



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 013 415.5**

(22) Anmeldetag: **30.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **18.11.2010**

(51) Int Cl.⁸: **C25D 11/04** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2009-086503 31.03.2009 JP

(71) Anmelder:
**Suzuki Motor Corp., Hamamatsu-shi,
Shizuoka-ken, JP**

(74) Vertreter:
**Bohmann, A., Dipl.-Biol.Univ. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 80335 München**

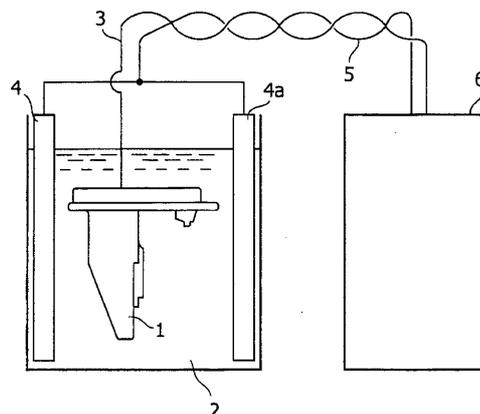
(72) Erfinder:
**Fujita, Masahiro, Hamamatsu-shi, Shizuoka-ken,
JP; Yamamoto, Tomoharu, Hamamatsu-shi,
Shizuoka-ken, JP; Tanaka, Hiroomi,
Hamamatsu-shi, Shizuoka-ken, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Beschichtung aus anodischem Oxid und Verfahren zum anodischen Oxidieren**

(57) Zusammenfassung: Eine Beschichtung aus anodischem Oxid weist weniger Unregelmäßigkeiten und eine ungleichmäßige Schichtstärke auf und ein Verfahren zum anodischen Oxidieren ergibt die Beschichtung. Genauer legt ein Verfahren zum anodischen Oxidieren eines Aluminium- oder Aluminiumlegierungselements eine Spannung an eine in ein Behandlungsbad eingetauchte Prozesskomponente an, wobei die Prozesskomponente aus einem mindestens eine Verunreinigung oder ein Additiv enthaltenden Aluminium- oder Aluminiumlegierungselement hergestellt ist. Das Verfahren umfasst das Anordnen eines Minusplattenpaars, so dass die Minusplatten sich der Prozesskomponente gegenüber befinden; und wiederholtes Durchführen eines an die Prozesskomponente eine positive Spannung anlegenden Prozesses und eines ladungsentfernenden Prozesses durch Verwenden eines anodisierenden Gleichstromquelle, eine Entladungs-Gleichstromquelle und einen Schalter umfassenden Stromversorgungsapparat, wobei der Schalter so gestaltet ist, dass er die Prozesskomponente und das Minusplattenpaar mit den Anschlüssen der anodisierenden Gleichstromquelle und der Entladungs-Gleichstromquelle verbindet, wobei die Anschlüsse zueinander gegensätzliche Polarität haben, und Kondensatoren und Regenerierungsschaltungen verbunden mit der entsprechenden Stromquelle parallel zu der Prozesskomponente und dem Minusplattenpaar. Hierbei wird eine in dem ladungsentfernenden Prozess verwendete Spannung auf einen Bereich von -22 bis -7 V geregelt.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beschichtung aus anodischem Oxid, die auf einer Oberfläche aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung aufgebracht ist, und ein Verfahren zum anodischen Oxidieren, um die Beschichtung zu erhalten.

2. Beschreibung der einschlägigen Technik

[0002] In einem konventionellen Gleichstrom-Eloxalverfahren für ein Aluminiumlegierungsmaterial wie bspw. ein Aluminiumgussmaterial (AC-Material) oder ein Aluminiumdruckgussmaterial (ADC-Material) war es zweckmäßig, das Zielobjekt in ein anodisierendes Fluid (wie bspw. ein Schwefelsäurebad) einzutauchen und einen Strom von 3 A oder weniger pro 1 dm² Mantelfläche des Zielobjekts anzulegen. Die Wachstumsgeschwindigkeit einer Beschichtung aus anodischem Oxid gemäß diesem Verfahren ist so niedrig wie 1.0 µm/min oder weniger sowohl für das AC-Material als auch für das ADC-Material. Darüber hinaus beinhaltet die Gleichstrombeschichtung aus anodischem Oxid eine große Zahl an Unregelmäßigkeiten und hat dadurch eine ungleichmäßige Schichtstärke. Eine derartige Unebenheit war ein Hauptfaktor bei der Minderung der Beschichtungsqualität.

[0003] Das Japanische Patent No. 4075918 (Patentdokument 1) offenbart beispielsweise ein Verfahren zum anodischen Oxidieren, bei dem ein Schritt des Anlegens einer positiven Spannung und ein Schritt des Entfernens von Ladungen wiederholt an einem in ein anodisierendes Fluid eingetauchten Zielobjekt durchgeführt werden. Die Beschichtungs-Wachstumsgeschwindigkeit gemäß diesem Verfahren ist höher als jene bei dem anodischen Oxidierverfahren mit Gleichstrom. Genauer erreicht dieses Verfahren für ein AC-Material eine Wachstumsgeschwindigkeit von 7.5 µm/min oder höher und eine Wachstumsgeschwindigkeit von 4.0 µm/min oder höher für eine Werkstück-Oberfläche eines 7.5% Si oder mehr enthaltenden ADC-Material. Darüber hinaus ist eine gemäß diesem Verfahren hergestellte Beschichtung glatt und hat eine gleichmäßige Schichtstärke. Deshalb ist diese Beschichtung auch hinsichtlich der Beschichtungsqualität der Beschichtung aus anodischem Oxid mit Gleichstrom überlegen.

[0004] Falls die Wachstumsgeschwindigkeit der Beschichtung für das AC-Material dennoch 13.0 µm/min oder höher oder für die Werkstückoberfläche des 7.5% Si oder mehr enthaltenden ADC-Materials 6.0 µm/min oder höher wird, bestehen bei diesem Verfahren Probleme dergestalt, dass eine Beschichtung aus anodischem Oxid eine große Zahl an Unregelmäßigkeiten umfasst und eine ungleichmäßige Schichtstärke aufweist, wie es auch bei der Beschichtung aus anodischem Oxid mit Gleichstrom der Fall ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung der oben genannten Umstände gemacht. Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Beschichtung aus anodischem Oxid mit weniger Unregelmäßigkeiten und mit einer gleichmäßigen Schichtstärke sowie ein Verfahren zum anodischen Oxidieren bereitzustellen, um eine solche Beschichtung zu erhalten.

[0006] Um das obige Ziel zu adressieren, stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum anodischen Oxidieren für ein Aluminium oder Aluminiumlegierungselement bereit, in dem eine Spannung an eine in ein Behandlungsbad eingetauchte Prozesskomponente angelegt wird, wobei die Prozesskomponente aus einem wenigstens eine Verunreinigung oder ein Additiv enthaltenden Aluminium- oder Aluminiumlegierungselement hergestellt ist. Das Verfahren umfasst das Anordnen eines Paares von Minusplatten, so dass sich die Minusplatten der Prozesskomponente gegenüber befinden; und wiederholtes Durchführen eines Prozesses des Anlegens einer positiven Spannung an die Prozesskomponente und eines Prozesses des Entfernens von Ladungen unter Verwendung einer Stromversorgungsapparatur. Der Stromversorgungsapparat umfasst eine anodisierende Gleichstromquelle, eine Entladungs-Gleichstromquelle, einen Schalter, der so gestaltet ist, dass er die Prozesskomponente und das Minusplattenpaar mit den Anschlüssen der anodisierenden Gleichstromquelle und der Entladungs-Gleichstromquelle verbindet, wobei die Anschlüsse zueinander gegensätzliche Polarität haben, und Kondensatoren und Regenerierungsschaltungen, die mit den entsprechenden Stromquellen parallel zu der Prozesskomponente und dem Minusplattenpaar verbunden sind. In dem Verfahren wird eine in dem Ladungsentfernenden Prozess verwendete Spannung so kontrolliert, dass sie in einem Bereich von -22 bis -7 V

ist.

[0007] Entsprechend dem Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Beschichtung aus anodischem Oxid mit weniger Unregelmäßigkeiten und mit einer gleichmäßigen Schichtstärke zu erhalten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] [Fig. 1](#) ist ein schematisches Diagramm einer Elektrolyseapparatur zum Durchführen eines Verfahrens zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0009] [Fig. 2](#) ist ein schematisches Diagramm einer modifizierten Ausführungsform einer Elektrolyseapparatur zum Durchführen des Verfahrens zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0010] [Fig. 3A](#) ist ein schematisches Diagramm, das eine weitere modifizierte Ausführungsform einer Elektrolyseapparatur zum Durchführen des Verfahrens zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, [Fig. 3B](#) ist ein Diagramm einer Stromversorgungsschaltung, die in der in [Fig. 3A](#) gezeigten Elektrolyseapparatur verwendet wird, und [Fig. 3C](#) ist ein Graph, der Wellenformen einer Spannung und eines Stroms zeigt, die von diesem Stromversorgungskreis bereit gestellt werden.

[0011] [Fig. 4](#) ist ein schematisches Diagramm einer weiteren modifizierten Ausführungsform einer Elektrolyseapparatur zum Durchführen des Verfahrens zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0012] [Fig. 5](#) ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit und Standardabweichung der Schichtstärkenverteilung für ein ADC12 Material zeigt.

[0013] [Fig. 6](#) ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer negativen Spannung und der Standardabweichung der Schichtstärkenverteilung für das ADC 12 Material zeigt.

[0014] [Fig. 7](#) ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer negativer Spannung und der Standardabweichung der Schichtstärkenverteilung für ein AC 8A Material zeigt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0015] Es wird ein Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0016] Ein Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann durch Verwendung einer Elektrolyseapparatur durchgeführt werden, die mit einem Behandlungsbad und einer Stromquelle ausgestaltet ist. [Fig. 1](#) zeigt ein Beispiel der Elektrolyseapparatur zur Verwendung in dem Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß dieser Ausführungsform. Die in [Fig. 1](#) gezeigte Apparatur umfasst ein Behandlungsbad **2**, eine Anodenübertragungsleitung **3**, ein Minusplattenpaar **4** und **4a**, eine Kathodenübertragungsleitung **5** und eine Stromquelle **6** und erlaubt einer überwiegend aus Aluminium oder einem Aluminiumlegierungselement hergestellten Prozesskomponente **1** hieran angebracht zu werden.

[0017] Die Prozesskomponente **1** ist ein Ziel für das Anodisieren. Ein Zielobjekt ist entweder Aluminium oder das Aluminiumlegierungselement. Abhängig von der beabsichtigten Verwendung kann das Zielobjekt Additive wie bspw. Si oder andere Verunreinigungen enthalten oder es kann beides, die Additive und die Verunreinigungen enthalten, oder kann weder solche Additive noch solche Verunreinigungen enthalten. Das Aluminiumlegierungselement kann beispielsweise ein Aluminiumgussmaterial, ein Aluminiumdruckgussmaterial oder ein expandiertes Aluminiummaterial sein. Darüber hinaus kann die Form eines solchen Aluminiums oder eines Aluminiumlegierungselements beispielsweise eine Plattenform oder eine Stangenform sein, ist jedoch hierauf nicht im Besonderen beschränkt.

[0018] Das Behandlungsbad **2** kann beispielsweise aus verdünnter Schwefelsäure, Oxalsäure, Phosphorsäure oder Chromsäure bestehen, ist jedoch nicht nur hierauf beschränkt. Das Behandlungsbad **2** kann ein üblicherweise zur Anodisierung verwendetes Behandlungsfluid, wie bspw. ein diprotonisches Säurebad, ein gemischtes Bad aus einem diprotonischen Säurebad und einer organischen Säure, oder ein basisches Bad verwenden. Das basische Bad kann eine Alkalierdmetallverbindung enthalten. Das basische Bad kann, soweit angemessen, wahlweise ein Borid oder ein Fluorid enthalten.

[0019] Das Behandlungsbad **2** umfasst einen Mechanismus, der ein ausreichendes Rühren durchführen kann. Ein solcher Mechanismus wird bereit gestellt, um einen lokalen Brand zu verhindern, der darin erzeugten Blasen und dergleichen zurechenbar ist. Durch ausreichendes Rühren des Behandlungsfluids ist es möglich, ein gleichmäßiges Beschichtungswachstum zu unterstützen.

[0020] Das Minusplattenpaar **4** und **4a** ist so innerhalb des Behandlungsbad **2** angeordnet, dass sich die Minusplatten einander gegenüber befinden, wobei die Prozesskomponente **1** in deren Mitte angeordnet ist. Die Minusplatten **4** und **4a**, die in das Behandlungsfluid **2** eingetaucht sind, weisen bevorzugterweise eine Mantelfläche auf, die in das Behandlungsfluid eingetaucht werden kann, welche mindestens 20-Mal größer als eine Mantelfläche der Prozesskomponente **1** ist. Eine solche Anordnung ist geeignet, um eine gleichmäßige Beschichtung zu erlangen.

[0021] Die Anodenübertragungsleitung **3** ist so ausgebildet, dass die aus Aluminium oder dem Aluminiumlegierungselement hergestellte Prozesskomponente **1** mit einer Anodenseite der Stromquelle **6** verbunden ist, während die Kathodenübertragungsleitung **5** so angeordnet ist, dass die Minusplatten **4** mit der Kathodenseite der Stromquelle **6** verbunden sind. Die Anodenübertragungsleitung **3** und die Kathodenübertragungsleitung **5** zur Stromübertragung zur Anode bzw. zur Kathode kann ein Material verwenden, das ohne Spannungen zu verursachen, einen Strom von oder mehr als 20 A pro 1 dm² der Mantelfläche der Prozesskomponente **1** und der Minusplatten **4** und **4b** leiten kann. Genauer können als die Übertragungsleitungen Kupferdrähte, Kupferplatten und dergleichen genutzt werden.

[0022] Die Stromquelle **6** ist so angeordnet, dass sie die Prozesskomponente **1** mit positiven Ladungen versorgt, um in einem sehr kurzen Zeitraum ein Anodisieren zu erreichen und um in einem sehr kurzen Zeitraum ein Freisetzen der an der Beschichtung während der Anodisierung akkumulierten Ladungen zu erreichen. Entsprechend besitzt eine in der elektrolytischen Vorrichtung verwendete Stromquelle **6** bevorzugterweise eine solche Funktion, um zwischen dem Anlegen einer positiven Spannung und dem Entfernen der Ladungen mit einer hohen Geschwindigkeit zu wechseln.

[0023] Als Nächstes werden die jeweiligen Schritte des Verfahrens zum anodischen Oxidieren unter Verwendung der in [Fig. 1](#) gezeigten Apparatur beschrieben.

[0024] Zuerst wird in einem die positive Spannung anlegenden Schritt die Kathodenübertragungsleitung **5** mit der Prozesskomponente **1**, hergestellt aus Aluminium oder dem Aluminiumlegierungselement, verbunden und dann wird die Prozesskomponente **1** in das Behandlungsbad **2** eingetaucht und durch Anlegen der positiven Spannung daran einem elektrolytischen Prozess unterzogen.

[0025] In einem ladungsentfernenden Schritt wird das Anlegen der positiven Spannung zeitweilig unterbrochen und dann die Elektroden kurzgeschlossen oder eine negative Spannung an die Elektroden angelegt. Genauer kann der Kurzschluss der Elektroden entweder durch direktes Verbinden der Anodenübertragungsleitung **3** mit der Kathodenübertragungsleitung **5** oder durch in Kontaktbringen der Prozesskomponente **1** mit den Minusplatten **4** durchgeführt werden. Hierbei ist das Anlegen der negativen Spannung bevorzugt, da dies den akkumulierten Ladungen erlaubt, schnell zu fließen und dabei den Zeitraum zu verkürzen, der zum Entlassen der Ladungen benötigt wird.

[0026] Nach dem Anlegen der positiven Spannung in ähnlicher Art und Weise für einen kurzen Zeitraum, wird das Anlegen der positiven Spannung unterbrochen und die akkumulierten Ladungen werden wieder entfernt. Der Prozess wird solange durch Wiederholen der oben beschriebenen Schritte fortgesetzt, bis die Beschichtung eine erwünschte Stärke erreicht. Hierbei variiert die Beschichtungsstärke abhängig von der beabsichtigten Verwendung und kann beispielsweise in einem Bereich von 5 um bis 50 um sein. Die Beschichtungsstärke ist jedoch nicht auf diesen Bereich beschränkt. In dieser Ausführungsform wird das folgende Verfahren angewandt, um das Anlegen der positiven Spannung und das Entfernen der Ladungen mit einer hohen Geschwindigkeit zu wiederholen.

[0027] Es ist zum Beispiel durch Verwendung einer Wechselstromquelle als die Stromquelle **6** möglich, ein Anlegen der positiven Spannung und ein Anlegen der negativen Spannung alternierend vorzunehmen. Mittlerweile ist es auch möglich Verbindungen zwischen einer Verbindung zu einer Gleichstromquelle zur Anodisierung zum Zeitpunkt der Anodisierung und einer Verbindung zu einer anderen Gleichstromquelle zum Entladen zum Zeitpunkt einer Entladung umzuschalten. In diesem Fall umfasst die Stromquelle **6** einen Schalter, der zum Schalten zwischen der Gleichstromquelle zum Anodisieren und der Gleichstromquelle zum Entladen mit einer hohen Geschwindigkeit ausgebildet ist, und wobei die Gleichstromquelle zum Anodisieren, die Gleich-

stromquelle zum Entladen und der Schalter insgesamt eine duale Wechselstrom-Gleichstromquelle bilden.

[0028] Eine Wellenform der angelegten Spannung ist nicht im Besonderen beschränkt und kann eine sinusoidale Welle, eine Rechteckswelle (Pulswelle), eine Dreieckswelle und dergleichen sein. Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass die wiederholt angebrachte Spannung konstant ist, da mit solch einer konstanten Spannung die Beschichtung gleichmäßig wächst, so dass es möglich ist die Beschichtungsstärke durch die Durchlaufzeit zu kontrollieren.

[0029] Obwohl ein geeigneter Wert zum Anlegen der positiven Spannung abhängig von der Größe der Mantelfläche des Zielobjektes variiert, kann der Wert für ein AC-Material bevorzugterweise in einem Bereich von etwa 20 bis 150 V oder bevorzugterweise in einem Bereich von 30 bis 100 V und für ein ADC-Material bevorzugterweise in einem Bereich von etwa 30 bis 150 V oder bevorzugterweise in einem Bereich von etwa 40 bis 100 V eingestellt werden.

[0030] Ein Anlegen der positiven Spannung kann innerhalb einer Anodisiergunsspanne gewählt werden, in der das Auftreten äußerlicher Mängel wie bspw. eine verbrannte Beschichtung oder eine geschmolzene Beschichtung verhindert wird.

[0031] Die anzulegende negative Spannung kann auf einen Bereich von -22 bis -7 V geregelt werden. Es ist insbesondere möglich, die Spannung für ein AC-Material bevorzugterweise in einem Bereich von etwa -21 bis -7 V, bevorzugterweise in einem Bereich von etwa -17 bis -11 V oder bevorzugtesterweise in einem Bereich von etwa -16 bis -14 V einzustellen und für ein ADC-Material bevorzugterweise in einem Bereich von etwa -22 bis -11 V, bevorzugterweise in einem Bereich von etwa -18 bis -13 V oder bevorzugtesterweise in einem Bereich von etwa -16 bis -14 V einzustellen.

[0032] Da sich die Ladungen zwischen der Beschichtung aus anodischem Oxid und dem Aluminiumlegierungselement anreichern, wird das Aluminium geschmolzen und oxidiert, um das Wachsen der Beschichtung zu verursachen. Das Auftreten von Schmelzen und Oxidieren des Aluminiums ist jedoch in einem Teil weniger wahrscheinlich, in dem eine große Menge eines Legierungselements, wie bspw. Si enthalten ist, und die Beschichtung wächst in diesem Teil weniger. Nun wird die negative Spannung angelegt, um die akkumulierten Ladungen zu entfernen, so dass ein Beschichtungswachstum signifikanter am dünnen Teil der Beschichtung mit einem weiteren Anlegen der positiven Spannung erfolgt. Dies geschieht, da die Ladungen schneller an einem dünnen Teil der Beschichtung als an einem stärkeren Teil der Beschichtung akkumuliert werden. Die Schichtstärke der Beschichtung wird gleichmäßig, indem auf diesem Wege das Anlegen der positiven Spannung zum Wachsen der Beschichtung und das Anlegen der negativen Spannung zum Entfernen der Ladungen in einem sehr kurzen Zyklus wiederholt werden. Wenn die Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit weiter erhöht wird, werden dennoch aufgrund eines erhöhten darauf fließenden Stromes mehr Ladungen an der Beschichtung akkumuliert und das Entfernen der Ladungen kann unzureichend werden. Als eine Konsequenz kann die Beschichtung viele Unregelmäßigkeiten aufweisen und die Schichtstärke wird ungleichmäßig. Wenn die negative Spannung im Übermaß angelegt wird, akkumulieren andererseits mehr negative Ladungen am dünnen Teil der Beschichtung, wo die Ladungen leicht akkumuliert werden, und die dadurch akkumulierten Ladungen inhibieren somit das Beschichtungswachstum (das Beschichtungswachstum wird inhibiert, da wenn die negativen Ladungen an der Beschichtung akkumuliert sind, die akkumulierten negativen Ladungen entfernt werden müssen, bevor die positive Spannung angelegt wird, um eine anodische Oxidationsreaktion zu verursachen). Infolgedessen wird die Schichtstärke der Beschichtung ungleichmäßig. Entsprechend ist das Anlegen der optimalen negativen Spannung wichtig, um eine Beschichtung mit der gleichmäßigen Schichtstärke zu erhalten.

[0033] Als ein Beispiel für die Verwendung einer Wechselstromquelle zeigt [Fig. 2](#) eine Elektrolyseapparatur, die als einen Bestandteil eine duale Wechselstrom-Gleichstromquelle **6a** umfasst, die für die Durchführung eines dualen Wechselstrom-Gleichstromprozess ausgeführt ist, der einen Gleichstrom und einen Wechselstrom kombiniert. Die duale Wechselstrom-Gleichstromquelle **6a** versorgt die Prozesskomponente **1** zur Anodisierung in einem sehr kurzen Zeitraum mit positiven Ladungen und verursacht das Entlassen der während der Anodisierung an der Beschichtung akkumulierten Ladungen in einem sehr kurzen Zeitraum. Entsprechend ist die Wechselstrom-Gleichstromquelle **6a** zur Verwendung als Stromquelle für die Elektrolyseapparatur zum Durchführen des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung geeignet. Insbesondere ist, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, die duale Wechselstrom-Gleichstromquelle **6a**, in der eine Wechselstromquelle **61** und eine Gleichstromquelle **62** mit einander in Reihe verbunden sind, auch insoweit vorteilhaft, als dass es auch möglich ist, beim Schalten der Stromquellen Überspannungen zu beseitigen. In dieser Elektrolyseapparatur ist es bevorzugt, die Anodenübertragungsleitung **3** und die Kathodenübertragungsleitung **5** einander umschlingen oder eng anein-

ander anliegen zu lassen, wobei ein Isolator zum Zweck des Verhinderns eines Frequenzen zurechenbaren Stromverlusts dazwischen eingefügt wird.

[0034] Fig. 3A zeigt eine Elektrolyseapparatur, die als einen Bestandteil eine zur Durchführung eines elektrolytischen Gleichstromprozess angeordnete Stromquelle **6b** umfasst. Diese Stromquelle **6b** umfasst eine anodisierende Gleichstromquelle **63**, eine Entladungs-Gleichstromquelle **64** und einen Schalter **65** und ist in der Lage, zwischen dem Anlegen der positiven Spannung und dem Entfernen der Ladungen durch Verwendung des Schalters **65** zu schalten. Verglichen mit der in Fig. 2 gezeigten Apparatur, ist diese Elektrolyseapparatur vorteilhaft, insoweit, als dass sie eine weit kleinere Anzahl von Bestandteilen benötigt und dadurch ihr Herstellungsprozess weniger kostet.

[0035] Fig. 3B zeigt eine besondere Stromschaltungskonfiguration der Apparatur in Fig. 3A. Eine Stromquelle **6e** umfasst eine anodisierende Gleichstromquelle **67**, eine Entladungs-Gleichstromquelle **68** und einen Schalter (einen Wechselrichter) **69** und ist in der Lage zwischen dem Anlegen der positiven Spannung und dem Entfernen der Ladungen durch Verwendung des Schalters **69** zu schalten. Die Stromquelle **6b** in Fig. 3A entspricht der Stromquelle **6e**, die anodisierende Gleichstromquelle **63** darin entspricht der anodisierenden Gleichstromquelle **67**, die Entladungs-Gleichstromquelle **64** entspricht der Entladungs-Gleichstromquelle **68** und der Schalter **65** entspricht dem Schalter **69**. Die Bezugszeichen **81**, **82**, **84** und **85** bezeichnen Hochgeschwindigkeits-Halbleiterschalter, von denen jeder aus einem Leistungsvorrichtung wie bspw. einem IGBT oder einem Leistungs-MOS-FET gebildet ist.

[0036] Zum Zeitpunkt der Anodisierung wird der Schalter **81** angeschaltet, wodurch das Anodisieren unter Verwendung der Ladungen von der anodisierenden Gleichstromquelle **67** und einem Kondensator **83** durchgeführt wird. Als Nächstes wird der Schalter **81** ausgeschaltet, während ein Strom durch Anschalten des Schalters **82** regeneriert wird, wodurch das Schalten zu der Entladungs-Gleichstromquelle **68** vorbereitet wird. Diese Arbeitsvorgang hat auch dadurch eine Wirkung dahingehen, dass durch ihn eine Zeitverzögerung vor dem Schalten bedingt wird, so dass die anodisierende Gleichstromquelle **67** und die Entladungsgleichstromquelle **68** nicht kurzgeschlossen werden. Zum Entladungszeitpunkt wird der Schalter **84** angeschaltet, wodurch die an der Beschichtung akkumulierten Ladungen entlassen werden, indem die Ladungen von der Entladungs-Gleichstromquelle **68** und einem Kondensator **86** verwendet werden. Als nächstes wird der Schalter **84** ausgeschaltet, während ein Strom durch Anschalten des Schalters **85** regeneriert wird, wodurch das Schalten zu der anodisierenden Gleichstromquelle **67** vorbereitet wird. Das Verfahren zur anodischen Oxidierung wird durch Wiederholung dieser Arbeitsvorgänge durchgeführt. Auf diese Weise ist es möglich, Spannung und Stromwellenformen wie in Fig. 3C gezeigt zu erhalten.

[0037] Diese Elektrolyseapparatur ist die konkrete Ausgestaltung der Konfiguration in Fig. 3A, die insoweit vorteilhaft ist, als dass sie eine weit kleinere Zahl an Bauteilen benötigt und dadurch deren Herstellungsprozess verglichen mit der in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung weniger kostet und dass es möglich ist, ein unmittelbares Schalten in einer Größenordnung von Mikrosekunden zu erreichen unter Verwendung der Hochleistungskondensatoren **83** und **86** und der Regenerierungsschaltungen bildenden Schalter **82** und **85**, wodurch ein Einfluss aufgrund von Überstrom reduziert wird, wobei die Kondensatoren **83** und **86** und die Schalter **82** und **85** in Fig. 3A dargestellt sind.

[0038] Fig. 4 zeigt eine Elektrolyseapparatur, die als ein Bauteil die Stromquelle **6c** umfasst, die zur Durchführung des elektrolytischen Gleichstromprozesses ausgestaltet ist. Die Stromquelle **6c** umfasst eine Gleichstromquelle **66**, zwei oder mehr Kathodenpaare und eine Kathoden-Schaltvorrichtung **7** und erreicht das Anlegen der positiven Spannung und das Entfernen von Ladungen mittels Transfer der Ladungen auf ein Werkstück. Die Minusplatten **4** und **4a** sind mit einer Kathodenübertragungsleitung **5a** über die Schaltvorrichtung **7** verbunden. Die Schaltvorrichtung **7** wird zum alternierenden Schalten des Stromflusses zwischen den Minusplatten **4** und **4b** verwendet. Es ist möglich, die Beschichtung aus anodischem Oxid gemäß der vorliegenden Erfindung zu bilden, da die Ladungen in Richtung der Minusplatte **4** oder **4a** mit Stromfluss übergehen. Diese Elektrolyseapparatur hat insbesondere einen Vorteil, dass wenn die Prozesskomponente **1** eine große Komponente ist und deshalb ein großer Strom während des anodischen Oxidierungsprozesses fließt, ein sich in innerhalb der Prozesskomponente **1** bewogender hoher Wechselstrom beibehalten wird. Als Konsequenz wird eine Strombelastung gering gehalten.

[0039] Wenn das Anlegen der positiven Spannung und das Anlegen der negativen Spannung durch Verwendung der Wechselstromquelle, der dualen Gleichstrom-Wechselstromquelle oder Ähnlichem durchgeführt wird, kann jeder Zeitraum des Stromflusses pro Anlegen der positiven Spannung der Größe der Mantelfläche des Zielobjektes angemessen auf einen Bereich von 25 µs bis 500 µs eingestellt werden.

[0040] Wenn ein Anlegen der positiven Spannung und ein Anlegen der negativen Spannung im selben Zeitraum wiederholt werden, dann ist es bevorzugt, den Prozess mit einem Zyklus von 50 µs bis 1000 µs durchzuführen.

[0041] Beim Durchführen des elektrolytischen Prozesses, in dem das Anlegen der positiven Spannung und das Entfernen von Ladungen wiederholt durchgeführt werden, ist es möglich lokales Beschichtungswachstum zu unterdrücken und dadurch ein gleichmäßiges Beschichtungswachstum zu verursachen. Darüber hinaus ist es durch Anpassen der Frequenzen des Schaltens zwischen Anlegen der positiven Spannung und Entfernen der Ladungen möglich, die Wachstumslänge der Beschichtung aus anodischem Oxid in eine Richtung ebenso wie dessen Verzweigungshäufigkeit zu kontrollieren. Diese Kontrolle wird benötigt, da die Wachstumsrichtung verändert oder verzweigt sein könnte, wenn die positive Spannung nach dem Entfernen von Ladungen wieder angelegt wird. Das Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit für ein AC-Material von 13.0 µm/min oder mehr und eine Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit für eine Werkstückoberfläche aus einem 7.5% Si oder mehr enthaltenden ADC-Material von 6.0 µm/min oder mehr erreichen. Deshalb sind die Beschichtungs-Wachstumsgeschwindigkeiten für das AC-Material auf ungefähr 20 µm/min und für eine Werkstückoberfläche aus dem 7.5% Si oder mehr enthaltenden ADC-Material auf ungefähr 14 µm/min erhöht (siehe Tabelle 2 und Tabelle 4).

[0042] Die vorliegende Erfindung wird nun durch Verwenden von Beispielen ausführlicher beschrieben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht nur auf diese Beispiele beschränkt ist.

BEISPIELE

Verfahren zum Evaluieren der Beschichtungsglätte

[0043] Während der Herstellung anodischer Beschichtungen durch das Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung werden mehrere Typen von anodischen Beschichtungen durch Anlegen vielfältiger negativer Spannungen hergestellt. Dann werden die Beschichtungen aus anodischem Oxid vertikal geschnitten, so dass Querschnitte der Beschichtungen freigelegt und betrachtet werden. Unter Verwendung eines jeden dieser Querschnitte werden die Schichtstärken an 30 Positionen in einem Abstand von etwa 20 µm gemessen, so dass eine Schichtstärkenverteilung erhalten wird. Jede der Beschichtungen wird evaluiert, wobei eine Standardabweichung der Schichtstärkenverteilung als Glätte angesehen wird. Die Standardabweichung σ der Schichtstärkenverteilung ist durch die folgende Gleichung 1 wiedergegeben:

Gleichung 1

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

(wobei n die Zahl gemessener Positionen angibt (30 Positionen), x_i die gemessene Schichtstärke angibt und \bar{x} eine durchschnittliche Schichtstärke angibt.)

[0044] Insbesondere wenn die Standardabweichung σ kleiner ist, weist die Beschichtung eine vom Durchschnitt der Schichtstärken weniger abweichende Schichtstärke auf (die Schichtstärke ist gleichmäßig) und die Beschichtung ist glatt. Hierbei wird die Beschichtungsglätte als die Standardabweichung angesehen und ein Wirkungsbereich (in dem die Schichtstärke der Beschichtung als gleichmäßig und die Beschichtung als glatt angesehen wird) ist definiert als "gleich oder kleiner dem Wert des Medians zwischen der Standardabweichung einer anodischen Gleichstrombeschichtung und einer Standardabweichung einer Beschichtung nach einem Verfahren zum anodischen Oxidieren wie im Patentdokument 1 offenbart (eine konventionelle Beschichtung mit einer gleichmäßigen Schichtstärke)".

Beispiel 1

[0045] Ein Aluminiumlegierungs-Druckgussmaterial ADC12 wurde dem Verfahren zum anodischen Oxidieren nach dem Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß der vorliegenden Erfindung unterzogen. Das bei 20°C 10 Vol.-% Schwefelsäure enthaltende Behandlungsbad wurde vorbereitet. Die positive Spannung wurde auf +60 V eingestellt und eine Zeitspanne zum Anlegen der positiven Spannung wurde auf 56 µs eingestellt. Währenddessen wurde die negative Spannung auf -15 V eingestellt und eine Zeitspanne zum Anlegen der negativen Spannung wurde auf 56 µs eingestellt. Die positive Spannung und die negative Spannung wurden mehrfach für 1 Minute angelegt, bis die Schichtstärke der Beschichtung mit anodischem Oxid auf eine Stärke in ei-

nem Bereich von 7 to 10 μm gewachsen war. Ergebnisse des Beispiels 1 sind in [Fig. 5](#) und Tabelle 1 dargestellt.

Vergleichsbeispiel 1

[0046] Das Aluminiumlegierungs-Druckgussmaterial ADC12 wurde dem Verfahren zum anodischen Oxidieren nach einem herkömmlichen Verfahren zum anodischen Oxidieren mit Gleichstrom (Verfahren 1) unterzogen. Das bei 20°C 10 Vol.-% Schwefelsäure enthaltende Behandlungsbad wurde vorbereitet. Der Prozess wurde bei einer Stromdichte von 1.5 A/dm² für 10 Minuten durchgeführt, bis die Schichtstärke der Beschichtung aus anodischem Oxid auf eine Stärke in einem Bereich von 7 bis 10 μm angewachsen war. Ergebnisse des Vergleichsbeispiels 1 sind in [Fig. 5](#) und Tabelle 1 dargestellt.

Vergleichsbeispiel 2

[0047] Das Aluminiumlegierungs-Druckgussmaterial ADC12 wurde dem Verfahren zum anodischen Oxidieren nach dem im Patentdokument 1 veröffentlichten Verfahren zum anodischen Oxidieren unterzogen (Verfahren 2). Das bei 20°C 10 Vol.-% Schwefelsäure enthaltende Behandlungsbad wurde vorbereitet. Die positive Spannung wurde auf +45 V eingestellt und eine Zeitspanne zum Anlegen der positiven Spannung wurde auf 30 μs eingestellt. Währenddessen wurde die negative Spannung auf -2 V eingestellt und eine Zeitspanne zum Anlegen der negativen Spannung wurde auf 30 μs eingestellt. Die positive Spannung und die negative Spannung wurden mehrfach für 4 Minuten angelegt bis die Schichtstärke der Beschichtung aus anodischem Oxid auf eine Stärke in einem Bereich von 7 bis 10 μm gewachsen war. Ergebnisse des Vergleichsbeispiels 2 sind in [Fig. 5](#) und Tabelle 1 dargestellt.

Vergleichsbeispiel 3

[0048] Das Aluminiumlegierungs-Druckgussmaterial ADC12 wurde dem Verfahren zum anodischen Oxidieren gemäß einem Verfahren unterzogen, das erhalten wurde, indem das in Patentdokument 1 veröffentlichte Verfahren zum anodischen Oxidieren modifiziert wurde, wobei die Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit im modifizierten Verfahren erhöht war (Verfahren 3). Das bei 20°C 10 Vol.-% Schwefelsäure enthaltende Behandlungsbad wurde vorbereitet. Die positive Spannung wurde auf +60 V eingestellt und eine Zeitspanne zum Anlegen der positiven Spannung wurde auf 56 μs eingestellt. Währenddessen wurde die negative Spannung auf 0 V eingestellt und eine Zeitspanne zum Anlegen der negativen Spannung wurde auf 56 μs eingestellt. Die positive Spannung und die negative Spannung wurden wiederholt für 1 Minute angelegt, bis die Schichtstärke der Beschichtung aus anodischem Oxid auf eine Stärke in einem Bereich von 7 bis 10 μm gewachsen war. Ergebnisse des Vergleichsbeispiels 3 sind in [Fig. 5](#) und Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

	Zeitspanne des Spannungsanlegens [μs]	Zyklus [μs]	Positive Spannung [V]	Negative Spannung [V]	Durchschnittliche Schichtstärke [μm]	Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit [$\mu\text{m}/\text{min}$]	Standardabweichung σ [μm]
Beispiel 1	56	152	60	-15	8.4	8.4	2.0
Vergleichsbeispiel 1 (Verfahren 1)	-	-	Stromdichte 1.5 A/dm ²		7.4	0.7	3.8
Vergleichsbeispiel 2 (Verfahren 2)	30	100	45	-2	9.7	2.4	2.1
Vergleichsbeispiel 3 (Verfahren 3)	56	152	60	0	8.8.	8.8.	4.1

[0049] [Fig. 5](#) und Tabelle 1 zeigen, dass Vergleichsbeispiel 1 eine sehr geringe Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit und eine schlechte Gleichmäßigkeit der Schichtstärke aufweist. Die Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit und die Gleichmäßigkeit der Schichtstärke sind jedoch in Vergleichsbeispiel 2 signifikant verbessert ((a) in [Fig. 5](#)). Vergleichsbeispiel 3 hat, verglichen mit Vergleichsbeispiel 2 eine weiter erhöhte Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit. Da die Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit erhöht ist, ist die Standardabweichung der Schichtstärkenverteilung erhöht und dadurch ist gezeigt, dass die Gleichmäßigkeit der Schichtstärke erniedrigt ist ((b) in [Fig. 5](#)). In Beispiel 1 wurde die negative Spannung angemessen geregelt, um dieses Problem zu lösen. Beispiel 1 erhält erfolgreich eine Gleichmäßigkeit der Schichtstärke, die gleichwertig zu der durch Vergleichsbeispiel 2 erhaltenen Beschichtung ist, während die Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit gleichwertig zu der von Vergleichsbeispiel 3 ist ((c) in [Fig. 5](#)).

Beispiel 2

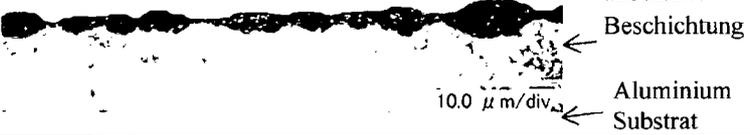
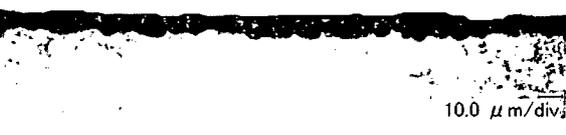
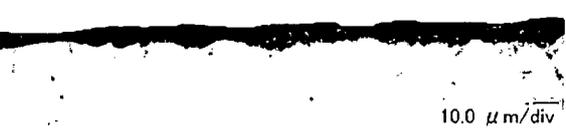
[0050] Das Aluminiumlegierungs-Druckgussmaterial ADC12 wurde als ein Probestück verwendet und die Verfahren zum anodischen Oxidieren wurden jeweils gemäß Verfahren 1 bis 3 durchgeführt. Verfahren 1 wurde auf eine ähnliche Weise wie Vergleichsbeispiel 1 durchgeführt, während Verfahren 2 auf eine ähnliche Weise wie Vergleichsbeispiel 2 durchgeführt wurde. Zwischenzeitlich wurde Verfahren 3 in einer ähnlichen Weise wie Vergleichsbeispiel 3 durchgeführt, mit dem Unterschied, dass diverse negative Spannungen angelegt wurden. Dabei wurde die Gleichmäßigkeit der Schichtstärke während dem Anlegen diverser Spannungen gemessen. Darüber hinaus wurden für dieses Beispiel drei verschiedene Probestücke (A, B, und C) mit beiderseitig verschiedenen Oberflächenformen verwendet. Standardabweichungen der Schichtstärkenverteilung während dem Verändern der negativen Spannungen sind in [Fig. 6](#) und Tabelle 2 dargestellt und fotografische Bilder der Querschnitte sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 2

Pr ob e stü ck	Verfah- rens Pro- zess	Zeit- spanne des Span- nungs- anle- gens [μ s]	Zyklus [μ s]	positive Span- nung [V]	negati- ve Span- nung [V]	Durch- schnittliche Schichtstärke [μ m]	Beschich- tungwachs- tumsge- schwindig- keit [μ m/min]	Stan- dard ab- wei- chung σ [μ m]
A	Verfahren 1	-	-	Stromdichte 1.5 A/dm ²		7.4	0.7	3.8
	Verfahren 2	30	100	45	-2	9.7	2.4	2.1
	Verfahren 3	56	152	60	0	8.8	8.8	4.1
		56	152	60	-10	10.5	10.5	3.3
		56	152	60	-15	8.4	8.4	2.0
		56	152	60	-20	10.9	10.9	2.8
		56	152	60	-30	10.7	10.7	3.4
56	152	60	-40	10.3	10.3	4.0		
B	Verfahren 1	-	-	Stromdichte 2 A/dm ²		11.5	0.5	4.2
	Verfahren 2	30	100	45	-2	13.2	2.6	2.0
	Verfahren 3	60	160	50	0	12.6	12.6	4.3
		60	160	50	-4	12.3	12.3	3.6
		60	160	50	-8	14.0	14.0	3.2
		60	160	50	-12	12.2	12.2	3.0
		60	160	50	-15	13.4	13.4	2.3
		60	160	50	-20	10.6	10.6	2.8
		60	160	50	-25	11.7	11.7	3.4
60	160	50	-35	7.6	7.6	4.0		
C	Verfahren 1	-	-	Stromdichte 1.5 A/dm ²		5.4	0.5	3.5
	Verfahren 2	56	152	55	-2	7.5	1.9	2.0
	Verfahren 3	111	262	80	0	7.9	7.9	3.8
		111	262	80	-10	8.8	8.8	3.1
		111	262	80	-15	7.3	7.3	2.2
111	262	80	-20	7.3	7.3	2.6		

* behandelter Bereich des Probestücks A: 2.7 dm²* behandelter Bereich des Probestücks B: 3.6 dm²* behandelter Bereich des Probestücks C: 11 dm²

Tabelle 3

Verfahrensprozess	negative Spannung [V]	Standard Abweichung σ [μm]	photografische Bilder der Querschnitte der Beschichtung
Verfahren 1	-	3.8	
Verfahren 2	-2	2.1	
Verfahren 3	0	4.1	
	-10	3.3	
	-15	2.0	
	-20	2.8	
	-30	3.4	
	-40	4.0	

[0051] Fig. 6, Tabelle 2 und Tabelle 3 stellen als Ergebnis die verbesserte Gleichmäßigkeit der Schichtstärke bei einer auf einen Bereich von -22 V bis -11 V eingestellten negativen Spannung dar. Falls die angelegte negative Spannung klein ist (nahe 0 V), werden die Ladungen nur unzureichend entfernt. Falls andererseits die

angebrachte negative Spannung übermäßig groß ist, akkumuliert eine große Menge negativer Ladungen in einem dünnen Teil der Beschichtung, in dem die Ladungen eher akkumulieren, wodurch das Wachstum der Beschichtung inhibiert wird. Solch ungenügendes Entfernen von Ladungen und Akkumulieren von negativen Ladungen könnten Faktoren für die ungleichmäßige Schichtstärke sein.

Beispiel 3

[0052] Ein AC8A Material wird als ein Probestück verwendet und das Verfahren zum anodischen Oxidieren wird gemäß den Verfahren ähnlich zu denen in Beispiel 2 durchgeführt, um einen Wirkungsbereich der negativen Spannung zu bestimmen. Es wird hierbei ein Typ Probestück verwendet. Darüber hinaus wurde auch untersucht, ob der optimale Bereich der negativen Spannung der gleiche bleibt oder nicht, während die positive Spannung verändert wird. Standardabweichungen der Schichtstärkenverteilung bei Veränderung der negativen Spannung sind in [Fig. 7](#) und Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4

Verfahrensprozess	Zeitspanne des Spannungsanlegens [μ s]	Zyklus [μ s]	positive Spannung [V]	negative Spannung [V]	durchschnittliche Schichtstärke [μ m]	Beschichtungswachstumsgeschwindigkeit [μ m/min]	Standardabweichung σ [μ m]
Verfahren 1	-	-	Stromdichte 2.5 A/dm ²		19.5	1.0	7.7
Verfahren 2	30	100	43	-2	17.0	4.3	4.3
Verfahren 3	60	160	48	0	13.7	13.7	6.7
	60	160	48	-10	13.3	13.3	5.3
	60	160	48	-15	14.1	14.1	3.8
	60	160	48	-20	14.3	14.3	5.9
	60	160	48	-30	11.8	11.8	7.9
	60	160	55	0	19.0	19.0	7.2
	60	160	55	-5	18.7	18.7	6.9
	60	160	55	-10	16.0	16.0	5.7
	60	160	55	-15	19.6	19.6	3.6
	60	160	55	-20	19.6	19.6	5.9
	60	160	55	-30	11.1	11.1	7.6
60	160	55	-40	14.4	14.4	9.0	

[0053] [Fig. 7](#) und Tabelle 4 zeigen Ergebnisse, nach denen die Gleichmäßigkeit der Schichtstärke verbessert ist, wenn die negative Spannung in einem Bereich von -21 V bis -7 V eingestellt ist. Ähnlich zu den Ergebnissen aus Beispiel 2 werden, falls die angebrachte negative Spannung klein ist (nahe 0 V), die Ladungen nur unzureichend entfernt. Falls andererseits die angebrachte negative Spannung übermäßig groß ist, akkumuliert eine große Menge negativer Ladungen in einem dünnen Teil der Beschichtung, in dem die Ladungen eher akkumulieren, wodurch das Beschichtungswachstum inhibiert wird. Solch ungenügendes Entfernen von Ladungen und Akkumulieren von negativen Ladungen könnten Faktoren für die ungleichmäßige Schichtstärke sein.

[0054] Der Inhalt der Japanischen Patentanmeldung No. 2009-086503 umfassend die Beschreibung, die Ansprüche, die Zusammenfassung und die Zeichnungen wird hierin durch Bezugnahme vollständig aufgenommen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 4075918 [[0003](#)]
- JP 2009-086503 [[0054](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum anodischen Oxidieren eines Aluminium- oder Aluminiumlegierungselements durch Anlegen einer Spannung an eine in ein Behandlungsbad eingetauchte Prozesskomponente, wobei die Prozesskomponente aus einem wenigstens eine Verunreinigung oder ein Additiv enthaltenden Aluminium- oder Aluminiumlegierungselement hergestellt ist, wobei das Verfahren umfasst

Anordnen eines Minusplattenpaars, so dass die Minusplatten sich der Prozesskomponente gegenüber befinden; und

wiederholtes Durchführen eines eine positive Spannung an die Prozesskomponente anlegenden Prozesses und eines Prozesses des Entferns von Ladungen durch Verwenden eines Stromversorgungsapparates umfassend

eine anodisierende Gleichstromquelle,

eine Entladungs-Gleichstromquelle,

einen Schalter, der so gestaltet ist, dass er die Prozesskomponente und das Minusplattenpaar mit den Anschlüssen der anodisierenden Gleichstromquelle und der Entladungs-Gleichstromquelle verbindet, wobei die Anschlüsse zueinander gegensätzliche Polarität haben, und

Kondensatoren und Regenerierungsschaltungen, die mit den entsprechenden Stromquellen parallel zu der Prozesskomponente und dem Minusplattenpaar verbunden sind,

wobei eine in dem Prozess des Entferns der Ladungen verwendete Spannung auf einen Bereich von -22 bis -7 V geregelt ist.

2. Verfahren zum anodischen Oxidieren nach Anspruch 1, wobei das Aluminiumlegierungselement ein Aluminiumgussmaterial oder ein Aluminiumdruckgussmaterial ist.

3. Verfahren zum anodischen Oxidieren nach Anspruch 1, wobei die in dem Schritt des Entferns der Ladungen an die aus einem Aluminiumgussmaterial hergestellte Prozesskomponente anzulegende Spannung in einem Bereich von -21 V bis -7 V ist.

4. Verfahren zum anodischen Oxidieren nach Anspruch 1, wobei die in dem Schritt des Entferns der Ladungen an die aus einem Aluminiumdruckgussmaterial hergestellte Prozesskomponente anzulegende Spannung in einem Bereich von -22 V bis -11 V ist.

5. Beschichtung aus anodischem Oxid, gebildet durch das Verfahren zum anodischen Oxidieren nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

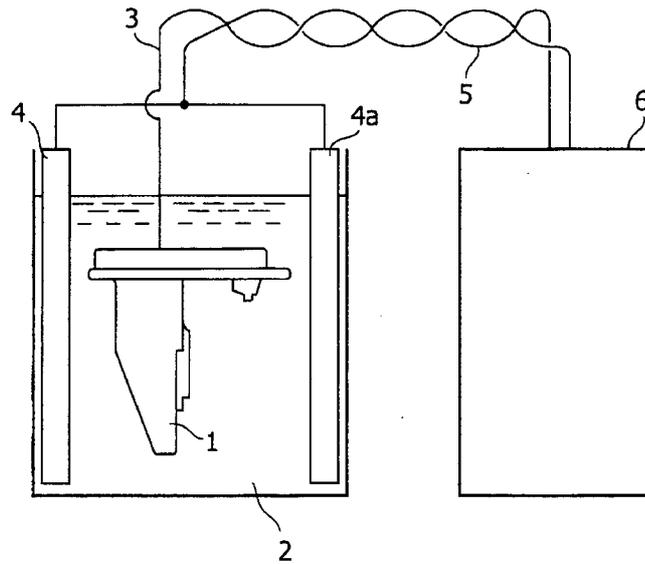


FIG.2

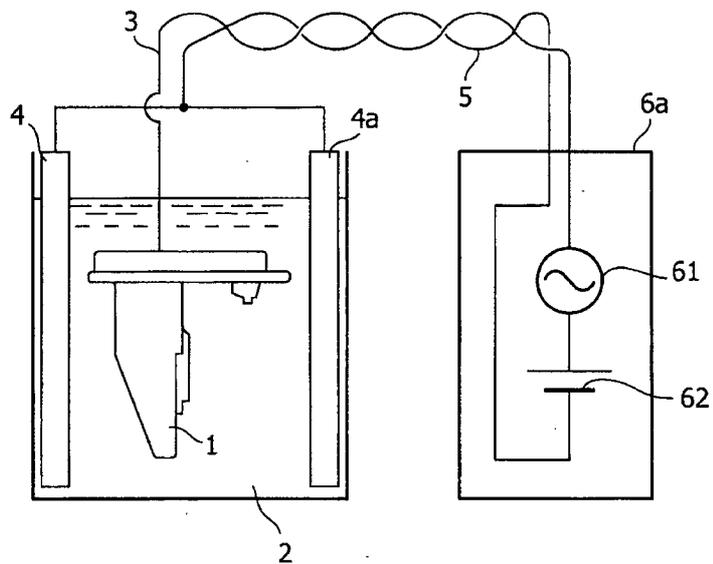


FIG.3(B)

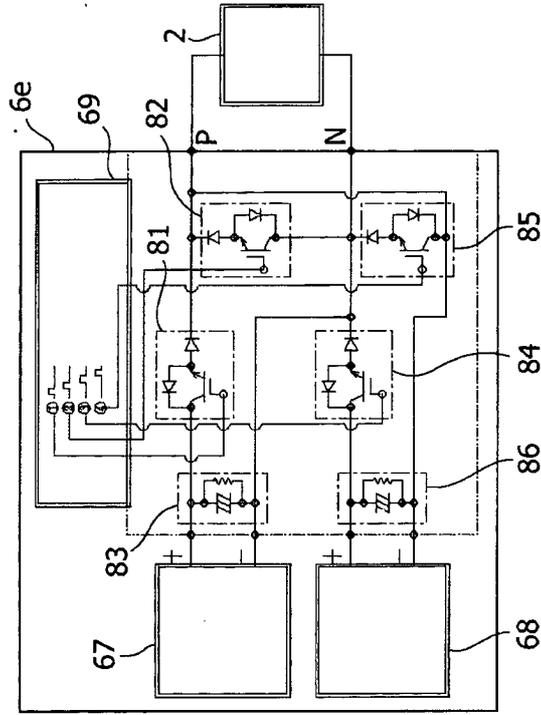


FIG.3(A)

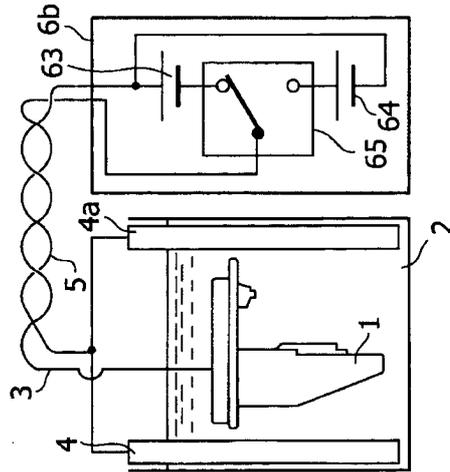


FIG.3(C)

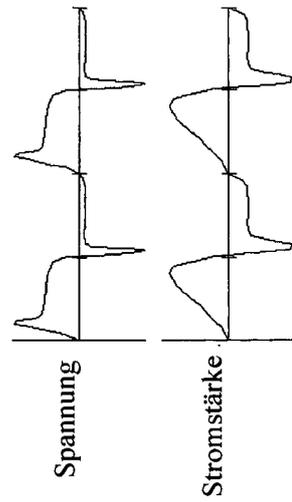


FIG.4

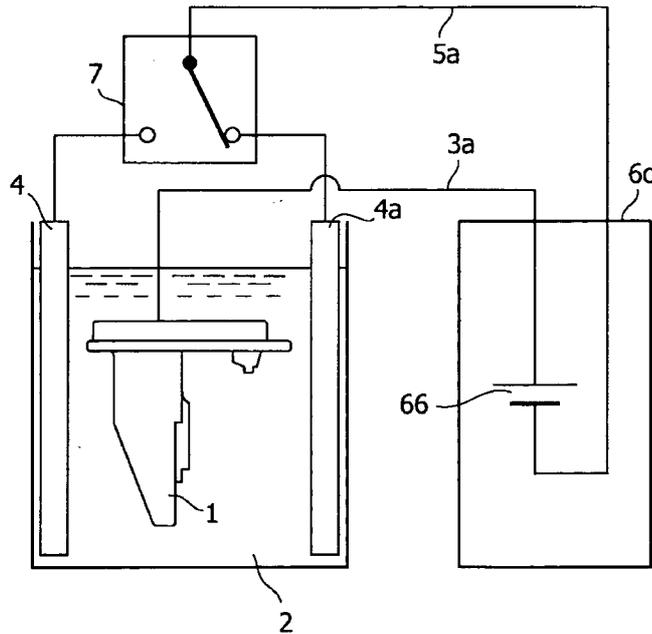


FIG.5

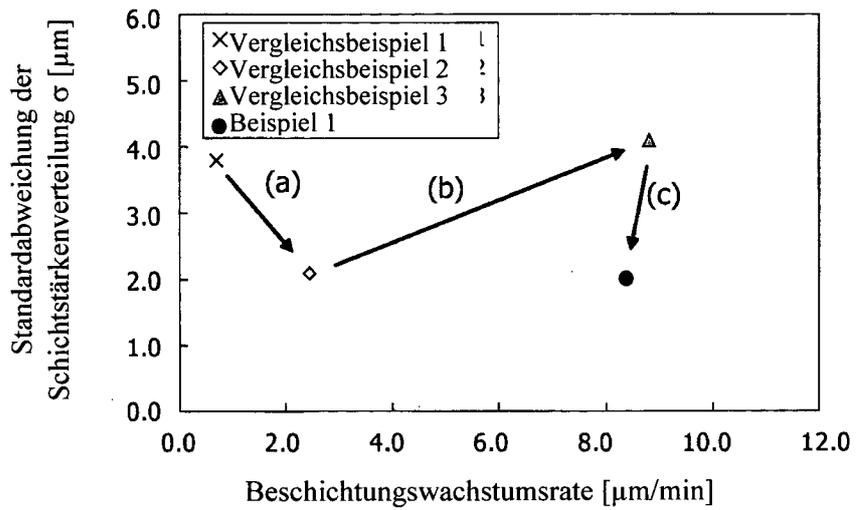


FIG.6

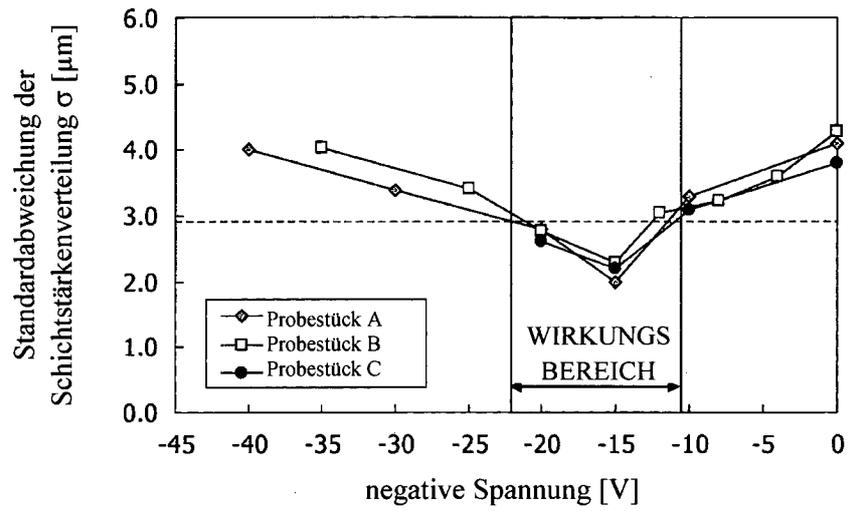


FIG.7

