



(11) **EP 3 649 889 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.2020 Patentblatt 2020/20

(51) Int Cl.:
A46B 13/00 (2006.01) B24B 29/00 (2006.01)
B05D 3/12 (2006.01) B24D 13/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19206269.3**

(22) Anmeldetag: **30.10.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Hofstee, Sander Hendrikus Johannes**
8940 Wervik (BE)
• **Doddema, Jan Frederik**
9765AR Paterswolde (NL)

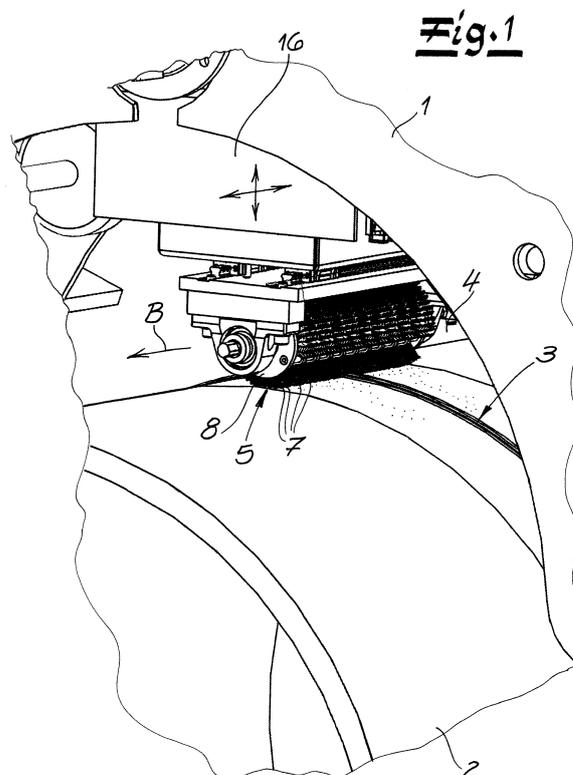
(74) Vertreter: **Andrejewski - Honke**
Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(30) Priorität: **12.11.2018 DE 102018128269**

(71) Anmelder: **Monti-Werkzeuge GmbH**
53773 Hennef (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEARBEITUNG EINER OBERFLÄCHE EINES WERKSTÜCKES**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Bearbeitung einer Oberfläche eines Werkstückes (2) mit Hilfe eines Bürstenaggregates (5). Das Bürstenaggregat (5) ist mit einem rotativ antreibbaren Bürstenhalter (8) und einer Ringbürste (6, 7) mit nach außen abstehenden Borsten (7) ausgerüstet. Die rotierenden Borsten (7) werden unter Rückgriff auf ein verstellbares Stoppmittel (9) sowie durch Speicherung von Bewegungsenergie elastisch verformt. Auf diese Weise bearbeiten die Borsten (7) die Oberfläche des Werkstückes (2) nicht nur rotierend, sondern zugleich schlagend in Folge der nach Passieren des Stoppmittels (9) freiwerdenden gespeicherten Bewegungsenergie. Erfindungsgemäß wird das Stoppmittel (9) in Abhängigkeit der Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes (2) verstellt.



EP 3 649 889 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung einer Oberfläche eines Werkstückes mit Hilfe eines Bürstenaggregates, mit einem rotativ antreibbaren Bürstenhalter und einer Ringbürste mit einem Borstenkranz mit nach außen abstehenden Borsten, wonach die rotierenden Borsten unter Rückgriff auf ein in den rotierenden Borstenkranz eintauchendes verstellbares Stoppmittel sowie durch Speicherung von Bewegungsenergie elastisch verformt werden, so dass die Borsten nach ihrer Freigabe die Oberfläche des Werkstückes nicht nur rotierend, sondern zugleich schlagend in Folge der nach Passieren des Stoppmittels freiwerdenden gespeicherten Bewegungsenergie bearbeiten.

[0002] Ein Verfahren des eingangs beschriebenen Aufbaus wird beispielhaft und größtenteils in dem Patent EP 1 834 733 B1 der Anmelderin beschrieben. Mit Hilfe des Bürstenaggregates und des Stoppmittels lassen sich auf diese Weise an der Oberfläche des bearbeiteten Werkstückes Rautiefen erreichen, die bisher nur durch eine Sandstrahlbearbeitung erzielt werden konnten. Tatsächlich werden Rautiefen von mehr als 50 μm , insbesondere mehr als 60 μm bis hin zu 100 μm und mehr beobachtet. Bei den angegebenen Rautiefen handelt es sich insgesamt um sogenannte Mittelrauwerte R_a (als arithmetischer Mittenwert der absoluten Werte von Profilabweichungen innerhalb einer Bezugsstrecke entsprechend DIN 4764 sowie DIN ISO 1302). Das hat sich grundsätzlich bewährt und wird vielfach in der Praxis angewandt. Daneben beschreibt die ebenfalls auf die Anmelderin zurückgehende EP 2 618 965 B1 ein derartiges Verfahren, bei welchem das Stoppmittel zugleich als Schleifkörper für die Borsten fungiert. Zu diesem Zweck lässt sich das Stoppmittel verstellen, ist beispielsweise radial und/oder tangential verstellbar ausgebildet. Auch eine exzentrische Verstellung ist möglich.

[0003] Der Stand der Technik hat sich grundsätzlich bewährt, wenn es darum geht, die Rauigkeit von Oberflächen eines Werkstückes zu gewährleisten, Beschichtungen von der Oberfläche oder Rost zu entfernen. Für die nachträgliche Bearbeitung der Oberfläche im Hinblick auf einen Farbauftrag, eine Metall- und/oder Kunststoffbeschichtung etc. ist es jedoch oftmals erforderlich, die Oberflächenrauigkeit reproduzierbar einzustellen bzw. bestimmte Vorgaben einzuhalten. Das ist mit den bisher beschriebenen Vorgehensweisen nicht unmittelbar möglich bzw. muss letztlich manuell umgesetzt werden. Große Oberflächen von Werkstücken lassen sich auf diese Weise kaum reproduzierbar bearbeiten. Hier will die Erfindung insgesamt Abhilfe schaffen.

[0004] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein derartiges Verfahren zur Bearbeitung einer Oberfläche eines Werkstückes mit Hilfe eines Bürstenaggregates so weiterzuentwickeln, dass gewünschte Rautiefen der Oberfläche reproduzierbar eingestellt werden können.

[0005] Zur Lösung dieser technischen Problemstel-

lung ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Bearbeitung der Oberfläche eines Werkstückes mit Hilfe eines Bürstenaggregates erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass das Stoppmittel und/oder die Ringbürste in Abhängigkeit der Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes verstellt wird.

[0006] Das heißt, erfindungsgemäß wird zunächst einmal so vorgegangen, dass in Abhängigkeit der Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes eine Verstellung des Stoppmittels und/oder der Ringbürste vorgenommen wird. Hierbei geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, dass eine Veränderung insbesondere der radialen Position des Stoppmittels im Vergleich zu einer Achse des die Ringbürste haltenden und rotativ antreibbaren Bürstenhalters unmittelbar die Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes beeinflusst. Denn durch eine Veränderung der radialen Position des Stoppmittels im Vergleich zur Achse der Ringbürste wird letztlich die kinetische Energie verändert, mit welcher die Borsten auf die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes treffen. Dabei gilt generell die Faustformel, dass die kinetische Energie umso höher ist, je geringer der radiale Abstand des Stoppmittels zur fraglichen Achse der Ringbürste bemessen ist. Denn eine radial innere Anordnung des Stoppmittels führt zu einer erhöhten und verstärkten Verformung der Borsten und demzufolge erhöhter kinetischer Energie, mit welcher die Borsten auf die Oberfläche des Werkstückes auftreffen.

[0007] Diese grundsätzlichen Zusammenhänge sind von Prof. Robert J. Stango u. a. untersucht worden und in mehreren Veröffentlichungen wiedergegeben. Verwiesen wird auf die beiden Veröffentlichungen "Surface preparation of ship-construction steel/(ABS-A) via bristle blasting process", NACE CORROSION CONFERENCE & EXPO 2010, paper No. 10385 sowie "Evaluation of bristle blasting process for surface preparation of ship-construction steel" (NACE CORROSION CONFERENCE & EXPO 2012, paper No. C2012-0001442). Nach bevorzugter Ausführungsform ist zu diesem Zweck das Stoppmittel größtenteils radial im Vergleich zur besagten Achse der rotierenden Ringbürste verstellbar ausgebildet bzw. kann radial im Vergleich zu der besagten Achse verstellt werden. Vergleichbar kann auch die Ringbürste an die Oberfläche angestellt werden und/oder eine Axialbewegung ausführen.

[0008] Die Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes lässt sich ihrerseits taktil und/oder berührungslos erfassen. Tatsächlich wird in diesem Zusammenhang die Oberfläche des Werkstückes anhand der mittleren Rauheit R_A erfasst. Hierbei handelt es sich um das arithmetische Mittel der jeweils gemessenen betragsmäßigen Abweichung des einzelnen Messpunktes von einer Mittellinie. Die Angaben werden dabei entsprechend DIN ISO 1302 vorgenommen, wie dies einleitend beschrieben wurde. Grundsätzlich kann auch die sogenannte maximale Rauheitsprofilhöhe R_z gemessen und ausgewertet werden. Hierbei handelt es sich um die Summe aus der Höhe einer größten Profilspitze R_p und der Tiefe des

größten Profiltales R_v innerhalb einer einzelnen Messstrecke. Als senkrechter Abstand vom höchsten zum tiefsten Profilpunkt ist R_z ein Maß für die Streuweite der Rauheitsordinatenwerte. Jedenfalls bestehen grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, die Rauigkeit oder Rauheit der Oberfläche des Werkstückes taktil und/oder berührungslos zu erfassen.

[0009] Dabei kann grundsätzlich so vorgegangen werden, dass die Rauigkeit oder Rauheit der noch nicht mit Hilfe der Ringbürste bzw. der Borsten bearbeiteten Oberfläche des Werkstückes ermittelt und in Abhängigkeit von hiervon das Stoppmittel und/oder die Ringbürste entsprechend verstellt wird. Im Regelfall wird jedoch so vorgegangen, dass die Rauigkeit der bearbeiteten Oberfläche erfasst wird. Dadurch kann das Stoppmittel entsprechend verfahren werden, und zwar je nach den ermittelten Messwerten für die Rauigkeit bzw. Rauheit der bearbeiteten Oberfläche des Werkstückes. Zu diesem Zweck wird die Rauigkeit der fraglichen und bearbeiteten Oberfläche mit Hilfe einer Steuer-/Regeleinheit in Stellbewegungen des Stoppmittels und/oder die Ringbürste je nach gewünschtem Rauigkeitsprofil der Oberfläche umgesetzt. Das heißt, die Werte für die Rauigkeit bzw. Rauheit der Oberfläche, konkret die mittlere Rauheit R_a im Beispielfall bzw. der arithmetische Mittenwert R_a , wird als Eingangsgröße zur Ansteuerung der Steuer-/Regeleinheit genutzt. In Abhängigkeit von der gewünschten Rauigkeit bzw. Rauheit und konkret dem arithmetischen Mittenrauwert R_a kann nun das Stoppmittel und/oder die Ringbürste entsprechend verstellt werden. Soll beispielsweise die mittlere Rauheit R_a gesteigert werden, so wird man beispielsweise das Stoppmittel mit Hilfe der Steuer-/Regeleinheit radial weiter nach innen verfahren. Umgekehrt ist für eine verringerte mittlere Rauheit R_a eine radial äußere Position des Stoppmittels möglich und denkbar.

[0010] Neben einer solchen prinzipiellen Steuerung ist auch eine Regelung möglich. In diesem Fall wird ein Ist-Wert für die mittlere Rauheit $R_{a,ist}$ im Beispielfall mit einem in der Regeleinheit hinterlegten und vorgegebenen Soll-Wert der mittleren Rauheit $R_{a,Soll}$ verglichen. Je nach Abweichungen der gemessenen Ist-Rauheit $R_{a,ist}$ im Vergleich zum Soll-Wert $R_{a,Soll}$ wird dann das Stoppmittel im Sinne eines geschlossenen Regelkreises nachgefahren. Als Folge hiervon kann die Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes den tatsächlichen Erfordernissen angepasst werden, beispielsweise einem anschließenden Farbauftrag, einer Kunststoffbeschichtung, einer Metallbeschichtung etc. Rechnung tragen.

[0011] Die Rauigkeit der Oberfläche lässt sich taktil mit Hilfe eines mechanisch die Oberfläche abtastenden Taststiftes erfassen. Im Regelfall wird jedoch an dieser Stelle berührungslos vorgegangen. Dann kann die Rauigkeit der Oberfläche mit Hilfe von beispielsweise Schallwellen und bevorzugt unter Rückgriff auf elektromagnetische Wellen abgetastet werden. An dieser Stelle hat sich die Abtastung mit elektromagnetischen Wellen und hier speziell mit Hilfe eines Lasers als besonders günstig

und vorteilhaft erwiesen.

[0012] Tatsächlich wird hier meistens so vorgegangen, dass die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes bzw. die bereits bearbeitete Oberfläche des fraglichen Werkstückes im Sinne eines vorzugsweise zweidimensionalen Triangulationsverfahrens abgetastet wird. Hierbei wird der Laserstrahl meistens als extrem dünne Lichtlinie in einem definierten Winkel auf die zu messende Oberfläche projiziert. Die ursprünglich gerade Lichtlinie des Lasers wird durch die Rauigkeit bzw. Rauheit der bearbeiteten Oberfläche im Beispielfall proportional zum Auftreffwinkel des Lasers auf die Oberfläche verzerrt. Mit Hilfe einer optischen Aufnahmeeinrichtung, beispielsweise eines Mikroskops in Verbindung mit einer Kamera kann nun ein Bild dieser projizierten Laserlinie aufgenommen werden. Das Oberflächenprofil lässt sich nun direkt aus der Ablenkung der Lichtlinie berechnen und insbesondere eignet sich diese Methode zur Bestimmung der mittleren Rauheit R_a . Darüber hinaus kann die maximale Rauheitsprofilhöhe R_z auf diese Weise bestimmt werden. Details eines solchen denkbaren Triangulationsverfahrens werden beispielhaft in der EP 0 585 893 A1 beschrieben. Außerdem sei auf eine Veröffentlichung der Firma "AMEPA" unter "amepa.de" zum Thema "SRM - Online Rauheitsmessung" Bezug genommen.

[0013] Die Erfindung greift besonders bevorzugt nicht nur auf die Möglichkeit zurück, dass das Stoppmittel gegenüber der Ringbürste typischerweise in Radialrichtung verstellt werden kann. Sondern zusätzlich lässt sich die Ringbürste vorteilhaft zusammen mit dem Stoppmittel in Bezug auf ihren Abstand und/oder parallel im Vergleich zur Oberfläche des Werkstückes, also in Axialrichtung, verfahren. Durch eine Veränderung des Abstandes der Ringbürste inklusive Stoppmittel im Vergleich zur Oberfläche des Werkstückes kann letztlich der Anpressdruck der Ringbürste auf die zu bearbeitende Oberfläche variiert werden. Dabei gilt die Faustformel, dass je geringer der Abstand der Ringbürste im Vergleich zur Oberfläche des Werkstückes eingestellt wird, desto höher ist auch der Anpressdruck der rotierenden Borsten an die fragliche Oberfläche und desto größer ist auch die auf diese Weise auf der Oberfläche erzeugte Rauheit R_a bzw. R_z . Das kommt in den zuvor bereits genannten Untersuchungen von Prof. J. Stango zum Ausdruck, auf die erneut verwiesen sei. Eine Parallelverschiebung bzw. Axialverschiebung der Ringbürste im Vergleich zur Oberfläche des Werkstückes führt ferner dazu, dass das an der Oberfläche des Werkstückes erzeugte Rauheitsprofil besonders homogen ausgelegt ist und insbesondere keine Vorzugsrichtungen aufweist. - Gegenstand der Erfindung ist auch ein Bürstenaggregat und ein Rotationsbürstenwerkzeug, welche beide vorteilhaft nach dem beschriebenen Verfahren zur Bearbeitung der Oberfläche des Werkstückes arbeiten und mit einem entsprechend ausgelegten Bürstenaggregat ausgerüstet sind.

[0014] Im Ergebnis wird ein neuartiges Verfahren zur Bearbeitung von Oberflächen von Werkstücken zur Verfügung gestellt und beschrieben. Dieses zeichnet sich

dadurch aus, dass die fragliche Oberfläche des Werkstückes mit einer reproduzierbaren Rauigkeit bzw. Rauheit ausgerüstet werden kann. Dadurch lässt sich die Oberflächenbeschaffenheit des Werkstückes an eine gegebenenfalls nachgeschaltete Bearbeitung oder Beschichtung optimal anpassen. Das war bisher in dieser Konsequenz und Ausprägung nicht möglich. Außerdem gelingt grundsätzlich eine automatische Bearbeitung der Oberfläche des betreffenden Werkstückes, und zwar im Sinne einer Steuerung bzw. Regelung, wie dies zuvor bereits im Detail beschrieben wurde. Hierdurch können insgesamt beliebig große Oberflächen reproduzierbar aufgeraut werden. Hierin sind die wesentlichen Vorteile zu sehen.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 ein Rotationsbürstenwerkzeug inklusive hiervon angetriebenem Bürstenaggregat mit zugehöriger Ringbürste entsprechend der Erfindung perspektivisch und

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht des Gegenstandes nach der Fig. 1.

[0016] In der Fig. 1 ist prinzipiell ein Rotationsbürstenwerkzeug dargestellt, welches mit einem Maschinenrahmen 1 ausgerüstet ist. Der Maschinenrahmen 1 mag im Ausführungsbeispiel und nicht einschränkend als zylindrischer Rahmenabschnitt ausgebildet sein, welcher an ein zu bearbeitendes Werkstück 2 angepasst ist. Bei dem Werkstück 2 handelt es sich nach dem Ausführungsbeispiel und nicht einschränkend um eine Pipeline bzw. Rohrleitung aus einzelnen miteinander verschweißten Rohren. Die Rohre sind dabei durch eine in der Fig. 1 zu erkennende Schweißnaht 3 miteinander verbunden. Um die Schweißnaht 3 und insgesamt den Verbindungsbe-
reich der Rohre untereinander vor Korrosion zu schützen, wird im Beispielfall die Oberfläche des Werkstückes 2 im Bereich der Schweißnaht 3 mit Hilfe des nachfolgend noch im Detail zu beschreibenden Rotationsbürstenwerkzeuges bearbeitet. Anschließend an diese Bearbeitung kann in diesem Bereich ein Schutzüberzug auf die Rohrleitung bzw. das Werkstück 2 aufgebracht werden.

[0017] Grundsätzlich eignet sich das nachfolgend noch näher zu beschreibende Rotationsbürstenwerkzeug natürlich nicht nur zur Bearbeitung von Oberflächen an gekrümmten Werkstücken 2 wie der in der Fig. 1 dargestellten Pipeline bzw. Rohrleitung. Sondern das Rotationsbürstenwerkzeug kann genauso gut zur Bearbeitung der Oberfläche von planen Werkstücken eingesetzt werden, was im Detail jedoch nicht dargestellt ist. Das Rotationsbürstenwerkzeug wird nach dem Ausführungsbeispiel von dem Maschinenrahmen 1 gehalten. Außerdem mag der Maschinenrahmen 1 so ausgelegt sein, dass er das Werkstück 2 bzw. die Rohrleitung im Beispielfall klauenartig umgreift. Darüber hinaus ist es denk-

bar, dass der Maschinenrahmen 1 um eine Achse der Rohrleitung rotiert, so dass die fragliche Rohrleitung im Bereich der Schweißnaht 3 insgesamt und über ihren gesamten Umfang gesehen mit Hilfe des Rotationsbürstenwerkzeuges bearbeitet werden kann.

[0018] Das Rotationsbürstenwerkzeug verfügt nun im Detail über eine lediglich in der Fig. 1 teilweise zu erkennende Antriebseinheit 4, welche ein Bürstenaggregat 5 als wesentlichen Bestandteil des Rotationsbürstenwerkzeuges in Rotationen versetzt. Dazu ist das Bürstenaggregat 5 mit einer Ringbürste 6, 7 ausgerüstet, die man am besten in der Fig. 2 erkennt. Die Ringbürste 6, 7 setzt sich aus einem Bürstenband 6 und an das Bürstenband 6 angeschlossenen und nach außen abstehenden Borsten 7 zusammen, die einen Bürstenkranz definieren. Bei dem Bürstenband 6 mag es sich um ein solches aus einem Kunststoffgewebeband auf beispielsweise Polyamidbasis handeln. Die Borsten 7 sind als im Bürstenband 6 verankerte Stahlborsten ausgerüstet, die entsprechend dem Ausführungsbeispiel in der Fig. 2 und nicht einschränkend über jeweils frontseitig abgeschrägte Borstenspitzen 7' verfügen können. Das gilt selbstverständlich nur beispielhaft.

[0019] Die Ringbürste 6, 7 wird in einem rotativ antreibbaren Bürstenhalter 8 aufgenommen, den man am besten in der Fig. 1 erkennt. Der Bürstenhalter 8 kann dabei so ausgelegt sein, wie dies in der DE 43 26 793 C1 der Anmelderin beschrieben wird. Grundsätzlich sind an dieser Stelle auch andere Bürstenhalter 8 denkbar, wie sie beispielsweise im Detail in der WO 2017/220338 A1 der Anmelderin vorgestellt werden. Der Bürstenhalter 8 zur Aufnahme der Ringbürste 6, 7 kann dabei mehrteilig aufgebaut sein, wie dies in den zuvor genannten Veröffentlichungen beschrieben wird. Grundsätzlich ist es aber auch denkbar, dass die Ringbürste 6, 7 fest mit dem Bürstenhalter 8 verbunden wird. Im Regelfall wird man jedoch auf einen mehrteiligen Bürstenhalter 8 entsprechend den zuvor angegebenen Veröffentlichungen zurückgreifen, schon um die Ringbürste 6, 7 bei Bedarf und Verschleiß austauschen zu können.

[0020] Von besonderer Bedeutung für das Rotationsbürstenwerkzeug bzw. das Bürstenaggregat 5 ist dann noch ein verstellbares Stoppmittel 9. Tatsächlich ist das Stoppmittel 9 an einen Ausleger 10 angeschlossen, mit dessen Hilfe das Stoppmittel 9 in Bezug auf seinen in der Fig. 2 dargestellten Abstand A zur Achse Z der Ringbürste 6, 7 verstellt werden kann. Das ist durch einen entsprechenden Pfeil in der Fig. 2 angedeutet. Die Verstellung des Stoppmittels 9 in Bezug auf ihre Position im Vergleich zu den Borsten 7 erfolgt nun in Abhängigkeit der Rauigkeit bzw. Rauheit der Oberfläche des Werkstückes 2. Das heißt, das Stoppmittel 9 wird in Abhängigkeit der Rauigkeit respektive Rauheit der Oberfläche des Werkstückes 9 verstellt. Als Maßstab für die Verstellung des Stoppmittels 9 dient dabei die bereits bearbeitete Oberfläche des Werkstückes 2, das heißt der Bereich der Oberfläche des Werkstückes 2, welcher in der in der Fig. 2 durch einen Pfeil B angedeuteten Bearbeitungs-

richtung dem Rotationsbürstenwerkzeug bzw. dem Bürstenaggregat 5 nachfolgt. Prinzipiell kann auch der in der Bearbeitungsrichtung B vorausseilende Bestandteil der Oberfläche des Werkstückes 2 für die Einstellung des Stoppmittels 9 herangezogen werden. Nach dem Ausführungsbeispiel und bevorzugt wird jedoch so vorgegangen, dass der der Bearbeitungsrichtung B nachfolgende und bereits bearbeitete Bereich der Oberfläche des Werkstückes 2 hinsichtlich seiner Rauigkeit bzw. Rauheit untersucht wird und in Abhängigkeit hiervon das Stoppmittel 9 verstellt wird.

[0021] Zu diesem Zweck ist nach dem Ausführungsbeispiel eine Rauheitsmesseinheit 11, 12, 13 vorgesehen. Die Rauheitsmesseinheit 11, 12, 13 eilt dem Bürstenaggregat 5 respektive dem Rotationsbürstenwerkzeug in dessen Bearbeitungsrichtung B nach, um die bereits bearbeitete Oberfläche des Werkstückes 2 hinsichtlich seiner Rauheit bzw. Rauigkeit erfassen zu können. Die Rauheitsmesseinheit 11, 12, 13 verfügt zu diesem Zweck über einen Laser 11, einen Abstandssensor 12 und eine Kamera 13, beispielsweise CCD-Kamera 13. Der Laser 11, der Abstandssensor 12 und die auch die CCD-Kamera 13 sind insgesamt an eine Steuereinheit bzw. Steuer-/Regeleinheit 14 angeschlossen, die für die Steuerung und die Erfassung der Rauheitsmesswerte R_a , das heißt im Beispielfall und nicht einschränkend die Ermittlung der mittleren Rauheit R_a entsprechend der einleitenden Erläuterungen dient.

[0022] Tatsächlich ist der Laser 11 in einem definierten Winkel α auf die Oberfläche des Werkstückes 2 gerichtet und projiziert auf der fraglichen Oberfläche eine extrem dünne Lichtlinie. Diese Lichtlinie wird nun mit Hilfe der hochauflösenden Kamera 13, welcher ein nicht ausdrücklich dargestelltes Mikroskop vorgeschaltet sein kann, hinsichtlich ihrer durch die Oberflächentextur verursachten Verzerrungen untersucht. Tatsächlich kann das fragliche Oberflächenprofil direkt aus der Ablenkung der Lichtlinie im Vergleich zu ihrem geraden Verlauf berechnet werden. Das Bild dieser projizierten und aufgrund der Oberflächentextur verzerrten Lichtlinie des Lasers 11 wird mit Hilfe der Kamera 13 erfasst und diese Daten werden durch die an die Kamera 13 angeschlossene Steuer-/Regeleinheit 14 in die gewünschten Rauheitswerte R_a umgesetzt bzw. die fraglichen Rauheitswerte R_a werden hieraus abgeleitet.

[0023] Der zusätzliche Abstandssensor 12 dient dabei primär zu Kontrollzwecken und stellt sicher, dass bei eventuellen Abweichungen der Oberfläche des Werkstückes 2 von einer Ebene, Auswölbungen etc. nach wie vor ein einwandfreies und scharfes Bild der vom Laser 11 abgegebenen geraden Lichtlinie auf der Oberfläche des Werkstückes 2 vorliegt und hinsichtlich seiner Abweichungen durch die Oberflächentextur untersucht werden kann. Gegebenenfalls lässt sich die gesamte Rauheitsmesseinheit 11, 12, 13 in Bezug auf ihren Abstand zur Oberfläche des Werkstückes 2 entsprechend verändern, wie dies ein Doppelpfeil in der Fig. 2 andeutet. Eine Änderung des Abstandes wird dabei nach Maßgabe der

Messwerte des Abstandssensors 12 vorgenommen.

[0024] Wie bereits erläutert, kann das Stoppmittel 9 größtenteils radial im Vergleich zur Achse Z der Ringbürste 6, 7 verstellt werden. Für entsprechende Stellbewegungen des Stoppmittels 9 bzw. des das Stoppmittel 9 tragenden Auslegers 10 mag ein in der Fig. 2 lediglich angedeuteter Stoppmittelantrieb 15 sorgen. Der Stoppmittelantrieb 15 greift dazu am Ausleger 10 an, welcher achsgleich zur Ringbürste 6, 7 drehbar um die Achse Z gelagert ist. Das gilt selbstverständlich nur beispielhaft und ist keinesfalls einschränkend. Jedenfalls kann mit Hilfe des Stoppmittelantriebes 15 das Stoppmittel 9 hinsichtlich seines Abstandes A in Radialrichtung im Vergleich zur Achse Z der Ringbürste 6, 7 variiert werden, wie dies die Fig. 2 andeutet.

[0025] Neben dem Antrieb 4 für die Ringbürste 6, 7, dem Stoppmittelantrieb 15 für das Stoppmittel 9 ist schließlich noch ein weiterer Ringbürstenantrieb 16 realisiert. Mit Hilfe des Ringbürstenantriebes 16 lässt sich die gesamte Ringbürste 6, 7 inklusive Stoppmittel 9 und Ausleger 10 an die Oberfläche des Werkstückes 2 anstellen und hiervon abheben, also in vertikaler Richtung im Vergleich zur Oberfläche des Werkstückes 2 beaufschlagen, wie dies ein entsprechender Doppelpfeil 16 in der Fig. 2 andeutet. Auf diese Weise kann die Rautiefe der Oberfläche des Werkstückes 2 ebenfalls beeinflusst werden, wie dies zuvor bereits erläutert wurde. Dazu ist einerseits der Stoppmittelantrieb 15 und andererseits der Ringbürstenantrieb 16 jeweils an die Steuereinheit 14 angeschlossen, wie entsprechende elektrische Verbindungsleitungen in der Fig. 2 andeuten. Der Ringbürstenantrieb 16 kann grundsätzlich auch dafür sorgen, dass die Ringbürste 6, 7 nicht nur in Bezug auf ihren Abstand im Vergleich zur Oberfläche des Werkstückes 2 verfahren wird, sondern alternativ oder zusätzlich auch parallel im Vergleich zur Oberfläche des fraglichen Werkstückes 2 eine Positionsänderung erfährt. Das heißt, der Ringbürstenantrieb 16 mag auch für eine Axialbewegung der Ringbürste 6, 7 verantwortlich zeichnen, wie dies die beiden Doppelpfeile in der Fig. 1 andeuten. Übertragen auf die Fig. 2 bedeutet dies, dass der Ringbürstenantrieb 16 auch für eine Bewegung der Ringbürste 6, 7 senkrecht zur dortigen Zeichenebene bzw. in Richtung der Achse Z sorgt.

[0026] Im Rahmen der Erfindung wird nun so vorgegangen, dass je nach mit Hilfe der Rauheitsmesseinheit 11, 12, 13 erfassten Rauheitswerten R_a der Oberfläche des Werkstückes 2 das Stoppmittel 9 mit Hilfe des Stoppmittelantriebes 15 und/ oder die Ringbürste 6, 7 inklusive Stoppmittel 9 mit Ausleger 10 insgesamt unter Rückgriff auf den Ringbürstenantrieb 16 verstellt werden. Das kann mit Hilfe der Steuer-/Regeleinheit 14 im Sinne einer Steuerung oder vorteilhaft in Gestalt einer Regelung vorgenommen werden. Zu diesem Zweck werden die fraglichen Rauheitswerte R_{alst} in Bearbeitungsrichtung B hinter der Ringbürste 6, 7 mit Hilfe der Rauheitsmesseinheit 11, 12, 13 erfasst und an die Steuer-/Regeleinheit 14 übergeben. In der Steuer-/Regeleinheit 14 findet nun

ein Vergleich dieser Ist-Werte R_{aIst} mit dort hinterlegten Soll-Werten R_{aSoll} statt. Je nach Abweichung der Ist-Werte R_{aIst} von den Soll-Werten R_{aSoll} wird nun das Stoppmittel 9 mit Hilfe des Stoppmittelantriebes 15 und/oder die gesamte Ringbürste 6, 7 unter Rückgriff auf den Ringbürstenantrieb 16 verfahren, um im Zuge einer Regelung eine Annäherung zwischen den Soll-Werten R_{aSoll} und den Ist-Werten R_{aIst} zu erzielen.

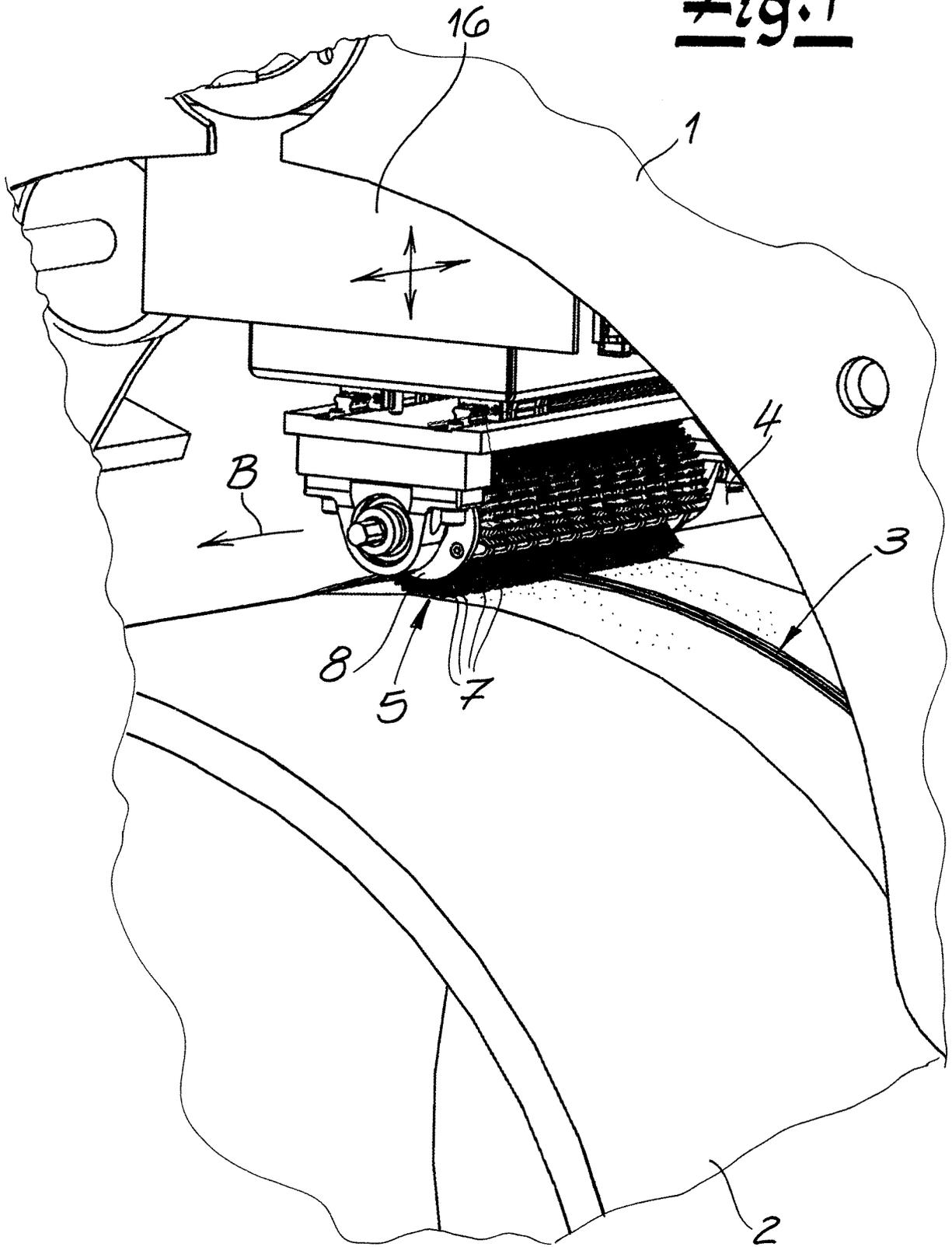
Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung einer Oberfläche eines Werkstückes (2) mit Hilfe eines Bürstenaggregates (5), mit einem rotativ antreibbaren Bürstenhalter (8) und einer Ringbürste (6, 7) mit einem Borstenkranz mit nach außen abstehenden Borsten (7), wonach die rotierenden Borsten (7) unter Rückgriff auf ein in den rotierenden Borstenkranz eintauchendes verstellbares Stoppmittel (9) sowie durch Speicherung von Bewegungsenergie elastisch verformt werden, so dass die Borsten (7) nach ihrer Freigabe die Oberfläche des Werkstückes (2) nicht nur rotierend, sondern zugleich schlagend infolge der nach Passieren des Stoppmittels (9) freiwerdenden gespeicherten Bewegungsenergie bearbeiten, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stoppmittel (9) und/oder die Ringbürste (6, 7) in Abhängigkeit der Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes (2) verstellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stoppmittel (9) größtenteils radial im Vergleich zur Achse (Z) der rotierenden Ringbürste (6, 7) unter Ände rung seines Abstandes (A) verstellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes (2) taktil und/oder berührungslos erfasst wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rauigkeit der bearbeiteten Oberfläche des Werkstückes (2) erfasst und mit Hilfe einer Steuer-/Regeleinheit (14) in Stellbewegungen des Stoppmittels (9) und/oder der Ringbürste (6, 7) je nach gewünschtem Rauigkeitsprofil der Oberfläche umgesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes (2) mit Hilfe eines Taststiftes taktil und/oder berührungslos durch eine Schallquelle und/oder eine Quelle für elektromagnetische Wellen abgetastet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quelle für elektromagnetische

Wellen beispielsweise als Laser (11) ausgebildet ist, welcher die Oberfläche des Werkstückes (2) abtastet.

- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des Werkstückes (2) durch ein zweidimensionales Triangulationsverfahren abgetastet wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** nicht nur das Stoppmittel (9) gegenüber der Ringbürste (6, 7) verstellt wird, sondern zusätzlich die Ringbürste (6, 7) zusammen mit dem Stoppmittel (9) in Bezug auf ihren Abstand und/oder parallel im Vergleich zur Oberfläche des Werkstückes (2) verfahren werden kann.
- 15 9. Bürstenaggregat (5) mit einem rotativ antreibbaren Bürstenhalter (8) und einer Ringbürste (6, 7) mit einem Borstenkranz mit nach außen abstehenden Borsten (7), wobei ein in den rotierenden Borstenkranz eintauchendes verstellbares Stoppmittel (9) vorgesehen ist, welches die Borsten (7) für eine bestimmte Zeit abbremst, so dass nach ihrer Freigabe die hierdurch gespeicherte Bewegungsenergie zur zusätzlich schlagenden Bearbeitung einer Oberfläche eines Werkstückes (2) durch die Borsten (7) genutzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stoppmittel (9) und/oder die Ringbürste (6, 7) in Abhängigkeit der Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes (2) verstellt wird.
- 20 10. Rotationsbürstenwerkzeug, mit einem Maschinenrahmen (1), einem Bürstenaggregat (5) und einer Antriebseinheit (4) für das Bürstenaggregat (5), wobei das Bürstenaggregat (5) einen rotativ antreibbaren Bürstenhalter (8) und eine Ringbürste (6, 7) mit einem Borstenkranz mit nach außen abstehenden Borsten (7) aufweist, und wobei ein in den rotierenden Borstenkranz eintauchendes verstellbares Stoppmittel (9) vorgesehen ist, welches die Borsten (7) für eine bestimmte Zeit abbremst, so dass nach ihrer Freigabe die hierdurch gespeicherte Bewegungsenergie zur zusätzlich schlagenden Bearbeitung einer Oberfläche des Werkstückes (2) durch die Borsten (7) genutzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stoppmittel (9) und/oder die Ringbürste (6, 7) in Abhängigkeit der Rauigkeit der Oberfläche des Werkstückes (2) verstellt wird.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 20 6269

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 1 834 733 B1 (MONTI WERKZEUGE GMBH [DE]) 20. August 2008 (2008-08-20) * Absätze 6-9, 21-23, 27-28, 33-37, Figuren 1-4 *	1-10	INV. A46B13/00 B24B29/00 B05D3/12 B24D13/10
X	DE 10 2010 046398 A1 (MONTI WERKZEUGE GMBH [DE]) 29. März 2012 (2012-03-29) * Absätze 12-18, Figuren 1-5 *	1-10	
A	EP 2 324 954 A2 (VOGEL JOSEF [CH]) 25. Mai 2011 (2011-05-25) * Absätze 9, 17-23 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			A46B B24B C23D B24D B05D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. März 2020	Prüfer Horrix, Doerte
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 20 6269

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-03-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 1834733	B1	20-08-2008	AT 405376 T 15-09-2008
				BR PI0700687 A 06-11-2007
				CA 2580901 A1 13-09-2007
15				CN 101036553 A 19-09-2007
				EP 1834733 A1 19-09-2007
				ES 2313476 T3 01-03-2009
				JP 5323323 B2 23-10-2013
				JP 2007245334 A 27-09-2007
20				KR 20070093362 A 18-09-2007
				NO 331538 B1 23-01-2012
				PL 1834733 T3 30-01-2009
				PT 1834733 E 27-11-2008
				TW 200800070 A 01-01-2008
25				US 2007209126 A1 13-09-2007

	DE 102010046398	A1	29-03-2012	BR 112013006849 A2 14-06-2016
				CA 2812466 A1 29-03-2012
				CN 103249524 A 14-08-2013
30				DE 102010046398 A1 29-03-2012
				EP 2618965 A1 31-07-2013
				JP 5758005 B2 05-08-2015
				JP 2013538699 A 17-10-2013
				KR 20130126599 A 20-11-2013
				RU 2013118719 A 27-10-2014
35				US 2014299153 A1 09-10-2014
				WO 2012038537 A1 29-03-2012

	EP 2324954	A2	25-05-2011	CH 702248 A1 31-05-2011
				EP 2324954 A2 25-05-2011
40				ES 2556702 T3 19-01-2016
				PL 2324954 T3 29-04-2016

45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1834733 B1 [0002]
- EP 2618965 B1 [0002]
- EP 0585893 A1 [0012]
- DE 4326793 C1 [0019]
- WO 2017220338 A1 [0019]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Surface preparation of ship-construction steel (ABS-A) via bristle blasting process. *NACE CORROSION CONFERENCE & EXPO*, 2010 [0007]
- Evaluation of bristle blasting process for surface preparation of ship-construction steel. *NACE CORROSION CONFERENCE & EXPO*, 2012 [0007]