



PATENTCHRIFT 141 358

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 141 358 (44) 23.04.80 3(51) G 01 N 21/00
G 01 B 21/30
(21) WP G 01 N / 210 620 (22) 24.01.79

(71) siehe (72)

(72) Wedel, Kurt, Prof. Dr.rer.nat.; Zehner, Christian, Dr.rer.nat.
Dipl.-Ing.; Danzmann, Horst, Dr.rer.nat. Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) Dr. Horst Danzmann, 172 Ludwigsfelde, Friedrich-Engels-
Straße 56

(54) Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von
Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten

(57) Die vorliegende Erfindung ist überall dort anwendbar, wo Aussagen über die Schutzschichtqualität bzw. Aussagen über deren Funktionstüchtigkeit erforderlich sind. Grundlage des Meßverfahrens ist die Tatsache, daß jeder Körper entsprechend seiner Temperatur Strahlung emittiert. Setzt man zusätzlich ein Temperaturgefälle ein, so gelingt es, vorhandene Schwachstellen der Schutzschicht zu markieren. Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren ist in der Lage, Unregelmäßigkeiten der Schutzschicht in Form von Fehl- und Schwachstellen abzubilden, was z.B. für den Korrosionsschutz oder für den Chemieanlagenbau von großer Wichtigkeit sein kann, da korrosive Medien über diese Unregelmäßigkeiten rasch die zu schützende Metalloberfläche erreichen und sie zerstören. Mit Hilfe von Untersuchungsaufzeichnungen ist es möglich, die mit der Alterung verbundene Einschränkung der Funktionstüchtigkeit zu verfolgen und beim Überschreiten festgelegter Grenzen Regenerierungsmaßnahmen zu veranlassen. Anwendungsgebiete der Erfindung könnten sein: Korrosionsschutz, Elektrotechnik/Elektronik, Geräte- und Anlagenbau.



2. Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Meßverfahren zur Feststellung von Schutzschichtunregelmäßigkeiten in Form von Fehlstellen (unterbrochene Schutzschicht) und Schwachstellen (reduzierte Schichtdicke).

Als Prüfobjekt sind nichtmetallische Korrosionsschutzschichten besonders geeignet.

Berücksichtigt man, daß die Gebrauchseigenschaften eines Werkstoffes durch die Summe der Festkörpereigenschaften sowie durch die Stabilität des Festkörpers gegenüber der Wechselwirkung zwischen seiner Oberfläche und der Umgebung bestimmt werden, so ist es dringend erforderlich, den Festkörper zum Schutz vor aggressiven Medien mit einer Schutzschicht zu versehen. Die bereits erwähnten Fehlstellen und Schwachstellen der Schutzschicht heben die beabsichtigte Schutzfunktion auf oder schränken diese erheblich ein. Unkontrollierbar ablaufende Reaktionen zwischen den an der Festkörperoberfläche adsorbierten Medien und dem Festkörper verursachen häufig enormen volkswirtschaftlichen Schaden.

Die Qualität der Schutzschicht ist in einem solchen Fall abhängig von der Anzahl an Fehlstellen und Schwachstellen, welche durch Nichtbeherrschen des technologischen Regimes entstanden sein können oder ihre Ursache in mit der Alterung sich vollziehenden Strukturveränderungen besitzen.

Der Anwendungsbereich der Erfindung bezieht sich auf Schutzschichten, vornehmlich auf nichtmetallische, die aufgrund ihrer Funktion auf Fehlstellen und Schwachstellen untersucht werden müssen.

Die Anwendungsbreite der Erfindung umfaßt infolge des Bestehens verschiedener Verfahrensvarianten Laborprüfungen als auch Messungen an sich im Einsatz befindenden Schutzschichten.

3. Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind Verfahren bekannt, die den Diffusionsmechanismus verschiedenartiger Festkörper bezüglich fester, flüssiger und gasförmiger Diffusanten kennzeichnen. Bestimmen hauptsächlich Strömungsmechanismen den Sorptions- bzw. Permeationsvorgang, so kann man auf den dafür notwendigen Porenanteil hinsichtlich der Reaktionsfläche schließen. Ein Lokalisieren sowie eine Bestimmung der Verteilungsdichte der Poren ist unmöglich.

Weiterhin ist ein Verfahren bekannt, welches die durch den Prüfling diffundierenden Volumenanteile eines Diffusanten merkt. Technisch erfaßt, indem die Reaktion des Diffusanten mit einer Testsubstanz und die damit verbundene Widerstandsänderung derselben festgestellt wird. Da eine Sichtung der Reaktionsfläche nicht vorgesehen ist, entfällt auch eine Bestimmung von Poren und Porenansammlungen.

Es ist ein Verfahren bekannt, in welchem mittels einer Schaltungsanordnung eine solche Spannung erzeugt wird, so daß eine geometrisch ausgeführte Metallsonde das sie umgebende Medium infolge der elektrischen Feldstärke ionisiert. Über bestehende lochähnliche Defekte in der Schutzschicht vollzieht sich der Ladungsträgerausgleich, da an solchen Stellen der elektrische Widerstand im Vergleich zu dem des umgebenden Dielektrikums der Schicht minimal ist.

4. Ziel der Erfindung

Ziel des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Meßverfahrens ist es, Unregelmäßigkeiten (Fehl- und Schwachstellen) in Schutzschichten hinsichtlich ihrer Lage und Verteilung meßtechnisch zu erfassen.

Dabei sollen die Nachteile, die mit den unter Punkt 3. genannten Verfahren verbunden sind, beseitigt werden.

Berücksichtigt man, daß derartige Unregelmäßigkeiten dazu führen, daß korrosive Medien schneller als vorhersehbar an die zu schützende Oberfläche des Werkstoffes gelangen, so ist es mittels des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens möglich, potentiell unzuverlässige Schutzschichten zu ermitteln.

Weiterhin gestattet das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren die Feststellung von sich im Rahmen der Alterung bildenden Unregelmäßigkeiten, so daß rechtzeitig eingeleitete Maßnahmen größeren Schaden vermeiden helfen. Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Meßverfahren eignet sich demzufolge zur Überwachung der Funktionstüchtigkeit von Schutzschichten als auch zur Qualitätssicherung beim Hersteller sowie Anwender von Schutzschichtsubstanzen.

5. Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meßverfahren vorzustellen, mit dessen Hilfe Schichtunregelmäßigkeiten ermittelt werden können. Da diese Unregelmäßigkeiten die Schutzfunktion maßgeblich bestimmen, ist ihre Erfassung von erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren läßt sich durch die Darstellung des nachfolgenden Wirkungsmechanismus charakterisieren:

Jeder Festkörper strahlt eine der Temperatur entsprechende Energie ab. Zur diesbezüglichen Messung wird der im Infrarotbereich liegende Energieanteil herangezogen. Die Infrarotstrahlung nimmt im elektromagnetischen Spektrum den Bereich von $0,76 \dots 1000 \mu\text{m}$ zwischen dem sichtbaren Licht und den Millimeterwellen ein.

Der vom Prüfling (Festkörper) abgestrahlte Energieanteil wird über eine spezielle Optik einem Aufnehmer zugeführt. In diesem Aufnehmer erfolgt die Umwandlung der Wärmeenergie in ein entsprechendes Signal. Nach erfolgter Verstärkung des Signals wird die Meßgröße auf dem Schirm oder einer Skale sichtbar.

In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß die emittierte Strahlung der Schutzschicht um so mehr der emittierten Strahlung des sich unter der Schutzschicht befindenden Festkörpers entspricht, je mehr die festgestellte Schwachstelle in eine Fehlstelle übergeht.

Ausgehend von der Feststellung, daß alle Festkörper entsprechend ihrer von Null verschiedenen Temperatur strahlen, beschreibt das STEFAN-BOLTZMANNsche-Gesetz die Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur:

$$M_e = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (5.1.)$$

Dabei bedeuten:

M_e - Strahlungsfluß je Flächeneinheit des emittierenden Körpers,

ϵ - Emissionsfaktor, der materialabhängig ist und das Verhältnis der spezifischen Ausstrahlung des betrachteten Körpers zu der des sogenannten schwarzen Körpers angibt,

σ - Stefan - Boltzmann - Konstante = 5,67

$$10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}.$$

6. Ausführungsbeispiel

Gegenstand des Ausführungsbeispiels ist eine Schutzschicht aus organischem Material, die die Aufgabe besitzt, einen metallischen Grundkörper vor Korrosion zu schützen.

Nach erfolgter Beschichtung des metallischen Grundkörpers sowie im Rahmen der sich vollziehenden Alterung bzw. entstehen in der Schutzschicht Unregelmäßigkeiten, die korrosiven Medien die Adsorption unmittelbar oder aber in einer viel kürzeren als vorhersehbaren Zeit an der Metalloberfläche gestatten.

Die Darstellung des Ausführungsbeispiels ist in eine Laboruntersuchung und in eine "Vor-Ort-Untersuchung" gegliedert.

Der Prüfling (2), bestehend aus dem metallischen Grundkörper und einer sich darüber befindenden organischen Schutzschicht, wird auf einen x-y-Tisch (1) gelegt. Mit Hilfe eines Spiegelobjektivs (3) und einem von einer Lichtquelle (4) stammenden Lichtfleck, der lediglich die Strahlungsintensität erhöht, wird die von einem Lichtmodulator (5) gefilterte Strahlungsenergie I-R-Detektoren (6) zugeführt. Das in den Detektoren entstehende elektrische Signal wird über einen Vorverstärker (7) einem Verstärker (8) zugeführt. Eine mit dem Verstärker gekoppelte Ableseeinheit (9) ermöglicht im Fall, daß es sich um einen x-y-Schreiber handelt und dieser selbst über eine Steuerelektronik (10) mit dem x-y-Tisch verbunden ist, eine bildliche Darstellung der Strahlungsintensitätsverteilung bezüglich der untersuchten Prüflingsoberfläche. Von der Strahlungsintensität bzw. von deren Verteilung ausgehend, ergeben sich Schlußfolgerungen hinsichtlich vorhandener Schutzschichtunregelmäßigkeiten.

Bei den sogenannten "Vor-Ort-Untersuchungen" muß man mit einem einfacheren Meßaufbau auskommen, so daß die Funktionskette lediglich aus den Elementen (2) - (3) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) besteht.

Ein Scannersystem entfällt, könnte jedoch durch eine entsprechende Vorrichtung ersetzt werden. Auf eine geschlossene Darstellung der Meßergebnisse muß gleichfalls verzichtet werden, was jedoch den Wirkungsmechanismus des Verfahrens nicht in Frage stellt.

7. Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten dadurch gekennzeichnet, daß jeder Festkörper entsprechend seiner Temperatur eine stofftypische Strahlung emittiert und Schichtunregelmäßigkeiten in Form von Fehl- und Schwachstellen an Hand von Emissionsunterschieden feststellbar sind.
2. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten nach Punkt 1. dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Grundkörper die gleiche Temperatur wie die sich darüber befindende Schutzschicht besitzt.
3. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten nach Punkt 1. dadurch gekennzeichnet, daß im metallischen Grundkörper und der sich darüber befindenden Schutzschicht ein Temperaturgefälle in Richtung der Schutzschichtoberfläche erzeugt wird.
4. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten nach Punkt 1. dadurch gekennzeichnet, daß die stofftypische Emission unterstützt wird, in dem der Metalloberfläche näher liegende Schutzschichtoberflächen aufgrund der Wärmeleitung über höhere Temperaturen und demzufolge über eine größere Strahlungsintensität verfügen als das bei gegenüber der Metalloberfläche ferner liegenden Schichten der Fall ist.
5. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten nach Punkt 1. dadurch gekennzeichnet, daß an Hand der Emissionsunterschiede von einer Fehl- oder Schwachstelle gesprochen

werden kann, wobei die Emissionswerte des metallischen Grundkörpers in Abhängigkeit von der Temperatur als bekannt vorausgesetzt werden.

6. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten nach Punkt 1. dadurch gekennzeichnet, daß mittels thermografischer Aufnahmen bzw. festgestellter Temperaturunterschiede Aussagen über die Funktionstüchtigkeit der Schutzschicht möglich sind.
7. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten nach Punkt 1. dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen der Alterung sich vollziehende Schichtänderungen, falls diese von der Schutzschichtoberfläche ausgehen, beobachtbar sind.
8. Verfahren zur Feststellung und Untersuchung von Unregelmäßigkeiten in Schutzschichten nach Punkt 1. dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Messungen berührungslos erfolgen und keine die Schutzschicht verändernden Vorgänge mit dem Meßverfahren verbunden sind.

Hierzu 1 Seite . Zeichnung .

