzbereich zwischen 10 kHz und 100 kHz, bevorzugt zwischen 30 kHz und 60 kHz, besonders bevorzugt zwischen 42 kHz und 47 kHz und insbesondere mit einer Leistung zwischen 500 und 3500 W/m², bevorzugt zwischen 1000 und 3000 W/m², besonders bevorzugt zwischen 1200 und 1500 W/m², bezogen auf die Oberfläche des Bauteils, erfolgt.
- 35 **8.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt a) und/oder b) über einen Zeitraum zwischen 1 und 10 min, bevorzugt zwischen 2 und 6 min, besonders bevorzugt zwischen 2 und 4 min ausgeführt wird.
- 40 **9.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt c) und/oder d) eine Kontaktierung des Bauteils mit gereinigter Luft erfolgt.
- 45 **10.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminium-Guss-, Aluminium-Knet-, Aluminium-Mangan-, Aluminium-Silicium-, Aluminium-Magnesium-, Aluminium-Kupfer-Legierungen und/oder Kombinationen und/oder Mischungen hieraus besteht.
- 50 **11.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahrensschritte a) und/oder b) durch Eintauchen, Auftragen, Besprühen und/oder Benetzen erfolgen.
- 55 **12.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil in Schritt b) in das Wasser eingetaucht wird und in Schritt c) mit einer Geschwindigkeit zwischen 5 und 20 cm/min, bevorzugt zwischen 10 und 15 cm/min aus dem Wasser entfernt wird.
- 13.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** folgende sukzessive Schritte:
 - a) zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit einer wässrigen Lösung einer Säure,
 - b) zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit deionisiertem Wasser,
 - c) erneute zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit einer wässrigen Lösung einer Säure,

- d) mindestens einem abschließenden Waschschrift des Bauteils **durch** zumindest teilweise Benetzung mit deionisiertem, bevorzugt vollentsalztem Wasser,
e) kontrolliertes Entfernen des Bauteils aus dem Wasser des Waschschriftes unter Inkontaktierung des Bauteils mit Luft, sowie
f) Ausbilden einer homogenen und kontaminationsfreien Passivierungsschicht

14. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor Schritt a) eine zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit deionisiertem Wasser erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Beaufschlagung mit Ultraschall bei den Schritten a) und c) erfolgt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte b), d) und/oder die vor Schritt a) erfolgende zumindest teilweise Benetzung des Bauteils mit deionisiertem Wasser bei Wassertemperaturen zwischen 10 und 30 °C, bevorzugt zwischen 15 und 25 °C durchgeführt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte a) und c) bei Säuretemperaturen zwischen 40 und 80 °C, bevorzugt zwischen 50 und 70 °C durchgeführt werden.

18. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Reinigung von Oberflächen von Bauteilen, wobei das Bauteil insbesondere ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus reflexiven und/oder refraktiven optischen Bauelementen, Spiegeln, Normalen, Referenzobjekten, Werkzeugen, Baffle, Fassungen, Gittern.