



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 048 151 A1** 2007.04.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 048 151.5**

(22) Anmeldetag: **06.10.2005**

(43) Offenlegungstag: **12.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 21/82** (2006.01)
G01N 21/77 (2006.01)

(71) Anmelder:
Airbus Deutschland GmbH, 21129 Hamburg, DE

(74) Vertreter:
Habenicht, W., Dipl.-Phys.Univ. Dr.rer.nat., 80636 München

(72) Erfinder:
Moltran, Jörg, 20535 Hamburg, DE; Lindauer, Christian, 22589 Hamburg, DE; Barylo, Jurij, 22117 Hamburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 30 301 C2
DE 42 38 755 A1
DE 693 01 661 T2
GB 23 36 668 A
US 56 79 574 A

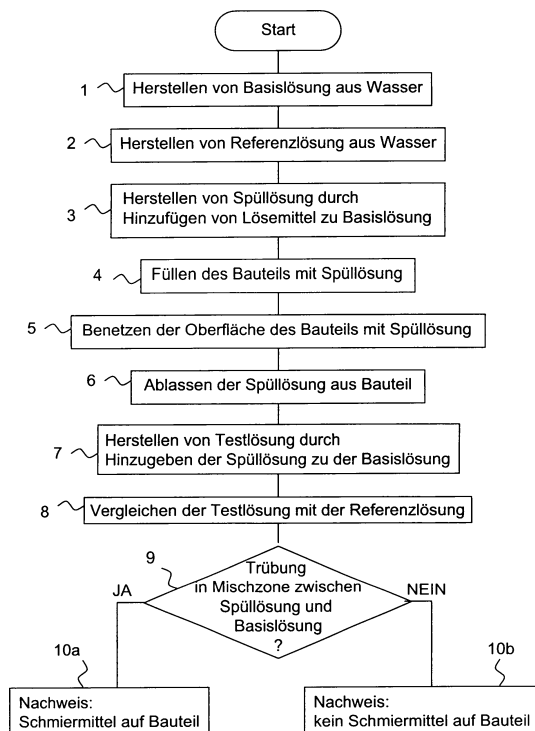
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Nachweis von Rückständen auf einem Bauteil**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Nachweis von Rückständen auf einem Bauteil und insbesondere auf der Oberfläche des Bauteils.

Um auch die Prüfung schwer zugänglicher Oberflächen zu ermöglichen, ohne dass der apparative Aufwand wächst, umfasst das erfindungsgemäße Verfahren die Schritte: Herstellen einer Basislösung (1) und einer Referenzlösung (2) aus Wasser, Herstellen (3) einer Spüllösung durch Hinzufügen von frischem Lösemittel zu der Basislösung, Füllen (4) des zu prüfenden Bauteils mit der Spüllösung, Benetzen (5) der gesamten inneren Oberfläche des Bauteils mit der Spüllösung, Ablassen (6) der Spüllösung aus dem Bauteil, Herstellen (7) einer Testlösung durch Hinzugeben der Spüllösung zu der Basislösung, Vergleichen (8) der Testlösung mit der Referenzlösung und Prüfen (9), ob eine Trübung in der Mischzone zwischen der Spüllösung und der Basislösung auftritt, als Nachweis (10a, 10b) für Schmiermittel auf der Oberfläche des Bauteils.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Nachweis von Rückständen auf einem Bauteil und insbesondere auf der Oberfläche des Bauteils.

[0002] Die meisten Bauteile weisen nach ihrer Herstellung noch Rückstände von der Fertigung auf. Diese können makroskopisch sein oder mikroskopische Veränderungen der Oberfläche umfassen. Insbesondere können die Oberflächen chemisch verunreinigt sein. Je nach seinem geplanten Einsatz muss das Bauteil von den Verunreinigungen befreit werden und entsprechend gereinigt werden. Dazu muss die Art der Verunreinigung jedoch vorher ihrer Art nach bekannt sein. Im Stand der Technik werden zur Prüfung der Reinheit von Bauteiloberflächen die folgenden erläuterten Verfahren eingesetzt.

[0003] Bei der Sichtprüfung des Bauteils mit bloßem Auge wird geprüft, ob Unregelmäßigkeiten auf metallischen, glänzenden Oberflächen erkennbar sind. Je nach Fleckigkeit des Bauteils nach der Reinigung kann darüber entschieden werden, ob es nochmals gereinigt werden muss oder nicht. Im Innenraum eines Hohlkörpers ist die Oberfläche jedoch oftmals der Sichtprüfung nicht zugänglich, so dass eine Sichtprüfung nicht möglich ist.

Stand der Technik

[0004] Beim Abwischen der Oberfläche (DIN 65078) mit speziellen Medien (Papiere, Filterpapiere) wird geprüft, ob Partikel am Wischmedium haften bleiben. Das Abwischen der Oberfläche ist jedoch nur dann möglich, wenn die zu prüfende Oberfläche zugänglich ist.

[0005] Bei einem Schnelltestverfahren mit Klebestreifen ("Tesafilmtest") wird ein transparentes Klebeband auf das Bauteil aufgeklebt. Beim dem Abziehen des Klebestreifens bleibt auf der Oberfläche befindlicher Schmutz (vor allem Staub, Metallstaub, Abrieb, Späne) an dem Klebeband haften. Anschließend wird der Klebestreifen auf einen weißen Untergrund geklebt, so dass die einzelnen Schmutzteilchen gut sichtbar werden, und dann unter dem Mikroskop ausgezählt (Anzahl) oder mit einem Photometer ausgemessen (Graustufen).

[0006] Bei Ablöseverfahren in Verbindung mit einem geeigneten chemischen Nachweisverfahren werden die Verschmutzungen auf der Oberfläche chemisch gelöst. Die Lösung kann anschließend beispielsweise gaschromatisch untersucht werden (EN ISO 9377-2). Alternativ kann die Lösung z.B. in einem Rotationsverdampfer verdampft werden, und anschließend wird der Abdampfdruckstand in einem nachgeschalteten Verfahren untersucht.

[0007] Die Bauteile können mit 2-Propanol gespült werden, und anschließend werden die Partikel gezählt. Ein Nachteil ist hierbei, dass Schmierstoffablösungen dann nicht erfasst werden, wenn sie als echte Lösungen in das 2-Propanol übergehen. Nicht abgelöste Schmiermittel entziehen sich dem Nachweis mittels der Erfindung ebenfalls wie der Partikelzählung.

[0008] Bei dem Nachweis der Verschmutzung über die Benetzbarkeit wird der Unterschied der Oberflächenspannung bei sauberer bzw. verschmutzter Oberfläche ausgenutzt (DIN 65079 (12187), DIN 53364 (06/75), DIN EN 828 (01/98), QVA-Z10-57-00 (08/96)). Im einzelnen kann zum Nachweis der Verschmutzung auf dieser Grundlage eine Fetttröpfprüfung, eine Messung mit Testtinten, ein Nigrosintest, eine Kontaktwinkelmessung oder dergleichen durchgeführt werden.

[0009] Bei allen bisher genannten Verfahren ist es Voraussetzung, dass die zu prüfende Oberfläche gut sichtbar ist oder dass eine Oberflächenprobe entnommen werden kann. Die Schmiermittelreinheit von Oberflächen im Innern von Hohlkörpern kann daher vielfach mit diesen Verfahren nicht ohne weiteres geprüft werden, weil sie nicht zugänglich sind.

[0010] Mittels Bestimmung der Gewichts Differenz zwischen dem gereinigten und dem ungereinigten Bauteil kann auf die Verschmutzungsmenge zurück geschlossen werden ("Wägemethode"). Dieses Verfahren ist jedoch nur bei kleinen Bauteilen sinnvoll, da nur dann die Wägung genau genug durchgeführt werden kann. Außerdem wird das Ergebnis einer Wägung unter anderem durch die Luftfeuchtigkeit sowie durch den Trocknungsgrad eines Bauteils beeinflusst. Für nasse Bauteile sind Wägeverfahren eingeschränkt oder nicht geeignet.

[0011] Viele Mineralölprodukte enthalten Stoffe, die bei Bestrahlung mit UV-Licht (Ultraviolett) fluoreszieren oder Färbungen zeigen. Besteht der Verdacht, dass die Rückstände auf den Bauteilen aus derartigen Stoffen bestehen, kann ein solcher UV-Test zum Nachweis der Verschmutzung eingesetzt werden. Jedoch grenzt die chemische Zusammensetzung des Schmiermittels die Anwendbarkeit dieser Methode ein. Voraussetzung ist auch das Vorhandensein einer geeigneten Messapparatur.

[0012] Sauberes Stahlblech bildet in saurer Kupfersulfat- (CuSO_4 -) Lösung (Konzentration ca. 25 g/l) einen festhaftenden Kupferüberzug, da Kupfer das edlere Metall ist. Bei einem Kupfersulfattest kann damit eine Verfärbung beobachtet werden. Es ist im Einzelfall zu klären, ob diese Methode bei relativ edlen Stählen angewendet werden kann. Für den Einsatz im Trinkwassersystem scheidet Kupfersulfat auf Grund der Toxizität von Kupferionen und dem mögli-

chen Einfluss auf die Korrosionsneigung der verwendeten Werkstoffe in leitender Verbindung zu Kupfer aus.

[0013] Beim sog. "Berliner-Blau-Test" wird das zu untersuchende Bauteil in eine Indikatorlösung (Berliner Blau) gelegt oder mit einem Tropfen dieser Indikatorlösung versetzt. Färbt sich die Oberfläche blau, ist sie nicht passiv. Der "Berliner-Blau-Test" basiert auf der Bildung von chemischen Verbindungen, die saubere Stahloberflächen mit Eisen eingehen. Dabei kommt es zu einer Farbreaktion. Diese kann jedoch auf den inneren Oberflächen von hohlen Bauteilen erschwert bzw. unmöglich zu beobachten sein. Der Einfluss einer Reaktion des Werkstoffes mit Eisen(II)- und Eisen(III)-Ionen kann jedoch die Anwendbarkeit des Berliner-Blau-Tests einschränken.

[0014] In einem Elektrolyten finden auf einer metallisch leitenden Oberfläche bei Vorhandensein eines Stromes bzw. einer Spannung elektrochemische Vorgänge statt, die Aufschluss über den Zustand der Oberfläche (aktiv oder passiv) geben können. Bei der anodischen Polarisationsmessung wird ein Elektrolyttropfen zwischen Bauteiloberfläche und Gegenelektrode gebracht und eine Stromquelle zwischen Bauteil und Gegenelektrode geschaltet. Der Zeitverlauf der entstehenden Spannung und des dabei fließenden Stroms wird aufgenommen und dient als Grundlage zur Beurteilung des Oberflächenzustandes. Es werden zwei Verfahrensvarianten unterschieden: die Zwei-Elektrodenteknik und die Drei-Elektrodenteknik. Der für die Durchführung der Messungen zu treibende apparative Aufwand ist jedoch relativ groß.

[0015] Mit der Glimmentladungsspektroskopie werden insbesondere Rückstände in Form von Nitritschichten analysiert. Es können jedoch nur relativ dicke Schichten im μm -Bereich nachgewiesen werden. Dünne Kontaminationsschichten im nm-Bereich können nur schwer erfasst werden.

[0016] Auch mit der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) lassen sich im Vergleich zu anderen Techniken nur vergleichsweise dicke Schichten im μm -Bereich analysieren. Besonders gut lassen sich mit dem Verfahren Nitritschichten nachweisen. Allerdings können mit diesem Verfahren nur glatte Flächen analysiert werden. Das Verfahren ist besonders geeignet für Untersuchungen im Messlabor, für die Kontrolle von Bauteilen vor Ort in der Produktion ist es nicht geeignet.

[0017] Mit der Elektronenspektroskopie können Verschmutzungen im nm-Bereich untersucht werden. Es erfordert jedoch einen hohen apparativen Aufwand, der sich in den Kosten für das Verfahren niederschlägt. In der Produktion können derartige Verfahren aufgrund des hohen Aufwands zumeist nicht

routinemäßig durchgeführt werden.

[0018] Das gleiche gilt für die Elektronenmikroskopie und die atomare Kraftmikroskopie (Elektronenkraftmikroskopie), mit denen ebenfalls Kontaminationsschichten im nm-Bereich nachweisbar sind. Auch die Elektronen- und die atomare Kraftmikroskopie erfordert jedoch einen hohen apparativen Aufwand, der sich in den Kosten für das Verfahren niederschlägt. In der Produktion können derartige Verfahren aufgrund des hohen Aufwands zumeist nicht routinemäßig durchgeführt werden.

[0019] Mit der Kohlenstoffbestimmung durch Oxidation können Kohlenwasserstoffketten an der Oberfläche von Bauteilen quantitativ bestimmt werden. In einem Ofen werden die zu untersuchenden Bauteile auf Temperaturen auf 200°C bis 800°C aufgeheizt. Die erforderliche Temperatur ist abhängig von der Schmutzzusammensetzung. Die Kohlenwasserstoffketten organischer Verschmutzungen werden zerlegt und desorbiert, wobei sich der Kohlenstoff mit dem sauerstoffhaltigen Transportgas im Ofen zu einem CO/CO_2 -Gemisch verbindet. Zur Messung des Kohlenstoffgehalts des Transportgases dient eine Leitfähigkeitsmesszelle, in der das Gas mit Natronlauge (NaOH) versetzt wird. Durch eine Zerlegung bei unterschiedlichen Temperaturen kann aufgrund der Unterschiede bei der Kohlenstofffreigabe zwischen verschiedenen Kohlenwasserstoffketten unterschieden werden.

Aufgabenstellung

[0020] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auch die Prüfung schwer zugänglicher Oberflächen zu ermöglichen, ohne dass der apparative Aufwand wächst.

[0021] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Reinigungsverfahren nach Anspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0022] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, durch optischen Vergleich von "Schmutzlösung" und einer Referenzlösung eine Verunreinigung schnell und empfindlich nachzuweisen. Dabei wird insbesondere ein schmaler Bereich (Lösemittel-Wasser-Mischzone) in einem Reagenzglas beobachtet, in welchem die Lösung von Schmutzpartikeln besonders augenfällig ist.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Nachweis von Rückständen einer Oberfläche eines Bauteils umfasst die Schritte: Herstellen einer Basislösung und einer Referenzlösung aus Wasser, Herstellen einer Spüllösung durch Hinzufügen von frischem Lösemittel zu der Basislösung, Füllen des zu prüfenden Bauteils mit der Spüllösung, Benetzen der

gesamten inneren Oberfläche des Bauteils mit der Spüllösung, Ablassen der Spüllösung aus dem Bauteil, Herstellen einer Testlösung durch Hinzugeben der Spüllösung zu der Basislösung, Vergleichen der Testlösung mit der Referenzlösung und Prüfen, ob eine Trübung in der Mischzone zwischen der Spüllösung und der Basislösung auftritt als Nachweis für Schmiermittel auf der Oberfläche des Bauteils.

[0024] Vorzugsweise weist das erfindungsgemäße Verfahren eines oder – soweit möglich – mehrere der folgenden Merkmale auf:

zum Herstellen der Basislösung und der Referenzlösung werden 9 ml Wasser in ein Reagenzglas gegeben, wobei das Wasser entionisiert oder destilliert ist; zum Herstellen der Spüllösung wird 1 ml frisches Lösemittel mit einer Pasteurpipette zu der Basislösung hinzugefügt, so dass im oberen Bereich der Reagenzglasfüllung eine Lösemittel-Wasser-Mischzone entsteht;

das zu prüfende Bauteil wird zu etwa 5 bis 10% des Leervolumens mit der Spüllösung, aber mit nicht mehr als 0,1 Liter der Spüllösung gefüllt;

das Bauteil wird nach Ablauf einer vorgegebenen Einwirkungsdauer geschüttelt und/oder geschwenkt, um die Ablösung des Schmiermittels von der Oberfläche zu verbessern;

die Einwirkungsdauer beträgt wenigstens 10 Minuten, und das Schütteln und Schwenken erfolgt 10 bis 15 Mal, wobei bei komplizierten Oberflächen die Einwirkdauer verdoppelt wird;

zum Herstellen der Testlösung werden 1,0 ml der gebrauchten Spüllösung mit einer Pasteurpipette von oben in ein Reagenzglas gefüllt, das mit 9,0 ml Wasser befüllt ist, wobei das Wasser entionisiert oder destilliert ist und das Reagenzglas beim Einfüllen der gebrauchten Spüllösung nicht bewegt wird;

zum Herstellen der Spüllösung wird 2-Propanol, vergälltes Ethanol oder Aceton als Lösemittel verwendet.

[0025] Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Erfindung die Prüfung visuell unzugänglicher Oberflächen ermöglicht. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entfällt die aufwendige (gaschromatographische) Untersuchung eines Extrakts bzw. eines Abdampfrückstands, der Nachweis der Bauteilreinheit wird vereinfacht, auch im Lösemittel chemisch gelöste Schmiermittel oder Schmiermittelbestandteile werden erfasst, das erfindungsgemäße Verfahren kann unabhängig von der Bauteilgröße angewendet werden, es ist unabhängig von der Luftfeuchtigkeit, es wird keine Messapparatur benötigt, es ist unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des Schmiermittels, es werden keine Stoffe verwendet, die zu Ablagerungen und/oder Korrosionskeimen in den hohlen Bauteilen und auf sonstigen Oberflächen führen, das erfindungsgemäße Verfahren kann auf edlen und unedlen Metallen sowie auf Glas, Keramik und vielen Polymeren, angewendet werden, es wer-

den chemische Reaktionen aufgrund eines Testverfahrens vermieden, es werden keine Messapparaturen benötigt, das erfindungsgemäße Verfahren ist unabhängig von der Schichtdicke der Verschmutzung, es ist kein Analysengerät erforderlich, und damit ist das Verfahren für den Einsatz vor Ort geeignet.

[0026] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen, bei der Bezug genommen wird auf die beigelegte Zeichnung.

[0027] [Fig. 1](#) zeigt den Ablauf einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0028] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, dessen Ablauf in [Fig. 1](#) dargestellt ist, werden 9 ml entionisiertes oder destilliertes Wasser als Basislösung in ein Reagenzglas gegeben, Schritt 1. Parallel dazu wird in Schritt 2 eine Referenzprobe (auch als Blindwert, Nullprobe bezeichnet) der gleichen Beschaffenheit hergestellt, d.h. als 9 ml entionisiertes oder destilliertes Wasser in einem Reagenzglas.

[0029] Zum Herstellen der eigentlichen Spüllösung wird in Schritt 3 frisches Lösemittel mit einer sauberen Pasteurpipette derart dazu gegeben, dass im oberen Bereich der Reagenzglasfüllung eine Lösemittel-Wasser-Mischzone entsteht. Die Menge des Lösemittels ist vorzugsweise 1 ml. Während des Vermischens kann sich in Folge der Änderung des Brechungsindex der Mischung eine Veränderung der Transparenz einstellen, die jedoch keine Trübung darstellt und binnen einer Minute verschwindet. Bildet sich eine bleibende Trübung, so ist das Lösemittel und/oder das Wasser verunreinigt und kann zur Durchführung des Tests nicht verwendet werden. Wasser und Lösemittel sind dann durch frische Substanzen zu ersetzen.

[0030] Mit der Spüllösung wird das zu prüfende Bauteil teilweise gefüllt, Schritt 4, wobei eine angemessene Menge der Spüllösung verwendet wird. Diese Spüllösungsmenge ist vom Volumen des Bauteils abhängig. Vorzugsweise werden etwa 5 bis 10% des Leervolumens des Bauteils mit Lösemittel gefüllt, die Menge sollte jedoch aus Gründen des Umweltschutzes 0,1 Liter nicht überschreiten. Das Bauteil wird durch passende Stopfen verschlossen und derart gedreht und gewendet, dass die gesamte innere Oberfläche mit der Spüllösung benetzt wird, Schritt 5. Um seine gewünschte Wirkung zu entfalten, muss die Spüllösung wenigstens 10 Minuten lang einwirken. Bei komplizierten inneren Oberflächen wird die Einwirkzeit verdoppelt, damit alle Flächen von der Spüllösung benetzt werden. Um die Benetzung der gesamten Oberfläche sicherzustellen, wird das Bauteil vorzugsweise 10 bis 15 Mal geschüttelt oder geschwenkt. Durch die Strömung der Spüllösung ent-

lang der Oberflächen des Bauteils wird damit die Schmiermittelablösung verbessert.

[0031] In Schritt 6 wird die Spüllösung aus dem Bauteil abgelassen. Mit der gebrauchten Spüllösung und der verbliebenen sauberen Basislösung wird eine Testlösung hergestellt, Schritt 7. Dazu werden 1,0 ml der gebrauchten Spüllösung mit einer Pasteurpipette abgenommen und in ein Reagenzglas, das mit 9,0 ml der Basislösung, d.h. entionisiertem oder destilliertem Wasser befüllt ist, von oben hinzugeben. Das Reagenzglas wird dabei vorzugsweise fixiert, so dass es sich nicht bewegt und sich die Spüllösung und die Basislösung in dem Reagenzglas schichtweise übereinander anordnen können.

[0032] Wird durch das Lösemittel auf dem Bauteil vorhandenes Schmiermittel gelöst, so tritt eine mehr oder weniger deutliche Trübung in der Testlösung auf, die in der Mischzone zwischen der Spüllösung und der Basislösung gut zu beobachten ist. Es kann bis zu 5 Minuten dauern, bis die Trübung in der Testlösung auftritt bzw. gut erkennbar wird. Wie schnell die Trübung auftritt, hängt von der Art und von der Konzentration des Schmiermittels ab. Bei einigen Silikonschmierstoffen und bei Schmiermitteln auf Basis von polyfluorierten Alkanen oder perfluorierten Polyethern muss die Methode u.U. mehrmals angewendet werden.

[0033] Zum Erkennen einer Trübung in der Testlösung wird in Schritt 8 vorzugsweise die Testlösung mit der (klaren) Referenzlösung verglichen, insbesondere bei schwachen Trübungen. Nachdem in Schritt 9 festgestellt wurde, ob eine Trübung vorliegt oder nicht, ist der Nachweis erbracht, entweder dass Schmiermittel auf dem Bauteil vorhanden ist, Schritt 10a, da im Vergleich zur Referenz eine Trübung erkennbar ist, oder dass kein Schmiermittel auf dem Bauteil vorhanden ist, Schritt 10b, da im Vergleich zur Referenz keine Trübung erkennbar ist.

[0034] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden lediglich 2 Reagenzgläser, 2 Pasteurpipetten mit einem Volumen von 1,0 ml, ein Messzylinder mit einem Volumen von 10,0 ml und ein Becherglas sowie diverse Stopfen für das zu untersuchende Bauteil benötigt.

[0035] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kommt es darauf an, dass alle verwendeten Geräte sauber und schmiermittelfrei sind. Verunreinigte Geräte führen zu falschen Ergebnissen und dürfen daher nicht verwendet werden. Darüber hinaus kommen als Lösemittel nur wasserlösliche Flüssigkeiten in Frage. Ist das verwendete Lösemittel dagegen schlecht oder nicht in Wasser löslich, so entsteht keine oder eine nur sehr begrenzte Mischzone. Eine Trübung kann dann trotz erfolgter Schmiermittelablösung ausbleiben und fälschlicherweise zur Aussage

"Bauteil sauber" führen. Schwer oder begrenzt wasserlösliche Lösemittel können mit dem Wasser in der Mischzone eine Trübung verursachen und einen Schmiermittelgehalt vortäuschen. Das verwendete Lösemittel muss den Reinheitsgrad p.a. (pro analysi) haben. Der Reinheitsgrad ist auf der Chemikalienflasche herstellerseitig angegeben. Die Verwendung von Lösemittel geringerer Qualität kann zu falschen Testergebnissen führen und ist nicht zulässig. Für den Referenztest und für die Untersuchung des am Bauteil angewendeten Lösemittels ist destilliertes oder entionisiertes Wasser zu verwenden. Bei Verwendung anderer Wasserqualitäten kann es zu Störungen bei der Erkennung der Trübung in den Proben und/oder in der Referenz kommen. Probe und Referenz können dann nicht mehr mit einander verglichen werden.

[0036] Die Erfindung eignet sich für kleine Bauteile, die von einer Person allein leicht gehoben und gewendet werden können. Aus Gründen des Arbeits- und Umweltschutzes ist die Menge des verwendeten Lösemittels vorzugsweise auf maximal 0,1 Liter begrenzt.

[0037] Die Temperatur der zu reinigenden Bauteiloberfläche darf den Siedepunkt des verwendeten Lösemittels nicht übersteigen, da es dann sofort verdampft. Vorzugsweise werden Temperaturen von über 25 vermieden, da viele Lösemittel dann merklich verdampfen und die Schmiermittelablösung schlechter wird. Vorzugsweise werden auch Temperaturen unter +0,1 °C vermieden, da wässrige Schmiermittelsysteme dann ganz oder teilweise gefroren sein können und sich ganz oder teilweise der Ablösung durch Lösemittel entziehen.

[0038] In einer Versuchsreihe wurde beobachtet, dass sich Schmiermittel nur teilweise im Lösemittel lösen. Die Ablösung des Schmiermittels ist also nicht vollständig und ersetzt daher keine Bauteilreinigung. Im Vergleich mit 2-Propanol und mit vergälltem Ethanol hat sich Aceton im Versuch als das am besten geeignete Lösemittel erwiesen. Durch IR-Spektralaufnahmen der verwendeten Schmierstoffe und der Acetonextrakte im Labor konnte verifiziert werden, dass Schmierstoffe von Aceton zumindest teilweise gelöst wurden und die beim Verdünnen der Acetonextrakte mit Wasser beobachteten Trübungen auf die im Aceton gelösten Schmiermittel oder Schmiermittelbestandteile zurückzuführen sind.

[0039] Die Vorteile der Erfindung bestehen u.a. darin, dass die Erfindung binnen weniger Minuten das Ergebnis der Untersuchung des Verschmutzungsgrades liefert. Ferner kann die Erfindung auf allen lösemittelbeständigen Oberflächen, wie Glas, Stählen, Keramik und vielen Polymerwerkstoffen angewendet werden. Außerdem kann die Erfindung ohne Vorhandensein eines Wasser- oder Stromanschlusses an-

gewendet werden, d.h. "im Feld" oder in der laufenden Produktion. Es ist zur Durchführung der im Rahmen der Erfindung beschriebenen Schmiermittelnachweismethode kein speziell ausgebildetes Personal erforderlich. Ebenso wenig sind Laborinstrumente oder Prüfgeräte erforderlich. Einzig Verbrauchsmaterialien wie Lösemittel, entionisiertes oder destilliertes Wasser und Pasteurpipetten sind erforderlich. Somit werden durch die Anwendung der Erfindung keine Kosten verursacht. Darüber hinaus zeigte das erfindungsgemäße Verfahren eine hohe Effizienz, insbesondere wenn sich das Schmiermittel ganz oder teilweise in der Spüllösung löst. Das erfindungsgemäße Verfahren ist insofern anderen Nachweisverfahren ebenbürtig, die auf der Ablösung basieren, und es kommt ohne weitere Laboranalytik aus. Auch ist das erfindungsgemäße Verfahren unabhängig von der Dicke der Schmiermittelschicht

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---|
| 1 | Herstellen von Basislösung aus Wasser |
| 2 | Herstellen von Referenzlösung aus Wasser |
| 3 | Herstellen von Spüllösung durch Hinzufügen von Lösemittel zu Basislösung |
| 4 | Füllen des Bauteils mit Spüllösung |
| 5 | Benetzen der Oberfläche des Bauteils mit Spüllösung |
| 6 | Ablassen der Spüllösung aus Bauteil |
| 7 | Herstellen von Testlösung durch Hinzugeben der Spüllösung zu der Basislösung |
| 8 | Vergleichen der Testlösung mit der Referenzlösung |
| 9 | Abfrage: Trübung in Mischzone zwischen Spüllösung und Basislösung? |
| 10 | Nachweis: 10a Schmiermittel auf Bauteil, 10b kein Schmiermittel auf Bauteil |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Nachweis von Rückständen einer Oberfläche eines Bauteils, das die Schritte umfasst:
Herstellen einer Basislösung (1) und einer Referenzlösung (2) aus Wasser,
Herstellen (3) einer Spüllösung durch Hinzufügen von frischem Lösemittel zu der Basislösung,
Füllen (4) des zu prüfenden Bauteils mit der Spüllösung,
Benetzen (5) der gesamten inneren Oberfläche des Bauteils mit der Spüllösung,
Ablassen (6) der Spüllösung aus dem Bauteil,
Herstellen (7) einer Testlösung durch Hinzugeben der Spüllösung zu der Basislösung,
Vergleichen (8) der Testlösung mit der Referenzlösung und Prüfen (9), ob eine Trübung in der Mischzone zwischen der Spüllösung und der Basislösung auftritt, als
Nachweis (10a, 10b) für Schmiermittel auf der Oberfläche des Bauteils.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zum Herstellen der Basislösung (1) und der Referenzlösung (2) 9 ml Wasser in ein Reagenzglas gegeben wird, wobei das Wasser entionisiert oder destilliert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zum Herstellen (3) der Spüllösung 1 ml frisches Lösemittel mit einer Pasteurpipette zu der Basislösung hinzugefügt wird, so dass im oberen Bereich der Reagenzglasfüllung eine Lösemittel-Wasser-Mischzone entsteht.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das zu prüfende Bauteil zu etwa 5 bis 10% des Leervolumens mit der Spüllösung, aber mit nicht mehr als 0,1 Liter der Spüllösung gefüllt wird (4).

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Bauteil nach Ablauf einer vorgegebenen Einwirkungsdauer geschüttelt und/oder geschwenkt wird, um die Ablösung des Schmiermittels von der Oberfläche zu verbessern.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Einwirkungsdauer wenigstens 10 Minuten beträgt und das Schütteln und Schwenken 10 bis 15 Mal erfolgt, wobei bei komplizierten Oberflächen die Einwirkdauer verdoppelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem zum Herstellen der Testlösung (7) 1,0 ml der gebrauchten Spüllösung mit einer Pasteurpipette von oben in ein Reagenzglas gefüllt wird, das mit 9,0 ml Wasser befüllt ist, wobei das Wasser entionisiert oder destilliert ist und das Reagenzglas beim Einfüllen der gebrauchten Spüllösung nicht bewegt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem zum Herstellen (3) der Spüllösung 2-Propanol, vergälltes Ethanol oder Aceton als Lösemittel verwendet wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

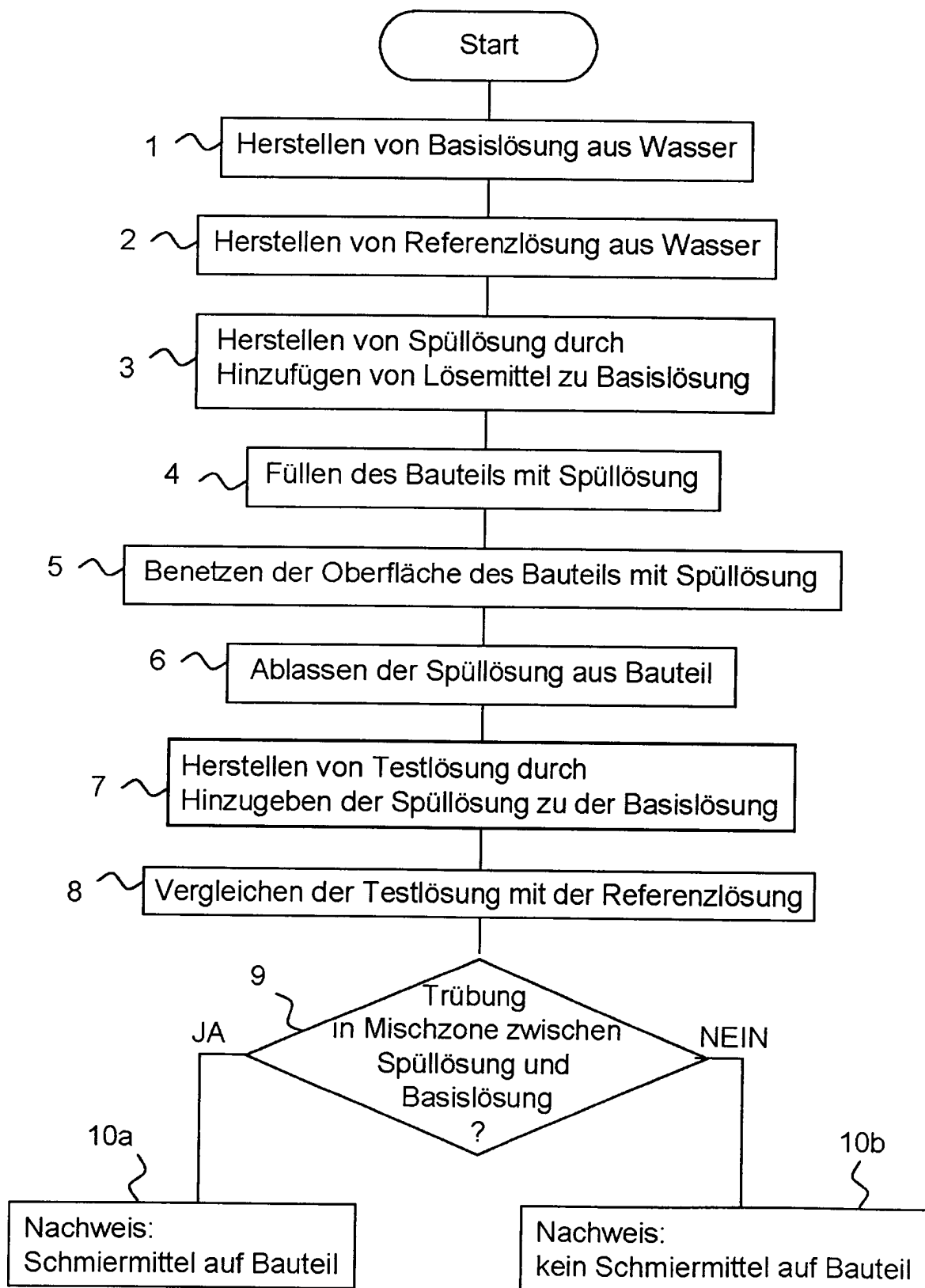


FIG. 1