



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 830 236 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.04.2000 Patentblatt 2000/17

(51) Int Cl.7: **B24C 3/32**, B24C 1/00,
B08B 5/02, B08B 9/04,
F42B 33/06, F41H 11/16

(21) Anmeldenummer: **96918633.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP96/02286

(22) Anmeldetag: **28.05.1996**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/39277 (12.12.1996 Gazette 1996/54)

(54) **VERFAHREN ZUM ABLÖSEN VON AN EINER OBERFLÄCHE HAFTENDEN EXPLOSIVSTOFFEN**
METHOD OF REMOVING EXPLOSIVES ADHERING TO A SURFACE
PROCEDE POUR DECOLLER DES EXPLOSIFS ADHERENTS A UNE SURFACE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB

(74) Vertreter: **Wiebusch, Manfred**
TER MEER STEINMEISTER & PARTNER GbR,
Patentanwälte,
Artur-Ladebeck-Strasse 51
33617 Bielefeld (DE)

(30) Priorität: **06.06.1995 DE 29509289 U**
19.01.1996 DE 19601814

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.03.1998 Patentblatt 1998/13

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 560 611 **WO-A-92/08234**
WO-A-94/20263 **CH-A- 656 330**
DE-A- 4 128 703 **DE-A- 4 440 080**
GB-A- 2 236 065 **US-A- 3 440 096**
US-A- 4 661 848 **US-A- 4 793 866**

(73) Patentinhaber: **KIPP, Jens-Werner**
33659 Bielefeld (DE)

(72) Erfinder: **KIPP, Jens-Werner**
33659 Bielefeld (DE)

EP 0 830 236 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Ablösen von an einer Oberfläche haftenden Explosivstoffen mit Hilfe eines Strahlmittels.

[0002] In manchen Kanalnetzen sind Sprengstoffe, beispielsweise aus Munitionsfabriken, in das Kanalnetz geschwemmt worden. Diese Sprengstoffe haben an den Wänden der Kanalrohre relativ festsitzende gesinterte Krusten gebildet, die sehr vorsichtig entfernt werden müssen, da sie nach wie vor brisant sind. Wenn diese Sprengstoffe mit Wasser ausgespült werden, so fallen große Mengen an mit TNT verunreinigtem Abwasser an, die in aufwendiger Weise entsorgt werden müssen. Außerdem besteht die Gefahr, daß die mit der Spüldüse von der Rohrwand abgelösten Sprengstoffreste sich an anderer Stelle im Rohr wieder absetzen und dort erneut eine Sinterkruste bilden. Weiterhin besteht Explosionsgefahr, weil Schläge oder Stöße der Wasserstrahldüse an der Rohrwand zur Zündung des TNT führen können.

[0003] Aus EP-A1-0 560 611 und CH-A5-656 330 sind Verfahren zum Reinigen von Rohren bekannt, bei denen ein Roboter durch das Rohr fährt und die Rohrwand mit Druckluft abstrahlt.

[0004] Zur Reinigung von Rohrleitungen in Industrieanlagen ist es auch bekannt, die Innenwände der Rohre mit Trockeneis oder Trockenschnee abzustrahlen. Als Strahlmedium wird in diesem Fall ein Gas, beispielsweise Luft, Stickstoff oder CO₂ verwendet, in dem Trockenschnee oder Partikel aus Trockeneis als Strahlmittel mitgeführt werden. Diese Verfahren sind jedoch bisher nicht dazu eingesetzt worden, die Oberflächen von Kanalrohren, Munitionshülsen und dergleichen von anhaftenden Sprengstoffen zu befreien.

[0005] Bei der Munitionsaufbereitung im Rahmen der Entsorgung von Munitionsaltlasten wird bisher mit Hochdruck-Wasserstrahlen gearbeitet. Üblicherweise wird die Munitionshülse aufrecht stehend auf eine rotierende Scheibe aufgespannt und eine Lanze wird durch das Mundloch in die Munitionshülse eingesenkt, um die Hülse unter hohem Druck mittels eines Wasserstrahls auszuspülen. Dieses Verfahren erfordert einen hohen Energieeinsatz und verursacht außerdem beträchtliche Kosten für die Wasseraufbereitung und die Ausfilterung des ausgespülten Sprengstoffes.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, das eine wirksame und dennoch schonende Reinigung von mit Explosivstoffen behafteten Oberflächen ganz oder weitgehend ohne Einsatz von Wasser gestattet.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch angegebenen Merkmalen gelöst.

[0008] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird Luft oder ein Inertgas als Strahlmittel zum Ablösen von an einer Oberfläche haftenden Explosivstoffen verwendet. Es hat sich gezeigt, daß die bei Sprengstoffeinschwemmungen in Kanalrohren gebildeten Krusten aus Sprengstoff mit Hilfe von Druckluft schonend von der

Rohrwand abgelöst werden können, so daß keine Explosionsgefahr besteht. Die abgelösten Sprengstoffreste werden mit Hilfe der Druckluft unmittelbar fortgeblasen und können beispielsweise in einem Fangkorb aufgefangen oder mit Hilfe einer Saugvorrichtung abgesaugt werden. Durch die ständige Druckluftzufuhr wird zugleich für einen hohen Luftwechsel gesorgt und somit die Entstehung explosiver Gas-Luft-Gemische vermieden.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren fällt somit kein kontaminiertes Abwasser an, so daß Kosten für die Wasseraufbereitung in beträchtlicher Höhe eingespart werden können.

[0010] Zur Verminderung der Staubbildung kann es allerdings zweckmäßig sein, die an der Oberfläche sitzenden Sprengstoffreste etwas anzuweichen. Dies kann etwa dadurch geschehen, daß die Oberfläche aus einer separaten Düse mit Wasser besprüht wird oder daß das Wasser direkt mit dem als Strahlmedium dienenden Gas vernebelt wird. Auch bei dieser Verfahrensvariante ist der Anfall an verunreinigtem Abwasser beträchtlich geringer als bei herkömmlichen Verfahren. Das Befeuchten der zu reinigenden Oberflächen hat zugleich den Vorteil, daß statische Aufladungen und eine daraus etwa resultierende Funkenbildung vermieden werden können.

[0011] Beim Lösen von Sprengstoffablagerungen in Kanalrohren ist es im allgemeinen nicht erforderlich und auch nicht empfehlenswert, dem gasförmigen Strahlmedium noch ein zusätzliches Strahlmittel in Form von Feststoffpartikeln zuzugeben, zumal beim Einsatz herkömmlicher Strahlmittel (z.B. Sand) u. U. eine erhöhte Explosionsgefahr aufgrund von statischer Aufladung und Funkenbildung bestünde. Wenn jedoch die Explosivstoffe fester am Untergrund haften, etwa aufgrund von Rohrschäden oder bei mit einer Haftgrundierung versehenen Munitionshülsen, ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dem gasförmigen Strahlmedium ein festes Strahlmittel, z. B. Trockeneis oder Trockenschnee zuzusetzen. In diesem Fall wird die Reinigungswirkung einerseits durch die abrasive Wirkung der Partikel aus Trockeneis oder Trockenschnee und andererseits durch einen Versprödungseffekt aufgrund der niedrigen Temperatur des Trockeneises (-76 °C) gesteigert. Außerdem wird durch die Sublimation des Trockeneises zu gasförmigem CO₂ automatisch eine inerte Atmosphäre geschaffen und somit der Explosionsgefahr vorgebeugt. Da das Strahlmittel als Gas entweicht, ist eine aufwendige Trennung von Strahlmittel und Sprengstoff nicht erforderlich. Eine etwaige statische Aufladung des Strahlmittels läßt sich durch geeignete Erdungsmaßnahmen, insbesondere durch Erdung der verwendeten Strahldüse und ggf. der zugehörigen Aggregate vermeiden. Bei durch Druck entzündbaren Explosivstoffen wie TNT kann es zweckmäßig sein, den Druck im Arbeitsbereich zu überwachen und bei Überschreitung eines bestimmten Grenzdruckes die Zufuhr des Strahlmediums zu unterbrechen oder die

Absaugleistung zu erhöhen.

[0012] Anstelle des Trockeneises oder zusätzlich dazu kann auch ein härteres Strahlmittel eingesetzt werden.

[0013] Bei der Munitionsaufbereitung wäre auch ein kombiniertes Verfahren denkbar, bei dem in einem ersten Schritt nur mit dem gasförmigen Strahlmedium gearbeitet wird und dann in einem zweiten Schritt eine Nachreinigung mit Trockeneis oder Trockenschnee erfolgt, um die am Haftanstrich der Munitionshülse feststehenden Sprengstoffreste zu entfernen.

[0014] Selbst unter Berücksichtigung des Energieeinsatzes für die Erzeugung des Trockeneises bzw. Trockenschnees ist das erfindungsgemäße Verfahren bei der Munitionsaufbereitung wesentlich energiesparender als das herkömmliche Ausspülen der Hülsen mit einem Hochdruck-Wasserstrahl. Berechnungen zeigen, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nur etwa 1 bis 10 % der bisher eingesetzten Energie benötigt werden. Außerdem entfällt die aufwendige Trennung von Wasser und Sprengstoff.

[0015] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Roboter in einem Kanalrohr; und

Fig. 2 eine abgewandelte Ausführungsform des Roboters.

[0017] Der Roboter 10 ist in einem in Figur 1 im Längsschnitt dargestellten Kanalrohr 12 verfahrbar und besitzt ein rohrförmiges Gestell 14, das außen mit mehreren auf dem Umfang verteilten Rollen 16 versehen ist, die an der Innenfläche des Kanalrohres 12 abrollen, so daß das Gestell 14 kippstabil und annähernd koaxial in dem Kanalrohr 12 gehalten wird.

[0018] Eine Hohlwelle 18 ist koaxial in dem rohrförmigen Gestell 14 angeordnet und mit Hilfe eines Motors 20 um ihre Längsachse drehbar. Im Inneren der Hohlwelle 18 ist an radialen Führungen 22 ein Lanzenrohr 24 einer Luftlanze 26 gehalten. Das Lanzenrohr 24 ist am vorderen Ende angewinkelt und bildet eine schräg auf die Rohrwand gerichtete Düse 28. In der Nähe der Düse 28 trägt das Lanzenrohr 24 eine Stützrolle 30, die gewährleistet, daß ein gewisser Mindestabstand zwischen der Düse 28 und der Innenwand des Kanalrohres 12 nicht unterschritten wird und z. B. auf Rohrversätze überwunden werden können.

[0019] Die Luftlanze 26 ist (in der Zeichnung am linken Ende) an einen Druckluftschlauch 32 angeschlossen. Sofern zwischen diesem Druckluftschlauch 32 und der Luftlanze 26 keine Drehkupplung vorgesehen ist, muß die Hohlwelle 18 während des Betriebs des Roboters oszillierend gedreht werden, damit der Druckluftschlauch 32 nicht verdreht wird.

[0020] An der Hohlwelle 18 ist mittig eine Fernsehka-

mera 34 befestigt, deren Objektiv axial nach vorn (nach rechts in der Zeichnung) gerichtet ist, so daß die Rohrwand im Arbeitsbereich der Düse 28 mit Hilfe der Fernsehkamera überwacht werden kann.

[0021] Weiterhin ist an der Hohlwelle 18 ein Bügel 36 befestigt, an dem ein Zugseil 38 vorzugsweise drehbar verankert ist.

[0022] In Abstand vor der Düse 28 ist an dem Zugseil 38 ein Fangkorb 40 befestigt. Dieser Fangkorb besitzt ein rohrförmiges, am vorderen Ende geschlossenes Gehäuse 42 aus sieb- oder gitterförmigem und somit luftdurchlässigem Material. Das Gehäuse 42 ist im Inneren mit einem Polster 44 aus offenzelligem (luftdurchlässigen) Schaumstoff ausgekleidet. Das Polster 44 bildet an der Öffnung des Gehäuses 42 einen Wulst 46, durch den der Öffnungsquerschnitt des Gehäuses eingeschnürt wird. An der Öffnung des Gehäuses 42 ist außen eine Gummimanschette 48 befestigt, die sich trichterförmig in Richtung auf die Düse 28 öffnet und mit ihrem äußeren Umfang an der Innenfläche des Kanalrohres 12 anliegt.

[0023] Der oben beschriebene Roboter 10 ist insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens vorgesehen, mit dem das Kanalrohr 12 von an der Rohrwand feststehenden Sprengstoffresten gesäubert wird.

[0024] Mit Hilfe des Zugseils 38 werden der Fangkorb 40 und das Gestell 14 gemeinsam durch das Kanalrohr 12 gezogen. Die Luftlanze 26 wird über den Druckluftschlauch 32 mit Druckluft versorgt, so daß die Düse 28 einen schräg auf die Rohrwand gerichteten Druckluftstrahl abgibt. Durch die Druckluft werden die an der Rohrwand feststehenden Sprengstoffreste gelöst und in den Fangkorb geblasen. Die Druckluft kann durch die luftdurchlässige Wand des Fangkorbes austreten, so daß der Fangkorb wie ein Filter wirkt. Durch das Polster 44 wird der Aufprall der Sprengstoffreste im Fangkorb so weit gedämpft, daß keine Gefahr einer Entzündung besteht. Mit Hilfe des Motors 20 werden die Hohlwelle 18 und die exzentrisch daran befestigte Luftlanze 26 gedreht, so daß die Düse 28 um die Rohrachse geschwenkt wird und somit den gesamten Umfang der Rohrwand abfahren kann. Auf diese Weise kann die Rohrwand vollständig von Sprengstoffresten und sonstigen Verunreinigungen befreit werden, wobei der Reinigungsvorgang mit Hilfe der Kamera 34 überwacht und gezielt auf die verunreinigten Umfangsbereiche des Kanalrohres konzentriert werden kann.

[0025] Im gezeigten Beispiel ist die Luftlanze 26 so gestaltet, daß der Anschluß für den Druckluftschlauch 32 im wesentlichen auf der Achse des Kanalrohres 12 liegt, während das Lanzenrohr 24 gegenüber der Rohrachse versetzt ist. Vorzugsweise ist das Lanzenrohr 24 in Radialrichtung an den Führungen 22 verstellbar, so daß der Abstand zwischen der Düse 28 und der Rohrwand nach Bedarf eingestellt werden kann. Dieser Abstand sowie der Druck der zugeführten Druckluft und der Anstellwinkel der Düse werden so gewählt, daß einerseits eine ausreichende Reinigungswirkung erzielt

wird, andererseits jedoch die auf die Sprengstoffreste wirkenden Kräfte nicht zu groß werden, so daß es nicht zu einer Explosion kommt.

[0026] Ein Teil der von der Düse 28 abgegebenen Druckluft strömt entgegen der Fortbewegungsrichtung des Roboters, also nach links in der Zeichnung, durch das Kanalrohr 12 ab. Obgleich der Motor 20 und sonstige elektrische Komponenten des Roboters generell explosionsgeschützt ausgeführt sein werden, wird so ein zusätzlicher Explosionsschutz erreicht, da etwaige Funken aufgrund der Luftströmung nicht in den noch mit Sprengstoffresten kontaminierten Bereich des Kanalrohres gelangen können. Wenn es bei dem Reinigungsprozeß zur Gasentwicklung kommt, so werden die entstehenden Gase ebenfalls mit der Luftströmung abtransportiert.

[0027] Durch die Stützrolle 30, die vorzugsweise ebenfalls radial verstellbar ist, wird gewährleistet, daß die Düse 28 nicht zu nahe an die Sprengstoffreste heranreicht und keinesfalls direkt mit dem Sprengstoff in Berührung kommt. Da die Stützrolle 30 dicht an der Düse 28 angeordnet ist, wird die Düse 28 radial nach innen zurückgedrückt, wenn sich an der Rohrwand eine dickere Kruste gebildet hat, die von der Stützrolle 30 überfahren wird. Das Ausweichen der Düse 28 wird durch eine Eigenelastizität des Lanzenrohres 24 und/oder durch eine radiale Beweglichkeit des Lanzenrohres längs der Führungen 22 ermöglicht. Im letzteren Fall ist das Lanzenrohr vorzugsweise durch nicht gezeigte, in Radialrichtung wirkende Federn gegen nicht gezeigte Anschläge vorgespannt. Alternativ können auch die Rollen 16 federnd am Gestell 14 gehalten sein.

[0028] Da die Stützrolle 30 im Normalfall einen Abstand zu der Rohrwand 12 und der daran gebildeten Kruste aufweist, wird die Drehung der Düse 28 um die Rohrachse nicht behindert. Wahlweise kann anstelle der Stützrolle 30 jedoch auch eine in einer Lagerpfanne gelagerte Laufkugel vorgesehen sein, die auch in Umfangsrichtung an der Rohrwand abrollen kann.

[0029] Die von der Rohrwand abgelösten Verunreinigungen werden durch die Gummimanschette 38 aufgefangen und in den Fangkorb 40 geleitet. Der Wulst 46 verhindert, daß die festen Partikel wieder aus dem Fangkorb herausfallen. Der Außendurchmesser des Gehäuses 42 ist deutlich kleiner als der Innendurchmesser des Kanalrohres 12, so daß das Gehäuse 42 nicht mit den an der Rohrwand sitzenden Sprengstoffresten in direkte Berührung kommt. In der Praxis kann der Fangkorb eine beträchtlich größere Länge aufweisen als in der Zeichnung dargestellt ist, so daß eine größere Menge an Verunreinigungen aufgenommen werden kann.

[0030] Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel kann auf vielfältige Weise abgewandelt werden.

[0031] Beispielsweise kann das rohrförmige Gehäuse 42 des Fangkorbes aus mehreren rohrförmigen Segmenten bestehen, die durch Kugelgelenke, flexible Bälge und dergleichen gelenkig miteinander verbunden

sind. In diesem Fall ist es möglich, die Länge des Fangkorbes und damit dessen Fassungsvermögen beträchtlich zu vergrößern, und dennoch kann der Fangkorb aufgrund der gelenkigen Verbindung der einzelnen Segmente von einem relativ engen Schacht aus in das Kanalrohr 12 eingeführt werden.

[0032] Wahlweise kann der Fangkorb 40 auch unabhängig von dem Gestell 14 durch das Kanalrohr 12 bewegbar sein. Zu diesem Zweck kann beispielsweise für den Fangkorb ein separates Zugseil vorgesehen sein, das an dem Bügel 36 des Gestells 14 umgelenkt wird und eine geschlossene Schleife bildet, so daß der Fangkorb allein zum Schacht transportiert und nach Entleerung wieder in die Arbeitsposition gebracht werden kann. Durch geeignete Zugspannung des Zugseils 38 wird der Fangkorb etwa in der Mitte des Kanalrohres gehalten, so daß er nicht über die mit Sprengstoff verunreinigten Rohrwände schleift. Wahlweise kann der Fangkorb selbstverständlich auch ähnlich wie das Gestell 14 außen mit Laufrollen versehen sein. Die Gummimanschette 48 ist relativ weich, so daß zwischen dieser Gummimanschette und dem Sprengstoff keine hohe Reibung auftritt. Wenn der Fangkorb 40 entgegen der Arbeitsrichtung (nach links in der Zeichnung) bewegt wird, kann sich die Gummimanschette außerdem umstülpen, so daß sich auch in dieser Bewegungsrichtung nur ein geringer Reibungswiderstand ergibt. Andererseits wird die Gummimanschette, obwohl sie relativ schlaff ist, durch die von der Düse 28 abgegebene Druckluft in dichter Anlage mit der Rohrwand gehalten, so daß die abgelösten Sprengstoffreste zuverlässig aufgefangen werden können.

[0033] Wahlweise ist es auch möglich, das Gestell 14 und den Fangkorb 40 mit einem gemeinsamen oder jeweils mit einem eigenen Fahrtrieb auszustatten. Weiterhin kann anstelle des Fangkorbes 40 auch eine Vakuum-Saugeinrichtung oder eine Pumpeinrichtung zum Abfordern des abgelösten Materials vorgesehen sein.

[0034] Während im gezeigten Beispiel das Düsenrohr 24 abgewinkelt und exzentrisch in einer drehbaren Hohlwelle montiert ist, ist es in einer anderen Ausführungsform beispielsweise auch möglich, das Lanzenrohr 24 gerade auszubilden und schräg zur Rohrachse angestellt an einer drehbaren Welle zu befestigen. Weiterhin kann das Lanzenrohr in der Mitte auch kardanisches aufgehängt sein, so daß die Düse 28 an der Rohrwand entlangbewegt werden kann, indem das hintere Ende des Lanzenrohres in kreisende Bewegung versetzt wird. Wenn das Lanzenrohr außerdem axial in der kardanischen Aufhängung verschiebbar ist, können sowohl der Radius der von der Düse beschriebenen Kreisbahn als auch der Anstellwinkel der Düse relativ zur Rohrwand stufenlos variiert werden. Die Funktion der Stützrolle 30 kann in diesen Fällen auch durch einen drehbaren Ring übernommen werden, der koaxial auf der Düse 28 sitzt.

[0035] Ein modifiziertes Ausführungsbeispiel des Roboters 10 ist in Figur 2 gezeigt. Bei dieser Ausführungs-

form ist das Gestell 14 als selbstfahrender, motorgetriebener Fahrwagen ausgebildet. Die Hohlwelle 18 ist in diesem Fall starr in dem Gestell 14 gehalten und ragt nach vorn aus dem Gestell heraus. Die Rollen 16 des Gestells sind hier als auswechselbare Räder gestaltet, so daß durch Verändern des Raddurchmessers oder des Radstands die Mittelachse der Hohlwelle 18 auf die Achse des Kanalrohres 12 zentriert werden kann.

[0036] Auf dem vorragenden vorderen Ende der Hohlwelle 18 ist drehbar ein gabelförmiger Drehkopf 50 montiert, in dem ein um eine Querachse 52 schwenkbarer Schwenkkopf 54 gelagert ist. Die Luftlanze 26 wird in diesem Fall durch ein verhältnismäßig kurzes Rohrstück bildet, das in dem Schwenkkopf 54 befestigt ist. Nicht gezeigte Motoren für den Schwenkantrieb des Schwenkkopfes 54 und den Drehantrieb des Drehkopfes 50 sind beispielsweise in dem Drehkopf 50 untergebracht. Auf der Hohlwelle 18 ist ein Antriebsritzel 56 angeordnet, das mit einem nicht gezeigten Antriebszahnrad für den Drehantrieb des Drehkopfes kämmt.

[0037] Die Luftlanze 26 ist innerhalb des Schwenkkopfes 54 mit einem flexiblen Verbindungsschlauch 58 verbunden, der durch die Hohlwelle 18 verläuft und am rückwärtigen Ende des Gestells 14 über eine Drehkupplung 60 mit dem Druckluftschlauch 32 verbunden ist. Die Drehkupplung 60 ist unmittelbar am Gestell 14 angehängt, damit die Zugkräfte des Druckluftschlauches 32 mittig in das Gestell 14 eingeleitet werden.

[0038] Die Fernsehkamera 34 ist so am Schwenkkopf 54 befestigt, daß der mit der Düse 28 bestrahlte Bereich der Rohrwand über ein Korn 62 anvisiert werden kann. Die Luftlanze 26 ist vorzugsweise auswechselbar, so daß ihre Länge an den Durchmesser des Kanalrohres 12 angepaßt werden kann.

[0039] Ungeachtet der in dieser Anmeldung verwendeten Bezeichnungen "Luftlanze" und "Druckluftschlauch" kann als Strahlmedium anstelle von Druckluft auch ein anderes Gas, vorzugsweise ein Inertgas wie etwa Stickstoff verwendet werden. Diesem Strahlmedium kann auch ein Strahlmittel in der Form fester Partikel zugesetzt sein. Besonders bevorzugt ist die Verwendung von Trockeneis-Pellets oder Trockenschnee als Strahlmittel. Ein als solcher bekannter Generator 64 für Trockeneis-Pellets ist stationär außerhalb des Kanalrohres 12 angeordnet und über eine Leitung 66 mit dem Druckluftschlauch 32 oder einer Zuleitung für diesen verbunden, so daß dem unter hohem Druck zugeführten Strahlmedium (Gas) Trockeneis-Pellets in der jeweils gewünschten Dosierung zugegeben werden können. Die Pellets werden dann mit Hilfe des Strahlmediums durch den Druckluftschlauch 32 und den Verbindungsschlauch 58 zur Luftlanze 26 transportiert und über die Düse 28 auf die Rohrwand gestrahlt. Hierdurch wird die Reinigungs- und Ablösewirkung des Strahlmediums auf dreifache Weise unterstützt: Zum einen werden an der Rohrwand haftende Verunreinigungen oder Sprengstoffreste durch die abrasive Wirkung der Pellets mechanisch entfernt. Weiterhin bewirkt die niedrige Tem-

peratur des Trockeneises eine Versprödung des abzulösenden Materials, so daß dieses leichter zertrümmert und abgelöst werden kann. Darüberhinaus kommt es aufgrund der niedrigen Temperatur zu einem starken Temperaturgefälle zwischen der Wand des Kanalrohres 12 und den daran haftenden Verunreinigungen, so daß die Verunreinigungen durch differentielle thermische Schrumpfung abgelöst werden.

[0040] Dieser Reinigungseffekt kann nicht nur beim Entfernen von Sprengstoffresten, sondern auch beim Entfernen von anderen festsitzenden Verunreinigungen mit Vorteil ausgenutzt werden. Beim Ablösen von Sprengstoffresten hat die Verwendung von Trockenschnee oder Trockeneis den weiteren Vorteil, daß durch die intensive Kühlung die Gefahr einer Entzündung aufgrund von Reibungshitze vermieden wird. Außerdem wird durch die rückstandsfreie Sublimation des Trockeneises zu gasförmigem CO₂ eine Entsorgung des Strahlmittels überflüssig, selbst bei Verwendung von Luft als Strahlmedium wird eine inerte oder zumindest reaktionsträge Atmosphäre geschaffen, die die Explosionsgefahr weiter vermindert.

[0041] Wenn der Roboter 10 zum Entfernen von Sprengstoffresten eingesetzt wird, bestehen die Luftlanze 26 sowie sämtliche Teile des Roboters, die mit dem Strahlmittel in Berührung kommen könnten, aus vorzugsweise elektrisch leitfähigem Material. Durch Erdung dieser Teile läßt sich eine statische Aufladung des Strahlmittels (beispielsweise der Trockeneis-Pellets) und damit eine etwaige Funkenbildung zuverlässig verhindern. Im gezeigten Beispiel ist an dem Gestell 14 ein Erdungsband 68 aus einem leitfähigen Material, etwa aus Kupfer, angebracht, das über die (zumeist feuchte) Sohle des Kanalrohres 12 schleift und so gewährleistet, daß sich sämtliche Teile des Roboters 10 und das Kanalrohr 12 auf demselben Potential befinden. Wahlweise oder zusätzlich kann die Erdung auch über die Laufflächen der Rollen 16 erfolgen.

[0042] Erforderlichenfalls werden auch der Kompressor und der Generator 64 zu Erdungszwecken auf Metallgitter gestellt oder auf sonstige Weise geerdet.

[0043] Auch die in Figur 2 nicht gezeigte Auffangvorrichtung für die abgelösten Sprengstoffreste besteht aus leitenden Materialien und ist geerdet. Die Gummimanschette 48 kann beispielsweise durch eingelagerte Metalldrähte oder Graphitpartikel leitfähig gemacht werden. Falls die abgelösten Sprengstoffreste unmittelbar abgesaugt werden, wird hierzu vorzugsweise eine Wasserringpumpe eingesetzt. Zur Vermeidung von statischen Aufladungen ist es auch möglich, die Wand des Kanalrohres 12 vorbereitend oder während des Reinigungsvorgangs mit Hilfe des Roboters 10 anzufeuchten, etwa indem ein Wassernebel auf die Rohrwand gesprüht wird.

[0044] Im gezeigten Beispiel ist die Luftlanze 26 mit einem Seitenloch 70 versehen, um einen Teil des Druckluftstrahls abzuzweigen und auf das Objektiv der Fernsehkamera 34 zu richten und diese von Verunreinigungen

gen zu säubern. Beim Einsatz von festem Strahlmittel ist das Seitenloch 70 so dimensioniert, daß Druckluft und Strahlmittel getrennt werden.

[0045] Abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel kann das Strahlmittel (etwa die Trockeneis-Pellets) auch über einen separaten Schlauch zugeführt und erst kurz vor der Düse 28 in die Luftlanze 26 eingespeist werden. 5

[0046] Das hier beschriebene Verfahren zum Entfernen von Sprengstoffresten in Kanalrohren läßt sich analog auch im Rahmen der Beseitigung von militärischen Altlasten dazu einsetzen, den Sprengstoff aus Munitionshülsen zu entfernen. In diesem Fall ist die Luftlanze nicht an einem selbstfahrenden Gestell, sondern in einer stationären Vorrichtung montiert. Auch auf den Drehkopf kann in diesem Fall verzichtet werden, wenn die Munitionshülse auf einen drehbaren Tisch aufgespannt wird. 10 15

[0047] Der vorgeschlagene Roboter eignet sich auch zum Reinigen von Rohren in Industrieanlagen, von Drainagerohren in Abfalldeponien und dergleichen. 20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ablösen von an einer Oberfläche haftenden Explosivstoffen mit Hilfe eines Strahlmediums, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Strahlmedium Luft oder ein Inertgas ist. 25

30

Claims

1. Process for removing adhered explosives from a surface with the aid of a blow medium, characterized in that the blow medium is air or an inert gas. 35

Revendications

1. Procédé pour décoller des explosifs adhérent à une surface à l'aide d'un jet, caractérisé en ce que le jet est un jet d'air ou de gaz inerte. 40

45

50

55

Fig. 1

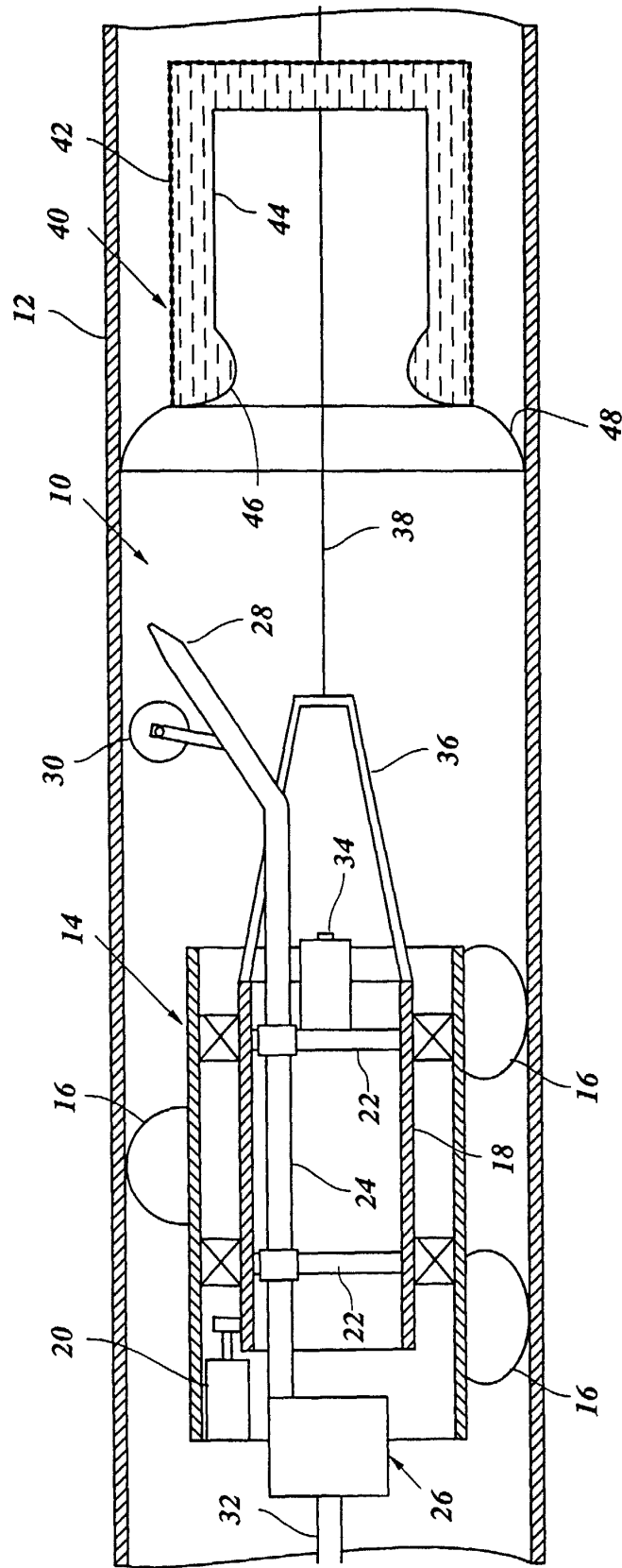


Fig. 2

