(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 521500 A4 2020-02-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 51126/2018
(22) Anmeldetag: 18.12.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2020

(51) Int. Cl.: ***C23F 15/00*** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2012200838 A
JP S5259013 A
CN 107964640 A
CN 107245681 A

(71) Patentanmelder:
LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH
5282 Ranshofen (AT)

(72) Erfinder:
Frank Simon
4912 Neuhofen (AT)
Gneiger Stefan
3351 Weistrach (AT)
Betz Andreas
84347 Pfarrkirchen (DE)

(74) Vertreter:
WIRNSBERGER & LERCHBAUM Patentanwälte OG
8700 Leoben (AT)

AT 521500 A4 2020-02-15

(54) **Verfahren zur Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Magnesiumbasislegierung gebildeten Bauteiles gegen galvanische Korrosion sowie damit erhältliches korrosionsbeständiges Bauteil**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Magnesiumbasislegierung gebildeten Bauteiles gegen galvanische Korrosion, insbesondere mikrogalvanische Korrosion. Eine Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit gegen galvanische Korrosion wird erfindungsgemäß auf einfache Weise dadurch erreicht, dass eine eine vorbestimmte Dicke aufweisende Oberflächenschicht des Bauteiles, welche mit der Magnesiumbasislegierung gebildet ist, erhitzt wird, um die Oberflächenschicht mit einer homogenisierten Mischkristallphase auszubilden, wonach die Oberflächenschicht abgekühlt wird, sodass die Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase gebildet wird.
Weiter betrifft die Erfindung ein korrosionsbeständiges Bauteil, welches mit einem solchen Verfahren erhältlich ist.

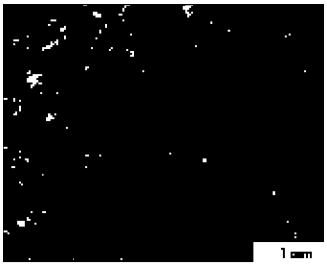


Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Magnesiumbasislegierung gebildeten Bauteiles gegen galvanische Korrosion, insbesondere mikrogalvanische Korrosion. Eine Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit gegen galvanische Korrosion wird erfindungsgemäß auf einfache Weise dadurch erreicht, dass eine eine vorbestimmte Dicke aufweisende Oberflächenschicht des Bauteiles, welche mit der Magnesiumbasislegierung gebildet ist, erhitzt wird, um die Oberflächenschicht mit einer homogenisierten Mischkristallphase auszubilden, wonach die Oberflächenschicht abgekühlt wird, sodass die Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase gebildet wird.

Weiter betrifft die Erfindung ein korrosionsbeständiges Bauteil, welches mit einem solchen Verfahren erhältlich ist.

Fig. 1

Verfahren zur Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Magnesiumbasislegierung gebildeten Bauteiles gegen galvanische Korrosion sowie damit erhältliches korrosionsbeständiges Bauteil

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Magnesiumbasislegierung gebildeten Bauteiles gegen galvanische, insbesondere mikrogalvanische Korrosion.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein korrosionsbeständiges Bauteil, gebildet mit einer Magnesiumbasislegierung, welches korrosionsbeständige Bauteil insbesondere mit einem solchen Verfahren erhältlich ist.

Magnesiumbasislegierungen (Mg-Basislegierungen) stellen einen häufig eingesetzten Konstruktionswerkstoff zur Fertigung von Bauteilen, beispielsweise mit Druckguss, dar. Nachteilig bei Mg-Basislegierungen ist jedoch deren geringe Korrosionsbeständigkeit, insbesondere gegen galvanische Korrosion. Dies gilt besonders für elektrolytische Umgebungen mit mittleren bis kleinen pH-Werten, wie beispielsweise Salzwasser. Eine Korrosion bzw. ein Korrosionsverhalten von üblichen Mg-Basislegierungen ist dabei insbesondere abhängig von unterschiedlichen Korrosionspotenzialen verschiedener metallischer Phasen der Mg-Basislegierung. Im Falle von AZ-Legierungen, beispielsweise AZ91 (Mg-Basislegierung aufweisend 9 Gew.-% Al, 1 Gew.-% Zn, Rest Mg), wird eine Korrosionsrate häufig unter anderem von einer intermetallischen $Mg_{17}Al_{12}$-Phase (β-Phase) bestimmt, welche gegenüber einer Mg-Mischkristallphase (α-Phase, auch als Mg(α)-Phase bezeichnet) bzw. Mg-Mischkristall-Matrix kathodisch wirkt und eine korrosive Auflösung der Mg-Mischkristallphase bewirkt. Auch Ausscheidungsphasen oder Verunreinigungen können unterschiedliche Korrosionspotenziale in der Mg-Basislegierung bewirken und damit Korrosionsprozesse fördern. Derartige mikrogalvanische bzw. phasenabhängige Korrosionsprozesse stellen häufig eine Limitierung für einen praktischen Einsatz von mit oder aus Mg-Basislegierungen gebildeten Bauteilen dar.

Es wurden daher verschiedene Verfahren entwickelt, um galvanischer Korrosion bei Bauteilen aus Mg-Basislegierungen entgegenzuwirken bzw. diese möglichst zu unterbinden. Dazu gehören einerseits Maßnahmen zur Verbesserung einer Korrosionsbeständigkeit der Mg-Basislegierung selbst, beispielsweise durch ein Vorsehen

von hohen Reinheitsgraden der Mg-Basislegierung bzw. deren Zusammensetzung, durch eine Homogenisierung der Mg-Basislegierung, indem das gesamte Bauteil wärmbehandelt wird und/oder durch gezieltes Legieren mit weiteren Elementen, insbesondere Seltenerdmetallen, um eine stabile und dichte Oxidschicht an einer Oberfläche eines mit der Mg-Basislegierung gebildeten Bauteiles zu erreichen. Andererseits sind außerdem Beschichtungsverfahren und Oberflächenbehandlungen bekannt, welche vorsehen, dass eine Oberfläche eines mit der Mg-Basislegierung gebildeten Bauteiles mit einer Schicht versehen wird, sodass eine Barriere zwischen einem inneren Bereich der Mg-Basislegierung und einer elektrolytischen Umgebung gebildet ist und damit galvanische Prozesse unterbunden werden. Hierzu gehören beispielsweise chemische Behandlungen, wie Chromatieren, elektrochemische Behandlungen, wie Galvanisieren, oder ein Aufbringen von Lacken auf eine Oberfläche des Bauteiles. Solche Verfahren sind jedoch in der Regel mit einem hohen Aufwand sowohl hinsichtlich einer Bauteilvorbereitung als auch einer Bauteilbeschichtung verbunden.

Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches eine Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Mg-Basislegierung gebildeten Bauteiles auf einfache und praktikable Weise ermöglicht.

Weiter ist es ein Ziel, ein korrosionsbeständiges Bauteil der eingangs genannten Art anzugeben, welches eine hohe Korrosionsbeständigkeit gegen galvanische Korrosion aufweist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art eine eine vorbestimmte Dicke aufweisende Oberflächenschicht des Bauteiles, welche mit der Magnesiumbasislegierung gebildet ist, erhitzt wird, um die Oberflächenschicht mit einer homogenisierten Mischkristallphase auszubilden, wonach die Oberflächenschicht abgekühlt wird, sodass die Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase gebildet wird.

Grundlage der Erfindung ist die Idee, ein mit oder aus einer Mg-Basislegierung gebildetes Bauteil nicht durch Aufbringen einer zusätzlichen Schicht auf eine Oberfläche des

Bauteiles oder durch chemische Veränderung einer Oberfläche des Bauteiles vor Korrosion zu schützen, sondern durch Veränderung einer Phasenstruktur einer Oberflächenschicht, welche mit oder aus der Magnesiumbasislegierung gebildet ist, also einer Randschicht des Bauteiles selbst. Indem lediglich die Phasenstruktur der Oberflächenschicht des Bauteiles verändert wird, bleibt die übrige Phasenstruktur bzw. mikrostrukturelle Zusammensetzung des Bauteiles bzw. der Mg-Basislegierung, mit welcher das Bauteil gebildet ist, unverändert, sodass mechanische Eigenschaften des Bauteiles praktisch nicht beeinflusst werden. Hierzu ist vorgesehen, dass die Oberflächenschicht des Bauteiles mit oder aus einer, insbesondere homogenisierten, übersättigten Mischkristallphase bzw. Phasenstruktur gebildet wird und damit ein Korrosionspotenzial der Oberflächenschicht reduziert ist. Die Oberflächenschicht bildet damit eine Barriere bzw. Schutzschicht gegen äußere galvanische Korrosionsbelastungen. Dies wird erreicht, indem die Oberflächenschicht erhitzt wird, sodass die Oberflächenschicht homogenisiert wird, also Phasen der Oberflächenschicht aufgelöst werden, und somit die Oberflächenschicht mit einer bzw. aus einer homogenisierten Mischkristallphase gebildet wird. Anschließend wird die Oberflächenschicht abgekühlt, üblicherweise verstärkt abgekühlt, insbesondere abgeschreckt, wodurch insbesondere eine Bildung von Ausscheidungen stark gehemmt bzw. verhindert ist, sodass die Oberflächenschicht mit bzw. aus einer übersättigten Mischkristallphase gebildet wird. Die Oberflächenschicht weist dabei eine bestimmte Dicke, üblicherweise von maximal einigen wenigen Millimetern auf, wodurch eine übrige mikrostrukturelle Zusammensetzung bzw. Phasenstruktur des Bauteiles praktisch nicht beeinflusst wird und somit mechanische Eigenschaften des Bauteiles unverändert erhalten bleiben.

Für eine effiziente Homogenisierung ist vorgesehen, dass eine Erhitzung der Oberflächenschicht maximal bis zu einer Liquidustemperatur der Magnesiumbasislegierung, bevorzugt maximal bis zu einem 0,9-Fachen einer Liquidustemperatur der Magnesiumbasislegierung, erfolgt. Als geeignet hat sich hierzu ein Erhitzen auf eine Temperatur zwischen einem 0,6 bis 0,9-Fachem der Liquidustemperatur erwiesen. Eine ausgeprägte Homogenität und besonders regelmäßig ausgebildete Dicke der Oberflächenschicht wird erreicht, wenn eine Erhitzung der Oberflächenschicht auf eine Temperatur zwischen einem 0,7 bis 0,8-Fachem der Liquidustemperatur erfolgt. Ein Erhitzen der Oberflächenschicht auf eine Liquidustemperatur der

Magnesiumbasislegierung oder insbesondere darüber hat sich als nachteilig hinsichtlich einer Regelmäßigkeit der Dicke der Oberflächenschicht erwiesen. Bei einem Erhitzen der Oberflächenschicht auf eine Temperatur größer als eine Liquidustemperatur der Magnesiumbasislegierung, also ein Aufschmelzen der Magnesiumbasislegierung, treten zudem häufig selektive Verdampfungsprozesse auf, welche eine Änderung einer Elementzusammensetzung einer Randschicht des Bauteiles bewirken können. Eine Erhitzung der Oberflächenschicht auf eine Temperatur größer als die Liquidustemperatur der Magnesiumbasislegierung ist insbesondere mit Sicht auf eine zu erreichende ausgeprägte Homogenisierung der Oberflächenschicht und damit verbundene besonders große Korrosionsbeständigkeit zu vermeiden.

Eine hohe Korrosionsbeständigkeit wird erreicht, wenn ein Abkühlen der Oberflächenschicht mit einer Abkühlrate von mehr als 10 K/s, bevorzugt mehr als 20 K/s, erfolgt. Hierdurch werden Diffusionsprozesse in der Mg-Basislegierung effizient gehemmt und ein hoher Homogenisierungsgrad der übersättigten Mischkristallphase erreicht. Dies gilt in besonderem Maße, wenn ein Abkühlen der Oberflächenschicht mit einer Abkühlrate von mehr als 30 K/s erfolgt.

Günstig ist es, wenn die Dicke der Oberflächenschicht auf kleiner als etwa 5 mm, bevorzugt zwischen 0,1 mm und 3,0 mm, eingestellt wird. Eine derartige Dicke hat sich als praktikabel erwiesen, um Korrosionsprozesse effizient zu minimieren. Grundsätzlich kann die Dicke der Oberflächenschicht je nach Einsatzzweck des Bauteiles angepasst gewählt werden. Bereits ein Einstellen der Dicke der Oberflächenschicht auf etwa 0,1 mm hat sich als ausreichend gezeigt, um Korrosionsprozesse stark zu minimieren. Für übliche Anwendungsbedingungen, insbesondere von konstruktiven Bauteilen, hat es sich als besonders geeignet erwiesen, wenn die Dicke der Oberflächenschicht zwischen 0,1 mm und 3,0 mm, bevorzugt zwischen 0,2 mm und 1,5 mm, eingestellt wird. Für einen Einsatz eines Bauteiles in einer korrosionsförderlichen Umgebung kann es aber auch zweckmäßig sein, wenn die Dicke der Oberflächenschicht zwischen 1,5 mm und 3,0 mm eingestellt wird.

Eine einfache Anwendung wird erreicht, wenn die Oberflächenschicht mit einem Lichtbogen, insbesondere einem Schweißlichtbogen, oder durch Induktion erhitzt wird. Insbesondere ein Lichtbogen, besonders praktikabel ein Schweißlichtbogen, hat sich als

günstig erwiesen, um eine Oberflächenschicht gezielt und im Speziellen lokalisiert aufzuheizen. Grundsätzlich können übliche dem Fachmann bekannte Methoden zum Aufheizen einer Materialoberfläche bzw. Oberflächenschicht, wie etwa elektrische Heizelemente verwendet werden. Als gut geeignet hat sich ein Aufheizen durch Induktion erwiesen. Dabei werden üblicherweise durch ein magnetisches Wechselfeld Wirbelströme in der Oberflächenschicht erzeugt, wodurch sich die Oberflächenschicht aufgrund deren elektrischen Widerstandes aufheizt. Vorteilhaft ist dabei außerdem, dass eine Eindringtiefe der Wirbelströme in die Oberflächenschicht gut steuerbar ist, wodurch die Dicke der Oberflächenschicht, welche aufgeheizt wird, präzise einstellbar ist. Als sehr einfach anzuwendende Methoden eines Aufheizens haben sich übliche im Rahmen von Schweißprozessen verwendete Aufheizverfahren erwiesen, beispielsweise ein Aufheizen mit einem Lichtbogen, mit einem Laserstrahl, mit einem Verbrennungsgas, mit Elektronenstrahlen und/oder mit Stromfluss über einen elektrischen Widerstand der Oberflächenschicht.

Zweckmäßig erfolgt ein Aufheizen der Oberflächenschicht unter Verwendung von Inertgas bzw. Schutzgas, um die aufgeheizte Oberfläche vor ungewollten Einflüssen der Umgebung, insbesondere chemischen Reaktionen mit der Umgebung wie Oxidation zu schützen. Hierzu kann etwa Inertgas bzw. Schutzgas, wie Argon, Helium oder Stickstoff, auf eine Oberfläche der Oberflächenschicht geleitet werden.

Bewährt hat es sich, dass die Dicke der Oberflächenschicht durch die zum Erhitzen der Oberflächenschicht zugeführte Leistung eingestellt wird. Auf diese Weise kann die notwendige Dicke der Oberflächenschicht, welche üblicherweise abhängig von einer Bauteilgröße und/oder einem späteren Einsatzzweck des Bauteiles vorbestimmt wird, eingestellt werden.

Abhängig von einem verwendeten Aufheizverfahren und/oder einer konkreten Zusammensetzung der Mg-Basislegierung kann es ausreichend sein, wenn lediglich eine Heizquelle abgeschaltet bzw. ein Heizen beendet wird, um ein ausreichend schnelles Abkühlen, insbesondere über eine Wärmeleitung des Bauteiles, zur Erzeugung einer übersättigten Mischkristallphase zu erreichen. So kann etwa bei einem Aufheizen der Oberflächenschicht mit einem Lichtbogen Wärmeenergie schnell und räumlich begrenzt zugeführt werden, wobei bei einem Abschalten des Lichtbogens bzw. Beenden des

Aufheizens eine Wärmeleitung des Bauteiles bzw. Bauteilmaterials häufig ausreichend ist, um einen aufgeheizten Bereich der Oberflächenschicht derart abzukühlen, dass eine übersättigte Mischkristallphase gebildet wird.

Günstig ist es, wenn die Oberfläche verstärkt abgekühlt wird, um ein verlässliches Ausbilden der Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase sicherzustellen. Mit verstärktem Abkühlen ist dabei ein Abkühlen mit einer zusätzlichen Maßnahme gemeint, welche eine Abkühlrate der Oberflächenschicht, insbesondere im Vergleich zu einem selbstständigen Abkühlen der Oberflächenschicht nach Beendigung des Aufheizens, erhöht.

Eine hohe Korrosionsbeständigkeit ist erreichbar, wenn ein Abkühlen der Oberflächenschicht mit einem Gasstrom, insbesondere einem Luftstrom, oder mit einem Flüssigkeitsbad, insbesondere einem Wasserbad, durchgeführt wird. Damit kann eine ausgeprägte Homogenität der übersättigten Mischkristallphase sichergestellt werden. Besonders mit einem Flüssigkeitsbad, vor allem einem Wasserbad, in welches das Bauteil bzw. die Oberflächenschicht üblicherweise zur Abkühlung zumindest teilweise eingetaucht wird, können hohe Abkühlraten umgesetzt werden und damit eine vorteilhafte große Homogenität der übersättigten Mischkristallphase erreicht werden. Eine einfache und aufwandsreduzierte Durchführung ist erreichbar, wenn ein Abkühlen der Oberflächenschicht mit einem Luftstrom oder einem Wasserbad durchgeführt wird.

Besonders geeignet ist das erfindungsgemäße Verfahren, wenn die Magnesiumbasislegierung neben Magnesium als Hauptanteil Aluminium als zweitgrößten Anteil enthält. Dies gilt vor allem für eine Magnesiumbasislegierung, aufweisend neben Magnesium als Hauptanteil (in Gew.-%)
mehr als 0,0 bis 20 % Aluminium,
optional mehr als 0,0 bis 1 % Zink,
Rest Magnesium und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

Wenn die Magnesiumbasislegierung neben Aluminium und Zink entsprechend den vorgenannten Gehaltsbereichen außerdem mit Mangan, bevorzugt mit einem Anteil von mehr als 0,0 bis 0,5 Gew.-% gebildet ist, kann eine Korrosionsbeständigkeit weiter erhöht werden.

Insbesondere die Klasse der bekannten AZ-Legierungen, bezeichnet gemäß fachüblicher Kurzbezeichnung nach ASTM-Standard, wie etwa AZ31 (Mg-Al3%-Zn1%, in Gew.-%), AZ61 (Mg-Al6%-Zn1%, in Gew.-%) oder AZ91 (Mg-Al9%-Zn1%, in Gew.-%), haben sich als gut geeignet für eine Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit gemäß vorgenanntem erfindungsgemäßen Verfahren erwiesen.

Das weitere Ziel der Erfindung wird durch ein korrosionsbeständiges Bauteil der eingangs genannten Art erreicht, welches korrosionsbeständige Bauteil insbesondere mit einem vorgenannten Verfahren erhältlich ist, wobei das korrosionsbeständige Bauteil eine eine bestimmte Dicke aufweisende Oberflächenschicht sowie einen an die Oberflächenschicht angrenzenden inneren Bereich aufweist, welche mit bzw. aus der Magnesiumbasislegierung gebildet sind, wobei die Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase gebildet ist und Oberflächenschicht und innerer Bereich eine unterschiedliche Phasenstruktur aufweisen. Indem die Oberflächenschicht mit oder aus einer übersättigten Mischristallphase gebildet ist, bildet diese eine Barriere bzw. Schutzschicht gegen äußere galvanische Korrosionsbelastungen und schützt damit insbesondere den inneren Bereich. Üblicherweise weist die Oberflächenschicht dabei eine Dicke von maximal einigen wenigen Millimetern auf, wodurch die mechanischen Eigenschaften des korrosionsbeständigen Bauteiles, welche häufig in erster Linie von der Phasenstruktur des inneren Bereiches bestimmt werden, im Vergleich zu einem Bauteil, welches keine solche Oberflächenschicht aufweist, nahezu unverändert erhalten sind.

Ein solches korrosionsbeständiges Bauteil ist auf einfache und praktikable Weise nach einem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlich. Es versteht sich, dass das korrosionsbeständige Bauteil bzw. dessen Oberflächenschicht bzw. dessen Magnesiumbasislegierung entsprechend bzw. analog den vorstehenden Merkmalen und Ausgestaltungen und mit den entsprechenden korrespondierenden Wirkungen, welche im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Magnesiumbasislegierung gebildeten Bauteiles bzw. dessen Oberflächenschicht bzw. dessen Magnesiumbasislegierung beschrieben sind, ausgebildet sein kann. In Bezug auf weitere erfindungsgemäße Ausgestaltungen oder Ausprägungen des korrosionsbeständigen Bauteiles bzw. dessen Oberflächenschicht bzw. dessen Magnesiumbasislegierung sowie deren vorteilhaften Wirkungen darf also besonders auf die vorstehenden Absätze verwiesen werden.

Mit Vorteil ist vorgesehen, dass die Dicke der Oberflächenschicht kleiner als etwa 5 mm, bevorzugt zwischen 0,1 mm und 3,0 mm, ist. Eine solche Dicke der Oberflächenschicht hat sich als praktikabel erwiesen, um Korrosionsprozesse effizient zu minimieren. Entsprechend den oben genannte Ausprägungen und Wirkungen hat sich eine Dicke der Oberflächenschicht zwischen 0,1 mm und 3,0 mm, bevorzugt zwischen 0,2 mm und 1,5 mm als besonders geeignet erwiesen, um Korrosionsprozesse stark zu minimieren. Für einen Einsatz des korrosionsbeständigen Bauteiles in einer korrosionsförderlichen Umgebung kann es zweckmäßig sein, wenn die Oberflächenschicht eine Dicke zwischen 1,5 und 3,0 mm aufweist.

Eine besonders hohe Korrosionsbeständigkeit ist erreichbar, wenn die Magnesiumbasislegierung neben Magnesium als Hauptanteil Aluminium als zweitgrößten Anteil enthält. Dies gilt vor allem für eine Magnesiumbasislegierung, aufweisend neben Magnesium als Hauptanteil (in Gew.-%)
mehr als 0,0 bis 20 % Aluminium,
optional mehr als 0,0 bis 1 % Zink,
Rest Magnesium und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

Bezüglich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der Magnesiumbasislegierung des korrosionsbeständigen Bauteiles wird auf die vorstehenden Absätze verwiesen, welche analog für das erfindungsgemäße korrosionsbeständige Bauteil bzw. die Magnesiumbasislegierung des korrosionsbeständigen Bauteiles gelten.

Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen ergeben sich aus den nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

Fig. 1 eine Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme einer Oberfläche eines aus einer AZ91-Legierung gebildeten Bauteiles mit galvanischer Korrosion an der Oberfläche;
Fig. 2a und Fig. 2b schematische Darstellungen des Bauteiles der Fig. 1 in einem Querschnitt ohne galvanische Korrosion und mit galvanischer Korrosion;
Fig. 3 bis Fig. 5 fotografische Aufnahmen von aus einer AZ91-Legierung gebildeten Bauteilen nach einer Dauer von 48 Stunden in einer 5%igen NaCl-Lösung, sowohl unbehandelt als auch nach einer Behandlung mit einem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 6 bis Fig. 8 stereomikroskopische Aufnahmen der Bauteile der Fig. 3 bis Fig. 5 mit unterschiedlichen Vergrößerungen.

Fig. 1 zeigt eine Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme einer Oberfläche eines aus einer AZ91-Legierung (Mg-Al9%-Zn1%, in Gew.-%) gebildeten Bauteiles, nachdem das Bauteil für eine Dauer von 72 Stunden einer 5%igen NaCl-Lösung ausgesetzt war. Ersichtlich ist eine massive galvanische Korrosion der Oberfläche, wobei die Korrosion insbesondere phasenabhängig als Resultat von unterschiedlichen Korrosionspotenzialen einer Mg-Mischkristallphase, einer sogenannten Mg-α-Phase 1 bzw. α-Phase, und einer $Mg_{17}Al_{12}$-Phase, genannt β-Phase 2, erklärbar ist. Die β-Phase 2 wirkt gegenüber der Mg-α-Phase 1 kathodisch und bewirkt eine korrosive Auflösung der Mg-α-Phase 1. Dies ist in Fig. 2a und Fig. 2b schematisch dargestellt. Fig. 2a zeigt das Bauteil der Fig. 1 in einem Querschnitt ohne galvanische Korrosion, Fig. 2b zeigt das Bauteil der Fig. 1 in einem Querschnitt mit ersichtlicher galvanischer Korrosion an einer Oberfläche des dargestellten Bauteiles. In Fig. 2b erkennbar dargestellt ist, dass an der Oberfläche des Bauteiles die Mg-α-Phase 1 aufgelöst wurde, während die β-Phase 2 als zum Teil freigelegte Struktur an der Oberfläche verbleibt.

Um einen derartigen Korrosionsangriff zu unterbinden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Oberflächenschicht des Bauteiles erhitzt wird, sodass die Oberflächenschicht mit oder aus einer homogenisierten Mischkristallphase gebildet ist, wonach die Oberflächenschicht verstärkt abgekühlt bzw. abgeschreckt wird, sodass die Oberflächenschicht mit oder aus einer übersättigten Mischkristallphase gebildet ist. Eine solche übersättigte Mischkristallphase weist ein reduziertes Korrosionspotenzial auf und schützt das Bauteil, indem die Oberflächenschicht im Sinne einer Barriereschicht bzw. Schutzschicht das Bauteil bedeckt. Durch die Oberflächenschicht wird ein phasenabhängiger Korrosionsangriff, welcher von außen auf die Oberfläche des Bauteiles einwirkt, unterbunden. Die Oberflächenschicht weist dabei eine vorbestimmte Dicke auf, üblicherweise etwa 0,1 mm bis 1,5 mm, je nach späterem Einsatzzweck des Bauteiles. Da lediglich die Phasenstruktur der Oberflächenschicht durch das erfindungsgemäße Verfahren verändert wird, bleibt die übrige Phasenstruktur bzw. Mikrostruktur des Bauteiles unverändert, sodass mechanische Eigenschaften des Bauteiles durch das erfindungsgemäße Verfahren kaum beeinflusst werden.

Im Rahmen von Versuchsdurchführungen wurden aus AZ91 gebildete Bauteile mit einem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt und anschließend einer 5%igen NaCl-Lösung ausgesetzt, um ein Korrosionsverhalten der Bauteile insbesondere mit unbehandelten aus AZ91 gebildeten Bauteilen als Referenz zu vergleichen.

Hierzu wurde eine Oberflächenschicht der Bauteile mittels eines Lichtbogens eines Wolfram-Inertgas-Schweißgerätes aufgeheizt und anschließend verstärkt abgekühlt. Ein Abkühlen wurde mit unterschiedlichen Abkühlraten durchgeführt, unter anderem mit Abkühlen mit einem Luftstrom oder mit Abkühlen mit einem Wasserbad.

Fig. 3 bis Fig. 5 zeigen fotografische Aufnahmen von unterschiedlichen aus AZ91 gebildeten Bauteilen, nachdem diese für eine Dauer von 48 Stunden einer 5%igen NaCl-Lösung ausgesetzt waren. Die in Fig. 4 und Fig. 5 gezeigten Bauteile wurden zuvor mit dem vorgenannten erfindungsgemäßen Verfahren behandelt, wobei das Bauteil der Fig. 4 bzw. dessen Oberflächenschicht mit einem Luftstrom und das Bauteil der Fig. 5 bzw. dessen Oberflächenschicht mit einem Wasserbad abgekühlt wurden. Fig. 3 zeigt ein Bauteil aus einer üblichen, unbehandelten AZ91-Legierung. Ersichtlich ist, dass das in Fig. 3 gezeigte unbehandelte Bauteil massive Korrosionsschäden an dessen Oberfläche aufweist. Die Bauteile der Fig. 4 und Fig. 5 weisen hingegen praktisch keine korrosiven Schädigungen auf.

In Fig. 6 bis Fig. 8 sind stereomikroskopische Aufnahmen der Oberflächen der in Fig. 3 bis Fig. 5 gezeigten Bauteile mit unterschiedlichen Vergrößerungen dargestellt. Gezeigt ist jeweils eine Aufnahme mit einer 7-fachen, 12,5-fachen und 20-fachen Vergrößerung. Fig. 6 stellt dabei die Oberfläche des unbehandelten Bauteiles, Fig. 7 das erfindungsgemäß behandelte Bauteil, dessen Oberflächenschicht mit einem Luftstrom abgekühlt wurde, und Fig. 8 das erfindungsgemäß behandelte Bauteil, dessen Oberflächenschicht mit einem Wasserbad abgekühlt wurde, dar. Gut ersichtlich ist, dass die mit einem erfindungsgemäßen Verfahren behandelten Bauteile kaum Korrosionsschäden an deren Oberfläche aufweisen, während das unbehandelte Bauteil große korrosive Schäden an dessen Oberfläche aufweist.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren ermöglicht es, eine Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Mg-Basislegierung, insbesondere einer Mg-Basislegierung mit Aluminium,

gebildeten Bauteiles, gegen galvanische Korrosion zu erhöhen. Dies kann insbesondere mit wenig Aufwand und auf einfache Weise durchgeführt werden, indem eine Oberflächenschicht des Bauteiles durch Erhitzen homogenisiert und anschließend abgekühlt wird, sodass die Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase gebildet wird. Auf diese Weise bildet die Oberflächenschicht eine Schutzbarriere gegen äußere galvanisch korrosive Einflüsse. Die Oberflächenschicht wird dabei mit einer vorbestimmten Dicke, je nach geplantem Einsatzzweck des Bauteiles, ausgebildet, sodass eine übrige strukturelle Zusammensetzung des Bauteiles praktisch nicht beeinflusst wird und mechanische Eigenschaften des Bauteiles nicht verändert bzw. negativ beeinflusst werden. Damit kann auf einfache und praktikable Weise ein korrosionsbeständiges Bauteil erhalten werden, welches eine hohe Korrosionsbeständigkeit gegen galvanische, insbesondere mikrogalvanische Korrosion aufweist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung einer Korrosionsbeständigkeit eines mit einer Magnesiumbasislegierung gebildeten Bauteiles gegen galvanische, insbesondere mikrogalvanische Korrosion, dadurch gekennzeichnet, dass eine eine vorbestimmte Dicke aufweisende Oberflächenschicht des Bauteiles, welche mit der Magnesiumbasislegierung gebildet ist, erhitzt wird, um die Oberflächenschicht mit einer homogenisierten Mischkristallphase auszubilden, wonach die Oberflächenschicht abgekühlt wird, sodass die Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Erhitzung der Oberflächenschicht maximal bis zu einer Liquidustemperatur der Magnesiumbasislegierung, insbesondere maximal bis zu einem 0,9-Fachen einer Liquidustemperatur der Magnesiumbasislegierung, erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abkühlen der Oberflächenschicht mit einer Abkühlrate von mehr als 10 K/s, bevorzugt mehr als 20 K/s, erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Oberflächenschicht auf kleiner als etwa 5 mm, bevorzugt zwischen 0,1 mm und 3,0 mm, eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenschicht mit einem Lichtbogen, insbesondere einem Schweißlichtbogen, oder durch Induktion erhitzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Oberflächenschicht durch die zum Erhitzen der Oberflächenschicht zugeführte Leistung eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abkühlen der Oberflächenschicht mit einem Gasstrom oder mit einem Flüssigkeitsbad durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnesiumbasislegierung neben Magnesium als Hauptanteil Aluminium als zweitgrößten Anteil enthält.

9. Korrosionsbeständiges Bauteil, gebildet mit einer Magnesiumbasislegierung, welches korrosionsbeständige Bauteil insbesondere nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 erhältlich ist, dadurch gekennzeichnet, dass das korrosionsbeständige Bauteil eine eine bestimmte Dicke aufweisende Oberflächenschicht sowie einen an die Oberflächenschicht angrenzenden inneren Bereich aufweist, welche mit der Magnesiumbasislegierung gebildet sind, wobei die Oberflächenschicht mit einer übersättigten Mischkristallphase gebildet ist und Oberflächenschicht und innerer Bereich eine unterschiedliche Phasenstruktur aufweisen.

10. Korrosionsbeständiges Bauteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Oberflächenschicht kleiner als etwa 5 mm, bevorzugt zwischen 0,1 mm und 3,0 mm, ist.

11. Korrosionsbeständiges Bauteil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnesiumbasislegierung neben Magnesium als Hauptanteil Aluminium als zweitgrößten Anteil enthält.

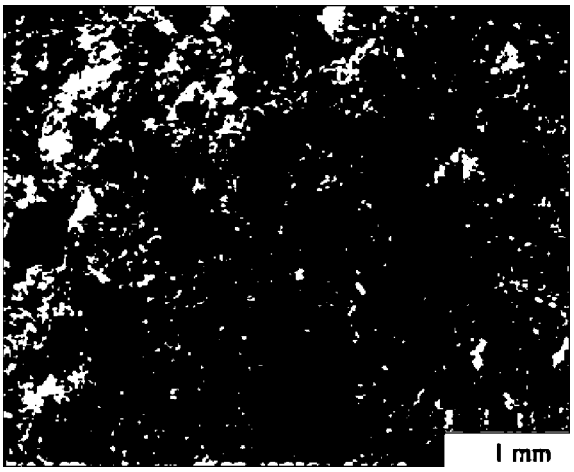


Fig. 1

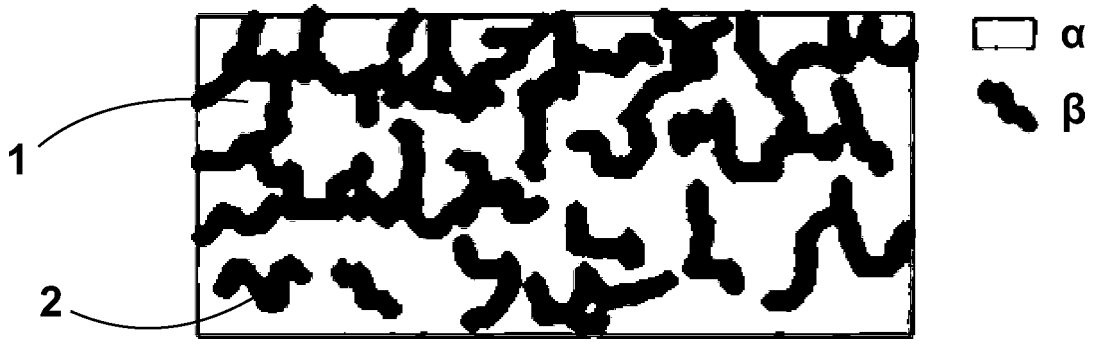


Fig. 2a

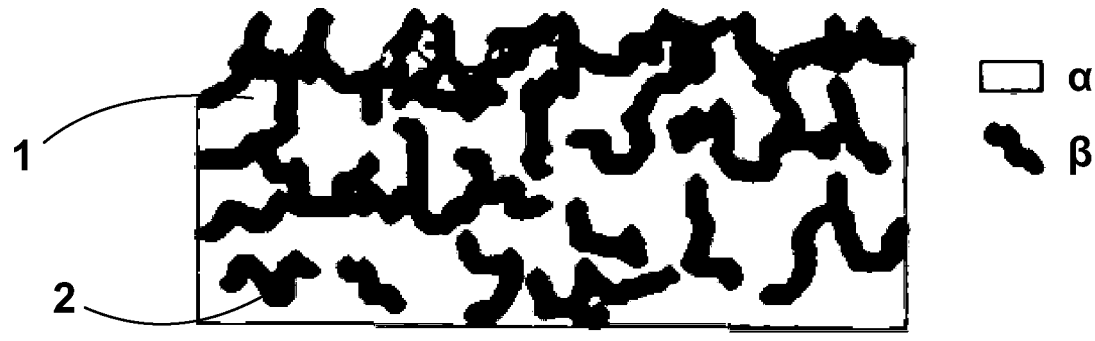


Fig. 2b

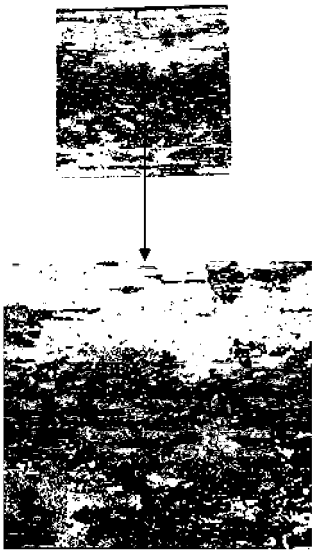


Fig. 3

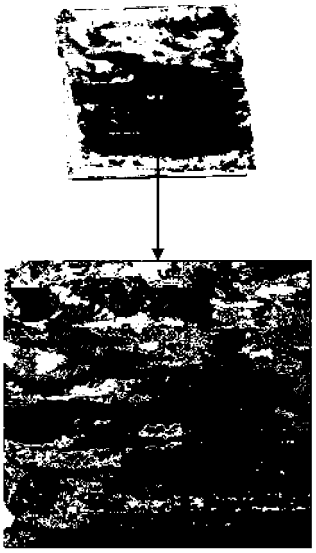


Fig. 4

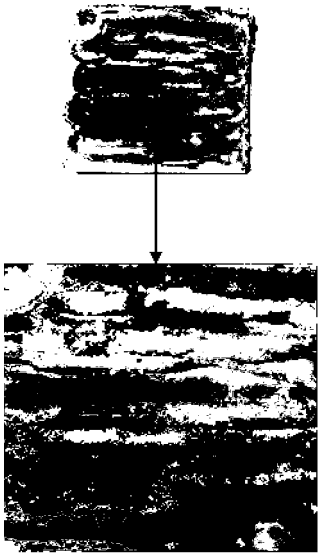


Fig. 5

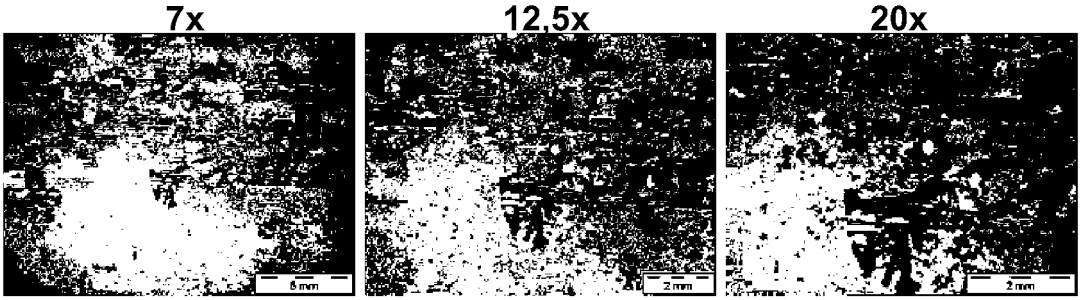


Fig. 6

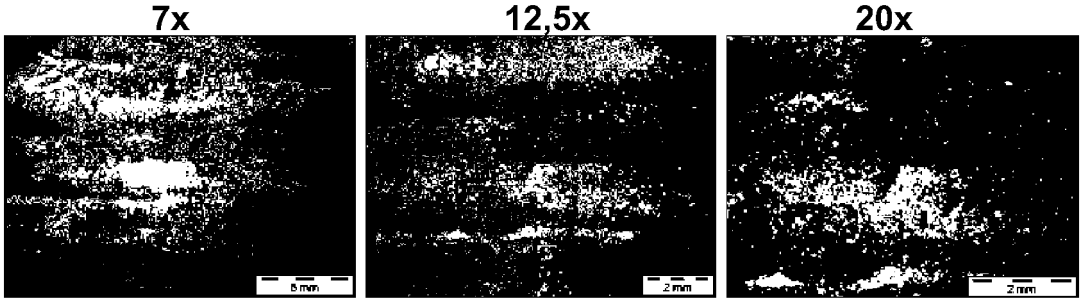


Fig. 7

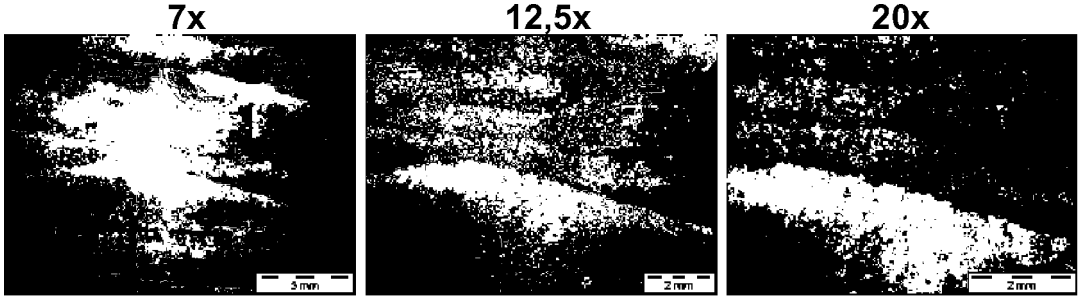


Fig. 8