

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
13. Dezember 2012 (13.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/168222 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 19/04 (2006.01) *B24C 1/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/060573
- (22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juni 2012 (05.06.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
11169287.7 9. Juni 2011 (09.06.2011) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ABB RESEARCH LTD** [CH/CH];
Affolternstrasse 44, CH-8050 Zürich (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HOIDIS, Markus**
[DE/CH]; Heitersbergstrasse 40, CH-5443 Niederrohrdorf (CH).

(74) Anwalt: **INGOLD, Mathias**; ABB Patent Attorneys, ABB Schweiz AG, Intellectual Property CH-LI/IP, Brown Boveri Strasse 6, CH-5400 Baden (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TEST METHOD FOR COATINGS

(54) Bezeichnung : TESTVERFAHREN FÜR BESCHICHTUNGEN

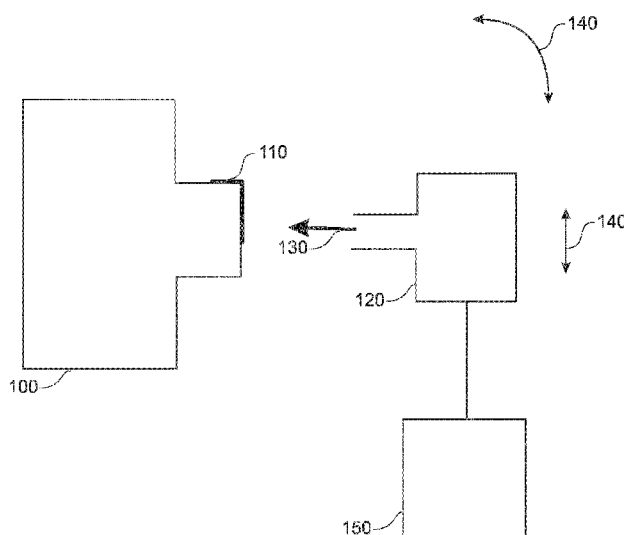


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a test method for testing the adhesion of a metal coating (110) on an object (100), comprising the steps of shooting dry ice at the metal coating (110) of the object (100) and checking if the coating (110) was damaged by the shooting.

(57) Zusammenfassung: Ein Testverfahren zum Überprüfen der Adhäsion einer metallischen Beschichtung (110) auf einem Objekt (100) umfasst die Schritte des Beschießens der metallischen Beschichtung (110) des Objektes (100) mit Trockeneis und ein Überprüfen, ob die Beschichtung (110) durch das Beschießen beschädigt wurde.

WO 2012/168222 A1



LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Testverfahren für Beschichtungen

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Testen der Adhäsion einer metallischen Beschichtung nach Anspruch 1 und die Verwendung einer Strahlvorrichtung für Trockeneis zum Testen der Adhäsion einer metallischen Beschichtung auf einem Objekt nach dem nebengeordneten Anspruch.

Stand der Technik

[0002] In der Elektrotechnik werden im Bereich von elektrischen Kontakten hauptsächlich elektrochemisch abgeschiedene Schichten, beispielsweise aus Silber eingesetzt. Dadurch wird eine Verbesserung der Kontakteigenschaften erreicht bzw. der Wärmeübergang verbessert. Es werden metallische Objekte hauptsächlich aus Aluminium, Aluminiumlegierungen, Kupfer bzw. Kupferlegierungen wie auch aus Stahl mit galvanisch aufgetragenen Silberbeschichtungen versehen wobei je nach Grundmaterial die Silberbeschichtung nicht direkt erfolgt, sondern zuerst eine oder mehrere Zwischenschichten aufgebracht werden.. Solche Versilberungen sind weit verbreitet an allen Typen von Kontakten, um die Kontaktierung zu verbessern, das heißt die Widerstandsfähigkeit gegen Oxidation und Korrosion zu erhöhen, die elektrische Leitfähigkeit zu erhöhen und höhere Temperaturgrenzen für den Betrieb zu ermöglichen.

[0003] Für hochbelastete Schichten wie sie beispielsweise für gleitende Kontakte benötigt werden ist das Anhaften oder die Adhäsion des Silbers incl. Zwischenschicht am Objekt eine Schlüsseleigenschaft, um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. Dabei muss sichergestellt werden, dass das Silber ausreichend zuverlässig auf dem versilberten Objekt anhaftet. Eine nicht ausreichende Adhäsion des Silbers kann zu hohen Folgekosten führen, welche aus einem kostenintensiven Austausch von Komponenten während der Montage oder, noch schlimmer, während des Betriebs führen können. Auch während des Betriebs auftretende Fehlfunktionen sind unter Umständen mit hohen finanziellen Einbußen verbunden.

[0004] Es wird ein hoher Aufwand betrieben, um die Qualität von Silberbeschichtungen sicherzustellen. Verschiedene Methoden sind bekannt und beschrieben um die Haftfestigkeit von Beschichtungen zu prüfen, so beschreibt beispielsweise die ISO 2819:1980 allgemein die Methoden die zur Beurteilung der Haftung von galvanischen Beschichtungen geeignet sind, während in der ISO 4521:2008 Testmethoden zur Beurteilung von Silberschichten beschrieben sind. Neben dem zerstörenden Charakter der meisten beschriebenen Testmethoden sind diese z.T. in der Praxis an Serienteilen auch nicht anwendbar. So beschreibt bspw. die ISO 2819 die Prüfung der Versilberung mittels Kugelstrahlen. Dabei werden Stahlkugeln (0.4mm) verwendet und die erforderliche Prüfplatte muss in einer Halterung fixiert werden. Wie bei Strahlverfahren üblich, kann aus Sicherheits- und Umweltgründen nicht gegen die Umgebung gestrahlt werden, der Test hat somit in einer abgeschlossenen Prüfkammer zu erfolgen. Da Silberbeschichtungen teilweise an Objekten vorgenommen werden, welche eine Ausdehnung von beispielweise mehr als einem Kubikmeter aufweisen, wird für einen solchen Test ein großer abgeschlossener Raum benötigt, auch wenn nur eine kleinflächige, lokale Silberbeschichtung getestet werden soll. In US 20020166328 A1 wird eine abrasive Strahltechnik zur Behandlung von Oberflächen beschrieben, bei der Wassereispartikel aus einer Extruderanlage mit Hilfe eines unter hohem Druck stehenden Gasstrahls gegen die Oberfläche geblasen werden. Auf diese Weise kann die bestrahlte Oberfläche vom Farbe oder Beschichtung befreit, dekontaminiert, geglättet oder entgratet werden.

[0005] Eine weitere Möglichkeit ist, ein Klebeband auf die Beschichtung aufzukleben und anschließend das Klebeband von dem Objekt wieder abzuziehen. Auf diese Weise wird lediglich überprüft, ob die Adhäsion der Beschichtung auf dem Objekt besser oder schlechter ist als die Haftung des Klebebands auf der Beschichtung. Ein solcher Test ist unter Umständen nur bedingt aussagekräftig.

[0006] Noch eine weitere Möglichkeit zum Testen von Beschichtungen ist der so genannte Ofentest. Dabei wird das beschichtete Objekt erwärmt, wobei es bei schlechter Adhäsion der Beschichtung aufgrund unterschiedlicher Temperaturausdehnungskoeffizienten des Materials des Objektes einerseits und der Beschichtung andererseits zu Blasenbildung kommt, welche optisch erfassbar ist. Problematisch kann sein, dass aufgrund der Metallurgie des Objektes meist nur geringe Prüf-Temperaturen möglich sind, ohne Schädigungen an dem beschichteten Bauteil zu verursachen. Die

geringen zulässigen Temperaturunterschiede bewirken dementsprechend geringe Unterschiede in den Ausdehnungen so dass es in der Praxis kaum zum Aufzeigen von Haftungsfehlern führt. Ein Erwärmen auf beispielsweise 700 °C hätte bei üblich verwendetem Werkstoff metallurgische Konsequenzen für das Material des beschichteten Objekts.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Es besteht ein Bedürfnis für eine einfach anzuwendende, zerstörungsfreie, am Serienteil prüfbare oder effektive Methode, um zu überprüfen, ob die Adhäsion einer Beschichtung, insbesondere einer elektrogalvanischen Silberbeschichtung ausreichend ist. Allgemein ist es Aufgabe der Erfindung, Verfahren oder Vorrichtungen anzugeben, mit welchen ein verbessertes Überprüfen einer Beschichtung möglich ist.

[0008] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren nach dem Anspruch 1 gelöst. Ein weiterer Aspekt ist die Verwendung einer Strahlvorrichtung für einen Trockeneisbeschuss zur Überprüfung der Adhäsion einer Beschichtung.

[0009] Bei typischen Ausführungsformen wird die metallische Beschichtung des Objekts mit Trockeneis beschossen und anschließend überprüft, ob die Beschichtung durch das Beschießen mit Trockeneis beschädigt wurde. Vorzugweise wird bei einem zumindest teilweisen Entfernen der metallischen Beschichtung durch den Beschuss eine Feststellung dahingehend getroffen, dass die Adhäsion der metallischen Beschichtung nicht ausreichend ist. Bei Versuchen konnte festgestellt werden, dass eine metallische Beschichtung sich in der Regel nahezu vollständig löst oder haften bleibt. Daher bietet das Verfahren den Vorteil, dass es einfach ist, zu überprüfen, ob die Adhäsion der Beschichtung ausreichend ist.

[0010] Das Verfahren bietet weiterhin den Vorteil, dass bei einer ausreichenden Adhäsion der metallischen Beschichtung keine Beschädigung oder Veränderung der Beschichtung auftritt, sodass eine zerstörungsfreie Prüfung möglich ist. Zudem ist das Strahlen mit Trockeneis typischerweise nicht abrasiv es erfolgt somit keine Reduktion der Schichtdicke durch die Prüfung. Andere Vorteile sind, dass keine

Rückstände bleiben, da Trockeneis gefrorenes Kohlendioxid ist, welches nach dem Beschuss verdampft. Kohlendioxid ist auch nicht giftig.

[0011] Bei vorteilhaften Ausführungsformen der Erfindung wird daher das Verfahren in einer sogenannten offenen Testanordnung durchgeführt. Dabei bedeutet „offene Testanordnung“, dass die Strahlvorrichtung zum Beschleunigen des Trockeneises und das Objekt nicht in einem abgeschlossenen Raum, wie beispielsweise bei einem Beschuss mit Stahlkugeln oder beim Sandstrahlen, aufgenommen sein müssen. Allenfalls persönliche Schutzausrüstung wird typischerweise verwendet. Sollte ein zusätzlicher Schutz gewünscht sein, können zusätzlich einzelne Schutzplatten verwendet werden.

[0012] Bei der Verwendung einer Strahlvorrichtung für Trockeneis zum Testen der Adhäsion einer metallischen Beschichtung auf einem Objekt werden bei typischen Ausführungsformen offene Anordnungen verwendet. Dies bietet den Vorteil, dass auch große Objekte, welche lediglich lokal eine Beschichtung aufweisen, die getestet werden muss, durch die Verwendung einer Strahlvorrichtung für Trockeneis überprüft werden können.

[0013] Typischerweise wird bei Ausführungsformen der Erfindung überprüft, ob die Beschichtung zumindest teilweise von dem Objekt durch das Beschießen entfernt wurde. Eine Überprüfung dahingehend, ob die Beschichtung entfernt wurde, wird typischerweise automatisiert oder teilautomatisiert durchgeführt. Hierzu können optische Sensoren verwendet werden, welche überprüfen, ob die Beschichtung zumindest teilweise durch den Beschuss entfernt wurde. Stellt es sich dabei heraus, dass die Beschichtung zumindest teilweise entfernt wurde, so wird festgestellt, dass die Adhäsion unzureichend ist. Optische Sensoren bieten den Vorteil, dass die Überprüfung automatisiert werden kann.

[0014] Bei einem Aspekt der Erfindung ist die metallische Beschichtung eine Beschichtung, welche galvanisch aufgebracht wurde. Bei Ausführungsformen wird das Testverfahren für Beschichtungen verwendet, welche mit folgenden galvanischen Verfahren aufgebracht wurden. Mit galvanischen Beschichtungen werden üblicherweise metallische Schichten einzelner chemischer Elemente erzeugt, Beispiele sind Chrom-, Edelmetall-, Nickel-, und Zinkschichten. Weiter sind auch Schichtkombinationen, Legierungs-, Dispersions-, Umwandlungs- und Anodisierschichten wie auch Galvanoformung galvanisch möglich. Ausführungsformen der Erfindung sind geeignet für

galvanische Beschichtungen, da bei galvanischen Beschichtungen bei nicht hinreichender Adhäsion ein teilweises Abplatzen der Beschichtung erfolgt.

[0015] Typischerweise weist die metallische Beschichtung eine Dicke im Bereich von 0.1 – 300µm auf, insbesondere 5-100µm. Ein Vorteil typischer Verfahren von Ausführungsformen ist, dass eine Überprüfung von Beschichtungen in einem weiten Dickenbereich möglich ist.

[0016] Ein Aspekt betrifft das Überprüfen der Adhäsion von Beschichtungen, welche Silber umfassen. Typischerweise umfasst die Beschichtung zumindest 90% Silber. Weitere mögliche Beschichtungsmaterialien sind Silberlegierungen, Kupfer oder Kupferlegierungen, Aluminium oder Aluminiumlegierungen. Bei typischen Ausführungsformen ist das Objekt nur teilweise mit der Beschichtung beschichtet. Für solchermaßen beschichtete Objekte bietet das Verfahren besondere Vorteile, da keine abgeschlossene Einrichtung wie bei einem Stahlkugelbeschuss notwendig ist. Weiter muss nicht das gesamte Bauteil wie bei einem Ofentest getestet werden, die Prüfung kann lokal erfolgen. Verfahren von Ausführungsformen sind schneller durchzuführen als Ofentests mit einem Aufheizen und Abkühlen eines großen Bauteils. Typischerweise sind weniger als 50%, bei weiteren Ausführungsformen weniger als 30% des Objektes mit der metallischen Beschichtung beschichtet. Typischerweise werden metallische Beschichtungen an Objekten getestet, welche zumindest in einer Ausdehnungsrichtung eine Größe von mehr als 0.2 m oder mehr als 0.5 m aufweisen.

[0017] Das Objekt besteht typischerweise zumindest im Wesentlichen aus Metall oder einer metallischen Legierung. Bei Silberbeschichtungen auf metallischen Objekten ist das Verfahren geeignet, da die Überprüfung, ob die Adhäsion ausreichend ist, sehr einfach dadurch erfolgen kann, ob ein Entfernen der Beschichtung durch den Beschuss stattfindet oder nicht. Bei typischen Ausführungsformen umfasst das Material, aus welchem das Objekt zumindest im wesentlichen besteht, mindestens 90% Kupfer oder mindestens 90% Aluminium. Typische Ausführungsformen werden verwendet, um Beschichtungen auf Objekten zu überprüfen, die zumindest im wesentlichen aus EN AC-Al Si 7 Mg0,3 bzw. EN AC-42100, EN AW-6060 bzw. ALMgSi0,5 oder CW004A bzw. Cu-ETP bestehen. In Kombination mit einer Beschichtung aus Silber können auf diese Weise Objekte in Form hochleistungsfähiger

Kontakte bzw. Kontaktstücke hergestellt werden. Mit dem Verfahren auch große Baugruppen getestet werden können, indem lediglich selektiv der beschichtete Bereich beschossen wird. Es ist möglich selektiv Stichprobenprüfungen an ausgewählten Bereichen durchzuführen oder die Prüfrate, d.h. die Anzahl oder den Umfang der zu prüfenden Teile, je nach Bedarf anzupassen.

[0018] Bei typischen Ausführungsformen ist das Objekt Teil eines Schaltgerätes für den Hochspannungsbereich, insbesondere eines Generatorschalters oder einer gasisolierten Schaltanlage. Das Objekt kann insbesondere ein elektrisches Kontaktstück für den Hochspannungsbereich, also ein elektrisches Kontaktstück eines Generatorschalters oder eines Leistungsschalters in einer gasisolierten Schaltanlage sein. Die Beschichtung ist dann insbesondere oder ausschließlich in einem Kontaktbereich des Objektes aufgebracht. Dieser Kontaktbereich muss höchsten elektrischen, thermischen und mechanischen Beanspruchungen genügen. Insbesondere elektrische Kontaktstücke eines Generatorschalters oder Kontaktstücke eines Leistungsschalters einer gasisolierten Schaltanlage unterliegen bei Schalthandlungen im Hochspannungs- und im Hochstrombereich stärksten Beanspruchungen und müssen im Betrieb Spannungen von weit mehr als 70kV in einer gasisolierten Schaltanlage oder Strömen von weit mehr als 250kA in einem Generatorschalter sicher führen können. Unter dem Begriff Hochspannungsbereich werden insbesondere Spannungen verstanden, welche über 1kV, insbesondere über 15 kV oder bei gasisolierten Schaltanlagen über 70 kV liegen. Für den Hochspannungs- und Hochstrombereich bieten Ausführungsformen besondere Vorteile, da nur eine zuverlässige Überprüfung der Beschichtung eine fehlerfreies Funktionieren dieser elektrisch, thermisch und mechanisch höchst beanspruchten Kontaktstücke gewährleistet und damit ein zuverlässiges Arbeiten eines Schaltgerätes im Hochspannungs- und Hochstrombereich sicher stellt.

[0019] Bei Ausführungsformen wird lediglich ein Teilbereich des Objekts oder ein Teilbereich der Beschichtung mit Trockeneis beschossen. Typischerweise wird, wenn nicht das vollständige Objekt beschossen wird, jedoch der beschichtete Bereich zumindest vollständig beschossen. Auf diese Weise ist es mit geringst möglichem Aufwand möglich, die Beschichtung zu überprüfen.

[0020] Typischerweise wird das Trockeneis für das Beschießen mit Pressluft beschleunigt. Eine Beschleunigung des Trockeneises mit Pressluft führt in Kombination mit der Tatsache, dass Trockeneis lediglich aus Kohlendioxid besteht, dazu, dass keine Rückstände oder Giftstoffe durch das Verfahren in die Umgebung eingebracht werden. Für das Beschießen werden die Parameter derart gewählt, dass das Trockeneis mit einer Energie unterhalb eines bestimmten Energieschwellwertes auf die Beschichtung auftrifft, ab welchem Energieschwellwert die Adhäsion der metallischen Beschichtung zerstört wird. Als ein Parameter wird beispielsweise die Geschwindigkeit für das beschleunigte Trockeneis oder der Druck der Luft zum Beschleunigen des Trockeneises eingestellt. Typische Geschwindigkeiten für das beschleunigte Trockeneis liegen zwischen 50% und 100% der Schallgeschwindigkeit bei 20°C und Normaldruck. Die Luft zum Beschleunigen wird typischerweise auf mindestens 2 bar und höchstens auf 10 bar verdichtet, bevor sie zum Beschleunigen des Trockeneises verwendet wird. Der Beschuss erfolgt typischerweise mit mindestens 5 cm oder mindestens 10 cm Abstand oder höchstens 50 cm oder höchstens 20 cm Abstand. Der Volumenstrom beträgt typischerweise 10-100 kg/h Trockeneis oder 30-50 kg/h.

[0021] Das Trockeneis besteht zumindest im Wesentlichen aus Kohlendioxid bei typischen Ausführungsformen. Dabei bedeutet in diesem Zusammenhang „im Wesentlichen“, dass das Trockeneis rein ist oder zumindest zu 99% oder 99,95% aus Kohlendioxid besteht. Damit sind keine Giftstoffe vorhanden. Das Trockeneis weist typischerweise eine Temperatur von weniger als -70 °C auf oder von weniger als -75 °C auf. Bei Ausführungsformen weist das Trockeneis eine Temperatur von mehr als -100 °C, typischerweise eine Temperatur von mehr als -85 °C auf. Einige Ausführungsformen verwenden Trockeneis im Temperaturbereich zwischen -78°C und -79°C, so dass Trockeneis als Strahlmittel bei Umgebungsbedingungen eingesetzt werden kann. Auf diese Weise wird mit minimalem Energieeinsatz ein Beschuss mit Trockeneis ermöglicht.

[0022] Typischerweise besteht das Trockeneis für das Bestrahlen zumindest zu 80% oder zumindest zu 95% aus Partikeln oder Pellets, welche eine maximale Ausdehnung von mindestens 1 mm, bevorzugter mindestens 2 mm aufweisen. Bei Ausführungsformen besteht das Trockeneis für das Bestrahlen zumindest zu 80% oder zumindest 95% aus Partikeln oder Pellets, welche eine maximale Ausdehnung von

höchstens 20 mm, höchstens 10 mm oder von höchstens 5 mm aufweisen. Bei typischen Ausführungsformen besteht das Trockeneis für das Beschießen zumindest zu 80%, oder zumindest zu 95% aus Partikeln, welche eine Größe von 2 bis 4 mm aufweisen. Bei den Partikeln oder Pellets handelt es sich typischerweise um verpresste Masse die unter Druck geformt oder durch eine Extruderplatte gedrückt wird.

[0023] Vorteile von erfindungsgemäßen Verfahren und Verwendungen sind weiterhin, dass eine schnelle Überprüfung und effektive Überprüfung möglich ist. Eine selektive Überprüfung bestimmter Bereiche, eine zufällige Überprüfung nur einiger Bereiche oder eine hundertprozentige Überprüfung bieten jeweils Vorteile. Die Kosten zur Durchführung typischer Verfahren sind gering, insbesondere wird als Verbrauchsmaterial lediglich Trockeneis benötigt. Weiterhin ist es einfach, die Strahlvorrichtung an verschiedene Beschichtungssituationen anzupassen, beispielsweise durch Verändern der Bewegungsgeschwindigkeit der Düse, durch welche das Trockeneis austritt, des Abstands der Düse zum Objekt und des Massenstroms des Trockeneises. Es wird eine zerstörungsfreie Prüfung zumindest für die Fälle erreicht, bei welchen die Adhäsion ausreichend ist. Weiterhin können Überprüfungen unabhängig von der Geometrie des Objekts durchgeführt werden, wobei auch eine Automatisierung möglich ist. Typischerweise wird das Verfahren bei Temperaturen zwischen 10 °C und 30 °C, bevorzugter Raumtemperatur, dass heißt zwischen 16 °C und 24 °C durchgeführt. Trockeneis bietet den Vorteil, dass bei Raumtemperatur rückstandsfrei verdampft.

[0024] Ein weiterer Aspekt betrifft die Verwendung einer Strahlvorrichtung, welche für eine Durchführung der oben genannten Verfahren geeignet ist für das Überprüfen der Adhäsion einer Beschichtung, insbesondere einer galvanisch aufgetragenen metallischen Beschichtung, insbesondere Silber.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] In den Zeichnungen sind typische Ausführungsformen der Erfindung dargestellt und werden in der folgenden Beschreibung genauer beschrieben. Die Zeichnungen zeigen:

[0026] Fig. 1 zeigt schematisch eine Anordnung zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und

[0027] Fig. 2 zeigt in einem schematischen Ablaufdiagramm den Ablauf einer typischen Ausführungsform der Erfindung.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0028] In der Fig. 1 ist eine bevorzugte Anordnung zum Durchführen typischer Verfahren der Erfindung gezeigt. Ein Objekt 100 weist eine nasenförmige Ausformung auf, die teilweise mit einer Beschichtung 110 aus Silber versehen ist. Mit dem Verfahren soll die Adhäsion der Beschichtung 110 aus Silber auf dem Objekt 100, welches aus einer Metalllegierung besteht, überprüft werden.

[0029] Die Beschichtung 110 wurde galvanisch aufgebracht. Das Objekt 100 umfasst im Wesentlichen aus Aluminium, wobei die Beschichtung 110 aus Silber einen verbesserten Kontakt in dem Bereich der nasenförmigen Ausformung des Objekts 100 gewährleisten soll. Die Abmessungen des Objekts 100 betragen entlang der Kantenlängen etwa 1 m.

[0030] Zum Durchführen des Verfahrens ist eine Strahlvorrichtung 120 für Trockeneis vorgesehen, welche dazu geeignet ist, in Richtung eines Pfeils 130, welcher die Strahlrichtung anzeigt, durch Pressluft beschleunigtes Trockeneis auf die Silberbeschichtung 110 aufzubringen. Das Trockeneis besteht zumindest nahezu vollständig aus Kohlendioxid. Dabei bedeutet „zumindest nahezu vollständig“, dass lediglich geringfügige Verunreinigungen enthalten sein können. Die Trockeneiskügelchen oder Pellets werden mittels Pressluft beschleunigt und so auf die Beschichtung 110 aufgeschossen.

[0031] Die Strahlvorrichtung 120 ist entlang von Pfeilen 140, welche die Bewegungsrichtung der Strahlvorrichtung 120 anzeigen, bewegbar, typischerweise an

einem Roboterarm mit zumindest sechs Freiheitsgraden. Auf diese Weise ist ein Beschuss auch komplexer Geometrien möglich. Da die Beschichtung 110 aus galvanisch aufgebrachtem Silber auf dem Objekt 100 um die Ecke verläuft, ist für ein vollständiges Testen der Beschichtung 110 eine Bewegung und Drehung der Strahlvorrichtung 120 nötig. Dies wird mit einem Roboter mit sechs Freiheitsgraden ermöglicht. Weitere Möglichkeiten sind Portalroboter oder festgelegte Bewegungsrichtungen, beispielsweise anhand von Schienen bei routinemäßiger Überprüfung wiederkehrender Objektgeometrien.

[0032] Die Steuerung der Strahlvorrichtung 120 erfolgt durch eine Kontrolleinheit 150, welche mit der Strahlvorrichtung 120 verbunden ist. Die Kontrolleinheit 150 steuert die Bewegungen der Strahlvorrichtung 120 entlang der Pfeile 140 sowie den Beschuss mit den Trockeneiskügelchen selbst. Über die Kontrolleinrichtung 150 können Druck, Abstand, Volumen und Massenstrom des Trockeneises festgelegt werden.

[0033] In der Fig. 2 ist ein typisches Verfahren der Erfindung beispielhaft anhand eines schematischen Ablaufdiagramms dargestellt. Das Verfahren der Fig. 2 kann typischerweise mit einer Strahlvorrichtung für Trockeneis, wie sie im Zusammenhang mit der Fig. 1 erläutert ist, durchgeführt werden.

[0034] Das Verfahren startet in einem Schritt 200. Im Schritt 210 wird das Objekt positioniert. Weiterhin wird die Strahlvorrichtung (Bezugszeichen 120 der Fig. 1) in eine Startposition. Weiterhin wird die Kontrolleinheit 150 initialisiert, das heißt mit den Parametern für den Beschuss programmiert. Ein Parameter kann beispielsweise den Druck, den Abstand, das Volumen oder den Massenstrom betreffen.

[0035] Im Schritt 220 erfolgt der Beschuss des Objektes 100 mit Trockeneis. Anschließend wird im Schritt 230 mit einem optischen Test überprüft, ob die Beschichtung zumindest teilweise durch den Beschuss entfernt wurde. Der optische Test erfolgt vorzugweise mit einem optoelektronischen Sensor automatisiert. Auf diese Weise lässt sich das Verfahren automatisieren.

[0036] Je nachdem, was der optische Test im Schritt 230 ergeben hat, verzweigt das Verfahren entweder zu dem Schritt 250 oder zu dem Schritt 260. Wird im Schritt 240 festgestellt, dass zumindest ein Teil der Beschichtung sich durch den Beschuss

gelöst hat, wird im Schritt 250 festgestellt, dass die Adhäsion der Beschichtung qualitativ nicht ausreichend war. Wird hingegen im Schritt 240 festgestellt, dass die Beschichtung vollständig noch an dem Objekt 100 anhaftet, wird im Schritt 260 festgestellt, dass die Adhäsion der Beschichtung ausreichend ist. Das Objekt 100 wird dann für die weitere Verarbeitung oder für die Verwendung freigegeben. Das Verfahren endet in einem Schritt 270.

[0037] Der Umfang der Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern wird vielmehr durch den Umfang der Ansprüche bestimmt. Die Ausführungsbeispiele sind nicht beschränkend für den Umfang der Erfindung, sondern dienen lediglich der Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen, wobei neben den beschriebenen Ausführungsbeispielen auch andere Ausgestaltungen sinnvoll und vorteilhaft sein können.

Bezugszeichenliste

100	Objekt
110	Beschichtung
120	Strahlvorrichtung
130	Beschussrichtung
140	Bewegungsrichtung
150	Kontrolleinheit
200 bis 270	Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Testverfahren zum Überprüfen der Adhäsion einer metallischen Beschichtung (110) auf einem Objekt (100) mit den Schritten:
 - Beschießen der metallischen Beschichtung (110) des Objektes (100) mit Trockeneis; und
 - Überprüfen, ob die Beschichtung (110) durch das Beschießen beschädigt wurde.
2. Testverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Überprüfung getestet wird, ob die Beschichtung (110) zumindest teilweise von dem Objekt (100) durch das Beschießen entfernt wurde.
3. Testverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überprüfung ein optischer Sensor verwendet wird.
4. Testverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (110) galvanisch aufgebracht ist.
5. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (110) Silber umfasst oder zumindest im Wesentlichen aus Silber besteht.
6. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (100) nur teilweise mit der Beschichtung (110) beschichtet ist.
7. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (100) mindestens 90% Kupfer oder mindestens 90% Aluminium aufweist.
8. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (100) ein elektrisches Kontaktstück eines Schaltgerätes für den Hochspannungsbereich, insbesondere eines Generatorschalters oder einer gasisolierten Schaltanlage ist.

9. Testverfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung in einem Kontaktbereich des Objektes (100) aufgebracht ist.
10. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockeneis für das Beschießen mit Pressluft beschleunigt wird.
11. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockeneis zumindest im wesentlichen aus Kohlendioxid besteht.
12. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockeneis eine Temperatur von weniger als -77°C und/oder eine Temperatur von mehr als -79°C aufweist.
13. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockeneis, das für das Beschießen verwendet wird, zumindest zu 80% aus Pellets besteht, welche eine maximale Ausdehnung von mindestens 1mm aufweisen und/oder eine maximale Ausdehnung von höchstens 10mm aufweisen.
14. Testverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für das Beschießen Parameter derart gewählt werden, dass das Trockeneis mit einer Energie unterhalb eines Energieschwellwertes auftrifft, ab welchem die Adhäsion der metallischen Beschichtung (110) zerstört wird.
15. Testverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass als ein Parameter die Geschwindigkeiten für das beschleunigte Trockeneis zwischen 50% und 100% der Schallgeschwindigkeit bei 20°C und Normaldruck gewählt werden.
16. Verwendung einer Strahlvorrichtung (120) für Trockeneis zum Testen der Adhäsion einer metallischen Beschichtung (110) auf einem Objekt (100).
17. Verwendung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlvorrichtung (120) für ein Testverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 geeignet ist.

1/2

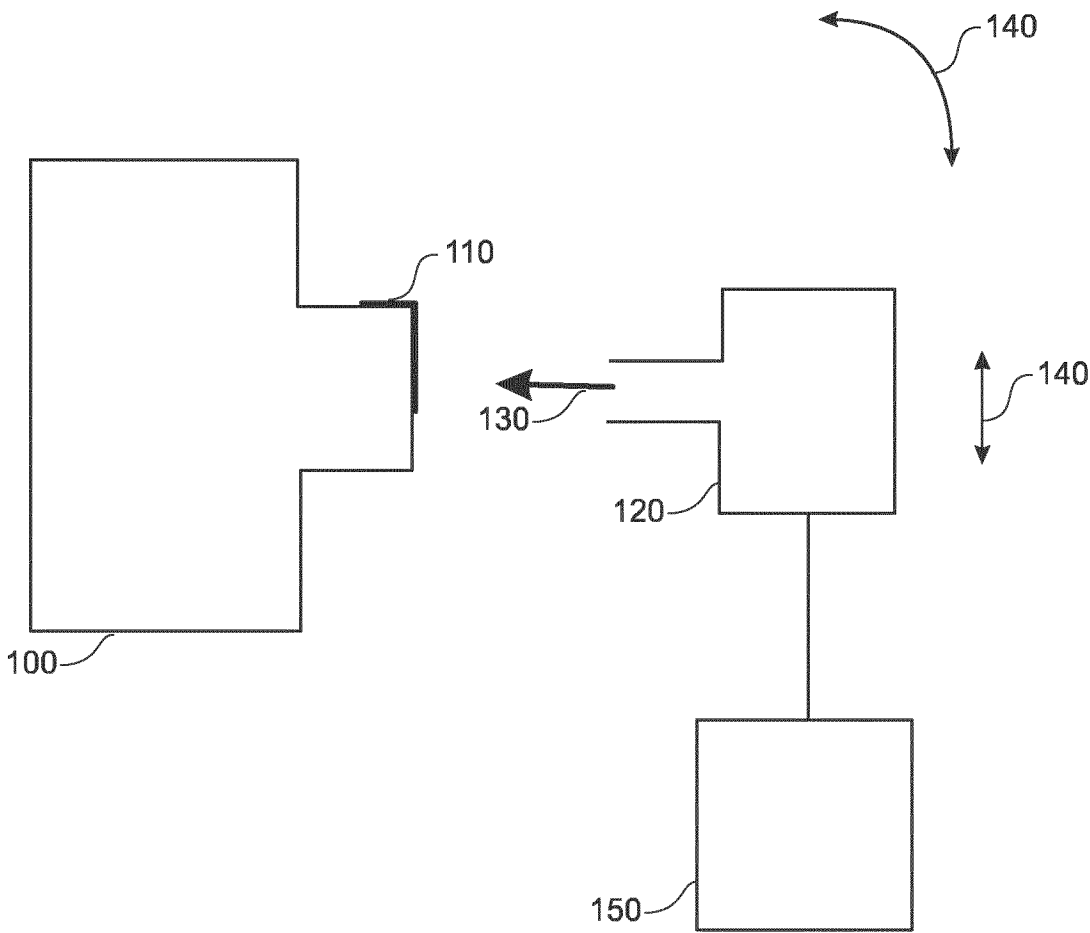


FIG. 1

2/2

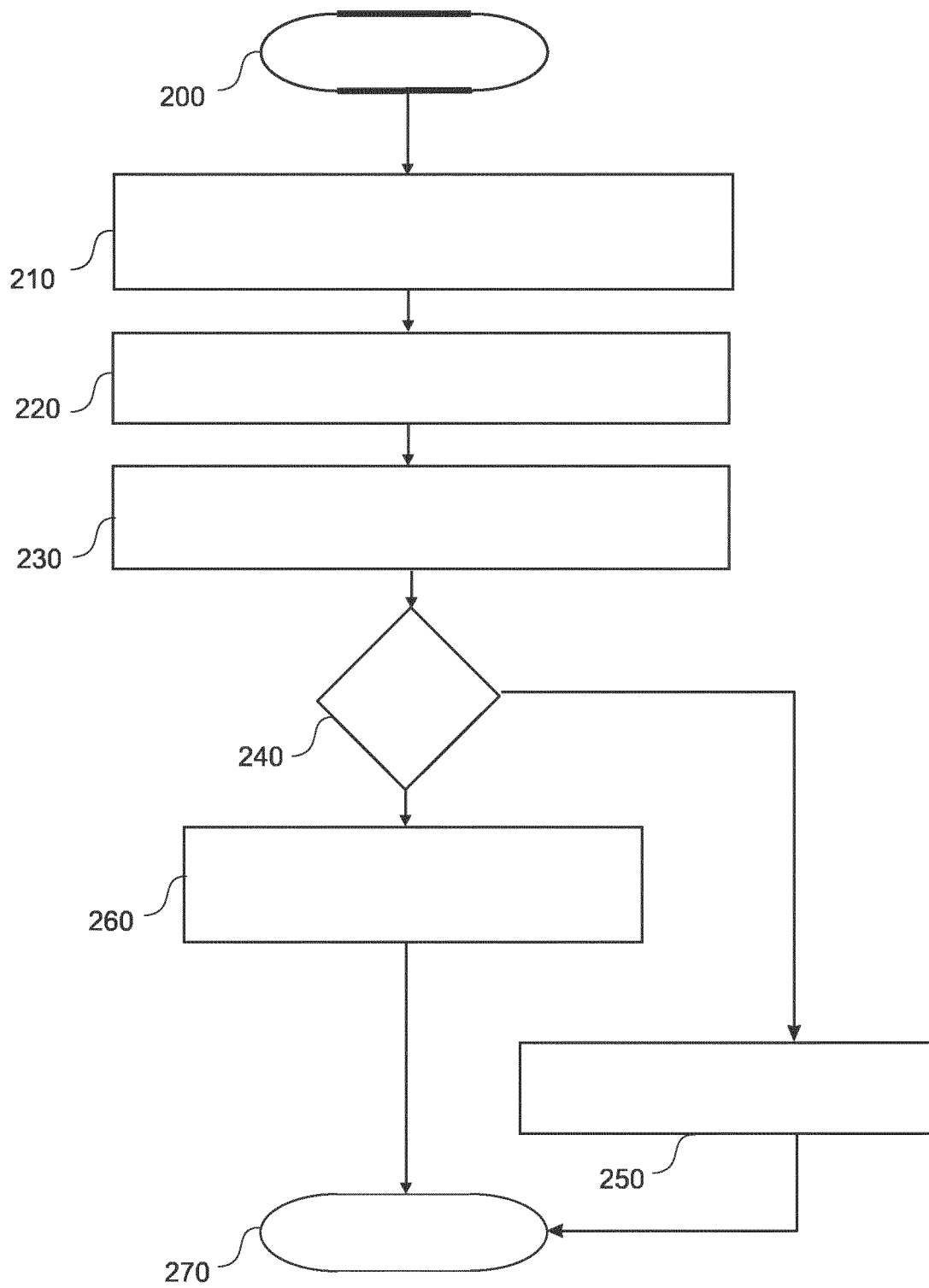


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/060573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01N19/04 B24C1/00
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G01N B24C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	"Metallic coatings on metallic substrates - Electrodeposited and chemically deposited coatings Review of methods available for testing adhesion", INTERNATIONAL STANDARD - ISO, ZUERICH, CH, no. ISO 28191980 (E), 1 August 1980 (1980-08-01), pages 1-6, XP008144616, Titel; Kapitel 1, 2.3, A4, A.5 -----	1-17
Y	US 2002/166328 A1 (VISAISOUK SAM [US]) 14 November 2002 (2002-11-14) abstract paragraphs [0002] - [0006] -----	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 August 2012

Date of mailing of the international search report

23/08/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Seifter, Achim

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/060573

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2002166328	A1	14-11-2002	CA 2446870 A1	21-11-2002
			EP 1402220 A1	31-03-2004
			JP 2004527719 A	09-09-2004
			US 2002166328 A1	14-11-2002
			WO 02093092 A1	21-11-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01N19/04 B24C1/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01N B24C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	"Metallic coatings on metallic substrates - Electrodeposited and chemically deposited coatings Review of methods available for testing adhesion", INTERNATIONAL STANDARD - ISO, ZUERICH, CH, Nr. ISO 28191980 (E), 1. August 1980 (1980-08-01), Seiten 1-6, XP008144616, Titel; Kapitel 1, 2.3, A4, A.5 -----	1-17
Y	US 2002/166328 A1 (VISAISOUK SAM [US]) 14. November 2002 (2002-11-14) Zusammenfassung Absätze [0002] - [0006] -----	1-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert,
aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach
dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-
scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer
anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden
soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie
ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,
eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach
dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum
oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der
Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der
Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden
Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet
werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren
Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und
diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. August 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Seifter, Achim

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060573

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002166328	A1	14-11-2002	CA	2446870 A1	21-11-2002
			EP	1402220 A1	31-03-2004
			JP	2004527719 A	09-09-2004
			US	2002166328 A1	14-11-2002
			WO	02093092 A1	21-11-2002
