

(19)



(11)

**EP 3 822 023 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**15.05.2024 Patentblatt 2024/20**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

**B08B 7/00<sup>(2006.01)</sup> B24C 1/00<sup>(2006.01)</sup>**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**B08B 7/0092; B24C 1/003**

(21) Anmeldenummer: **19209456.3**

(22) Anmeldetag: **15.11.2019**

**(54) VORRICHTUNG ZUR TROCKENEISBEHANDLUNG VON OBERFLÄCHEN SOWIE VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON OBERFLÄCHEN**

DEVICE FOR DRY ICE TREATMENT OF SURFACES AND METHOD FOR TREATING SURFACES

DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES SURFACES AVEC DE LA NEIGE CARBONIQUE ET PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DES SURFACES

(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**

(74) Vertreter: **Meissner Bolte Partnerschaft mbB**

**Patentanwälte Rechtsanwälte  
Postfach 10 26 05  
86016 Augsburg (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**19.05.2021 Patentblatt 2021/20**

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A1- 1 183 133</b>	<b>DE-A1-102011 004 724</b>
<b>DE-U1-202005 018 952</b>	<b>JP-A- H10 286 774</b>
<b>JP-A- 2005 205 530</b>	<b>JP-A- 2010 064 027</b>
<b>JP-A- 2014 206 423</b>	<b>US-A1- 2005 266 777</b>
<b>US-A1- 2014 367 479</b>	

(73) Patentinhaber: **Egger PowAir Cleaning GmbH**

**5301 Eugendorf (AT)**

(72) Erfinder: **Egger, Robert**

**5301 Eugendorf (AT)**

**EP 3 822 023 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung von Oberflächen sowie ein entsprechendes Verfahren.

**[0002]** Vorrichtungen zur Trockeneisreinigung von Oberflächen sind allgemein bekannt. Bei derartigen Vorrichtungen, die gelegentlich auch als Trockeneisstrahlanlagen bezeichnet werden, wird jeweils ein Trockeneisstrahl erzeugt, bei dem Trockeneispartikel, wie beispielsweise Trockeneis-Pellets, mittels Druckluft auf eine Geschwindigkeit von etwa 300 Meter pro Sekunde beschleunigt und auf die zu reinigende Oberfläche geschossen werden, wo sie einen punktuellen Thermoschock erzeugen. Der zu entfernende Belag, wie insbesondere Verunreinigungen, auf der zu reinigenden Oberfläche zieht sich dabei zusammen und die nachfolgenden Trockeneispartikel im Zusammenhang mit der darin enthaltenen kinetischen Energie bringt die Verunreinigung zum Abplatzen. Die Trockeneispartikel sublimieren beim Aufprall sofort und lassen eine trockene Oberfläche zurück.

**[0003]** Trockeneis wird aus flüssigem CO<sub>2</sub> hergestellt. In einem Pelletisierer wird flüssiges CO<sub>2</sub> unter kontrollierten Bedingungen entspannt. Bei diesem physikalischen Vorgang entsteht Trockeneisschnee. Dieser wird durch eine Extruderplatte zu runden, harten Pellets gepresst, welche längliche Körner von einem Durchmesser von 1,7 mm bis 3,0 mm aufweisen. Trockeneis hat eine Temperatur von ca. -79 °C.

**[0004]** Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist ein geruchloses, nicht brennbares Gas, welches 1,5-mal schwerer ist als Luft. Normalerweise sind ca. 0,03 % CO<sub>2</sub> in der Erdatmosphäre enthalten. CO<sub>2</sub> fällt heute hauptsächlich als Nebenprodukt von verschiedenen chemischen Prozessen an und wird nach der Gewinnung in Tanks gelagert.

**[0005]** Trockeneisstrahlanlagen stellen eine moderne Alternative zu herkömmlichen industriellen Reinigungsmethoden dar. Einzigartig bei der Verwendung von Trockeneis als Strahlmittel ist, dass Trockeneispartikel im Augenblick des Auftreffens auf die zu reinigende Oberfläche in Gasform übergehen, also sublimieren. Das bedeutet, dass die Oberfläche nach ihrer Behandlung trocken und sauber, sowie ohne Reinigungs- oder Strahlmittelrückstände hinterlassen wird. Da es sich um einen völlig trockenen und stromlosen Prozess handelt, kann Trockeneisstrahlen in Bereichen angewandt werden, in denen andere Verfahren ausgeschlossen sind. So können beispielsweise Elektromotoren und technische Anlagen mit elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Komponenten gereinigt werden, ohne dass dazu zwingend eine Abschaltung oder Demontage erforderlich ist. Darüber hinaus eignet sich Trockeneisstrahlen für eine Vielzahl weiterer Anwendungen, wie zur Reinigung von Maschinen, Elektroinstallationen, beliebigen Oberflächen und Formen.

**[0006]** Beim Reinigen werden Trockeneispartikel mit

tels Druckluft bis auf Schallgeschwindigkeit beschleunigt, bevor sie auf die zu behandelnde Oberfläche auftreffen. Zur Reinigungswirkung tragen die oben bereits genannten drei verschiedenen Umstände bei: zum ersten wird der Belag beim Auftreffen der Trockeneispartikel mit Schallgeschwindigkeit gelöst und birst auseinander - kinetischer Effekt.

**[0007]** Zum anderen macht die niedrige Temperatur der Trockeneispartikel den Belag spröde, führt zu Rissbildung und trägt zu dessen Loslösen bei, da die Bindung zwischen Belag und der darunterliegenden Fläche herabgesetzt wird. Damit gelangt Trockeneis auch unterhalb des Belags - thermischer Effekt.

**[0008]** Zum dritten dringt das Trockeneis durch den Belag und verdampft augenblicklich, was eine ca. 700- bis 1.000-fache Volumenausweitung mit sich bringt. Durch diese explosive Reaktion wird der Belag von der Oberfläche abgehoben - Sublimationseffekt/Explosionswirkung. Eine feuchte Schicht, wie zum Beispiel Öl oder Fett, wird - ähnlich wie beim Hochdruckreinigen - von dem Luftstrom weg befördert. Im Unterschied zum Hochdruckreinigen wird die gereinigte Oberfläche jedoch trocken und sauber hinterlassen.

**[0009]** Da Trockeneis beim Auftreffen auf die zu behandelnde Oberfläche sofort verdampft und somit kein Abfallprodukt hinterlässt, muss im Anschluss an das Trockeneisstrahlen nur die abgetragene Schicht entsorgt werden. Diese lässt sich zumeist am Boden unterhalb des behandelten Gegenstands zusammenfegen oder mit Hilfe eines Staubsaugers entfernen.

**[0010]** Trockeneisstrahlen kann als Alternative zur Hochdruckreinigung und anderen herkömmlichen Strahlmethoden, die sich diverser Strahlmittel, wie Sand, Wasser, Glas oder Plastgranulat, bedienen, angesehen werden. Es eignet sich hervorragend zum Entfernen von Leim, Lack, Öl, Fett, Kohlenstaub, Ruß, Gleitmittel und Bitumen.

**[0011]** Beim Trockeneisstrahlen werden keinerlei gesundheitsgefährdende Chemikalien oder Lösungsmittel eingesetzt. Das Bedienpersonal ist daher während des Reinigens keinen Dämpfen oder Ähnlichem ausgesetzt. Auch fallen keine Entsorgungskosten für derartige Chemikalien an.

**[0012]** Auch wenn Trockeneisstrahlen im Vergleich zur Hochdruckreinigung und anderen herkömmlichen Strahlmethoden, die sich diverser Strahlmittel bedienen, material- und oberflächenschonend ist, sind mit herkömmlichen Trockeneisstrahlanlagen die Anwendungsgebiete der Trockeneisstrahltechnik begrenzt. Insbesondere können herkömmliche Trockeneisstrahlanlagen, bei denen die Trockeneispartikel mit einer Geschwindigkeit von etwa 300 Meter pro Sekunde auf die zu behandelnde Oberfläche geschossen werden, für bestimmte Oberflächen nicht als nicht abrasiv angesehen werden. Dies gilt insbesondere für die empfindlichen Oberflächen, wie beispielsweise Nickel, Chrom und weiches Aluminium.

**[0013]** Zusätzlich hierzu zeigen herkömmliche Tro-

ckeneisstrahlanlagen Grenzen bei der Behandlung von Textilien, oder anderen offenporigen Gegenständen, Plexiglas, hochglanzpoliertes Aluminium und insbesondere Keramik, Keramikwaben aus 3D-Produktion, Platinen und Leiterplatten. Aufgrund der kinetischen Energie der auf die zu behandelnden Oberflächen geschossenen Trockeneispartikel ist der Einsatzbereich von Trockeneisstrahlanlagen entsprechend begrenzt.

**[0014]** Die Druckschrift JP 2010064027 A betrifft eine Düse für eine Vorrichtung zur Trockeneisreinigung von Oberflächen und offenbart den Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1.

**[0015]** Die Druckschrift DE 20 2005 018 952 U1 betrifft eine Trockeneis-Strahlanlage zum Bestrahlen eines zu reinigenden Objekts mit einem Trockeneispartikel-Druckluft-Gemisch, mit einem Eisvorratsbehälter, einem Luftvorratsbehälter und einer Mischeinheit zum Herstellen des Trockeneispartikel-Druckluft-Gemisches, wobei zwischen dem Luftvorratsbehälter und der Mischeinheit ein Luftaufbereitungssystem zum Trocknen und/oder Reinigen der Druckluft angeschlossen ist.

**[0016]** Die Druckschrift JP 2014206423 A betrifft ein Dekontaminationssystem zum Reinigen von verseuchten Objekten, insbesondere radioaktiv verseuchten Oberflächen.

**[0017]** Die Druckschrift US 2014/0367479 A1 betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Trockeneisreinigung von Oberflächen und offenbart den Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 12.

**[0018]** Von daher liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung von Oberflächen anzugeben, wobei unter Vermeidung der genannten Nachteile der herkömmlichen Trockeneisstrahlanlagen eine breitere Anwendung ermöglicht wird.

**[0019]** Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein entsprechendes Verfahren zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung von Oberflächen anzugeben.

**[0020]** Im Hinblick auf die Vorrichtung wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst, wobei vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung in den entsprechenden abhängigen Ansprüchen angegeben sind. Im Hinblick auf das Verfahren wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe durch den Gegenstand des nebengeordneten Patentanspruchs 12 gelöst.

**[0021]** Demgemäß betrifft die Erfindung insbesondere eine Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung von Oberflächen, wobei die Vorrichtung eine Trockeneisquelle zum Bereitstellen von Trockeneis insbesondere in Gestalt von Trockeneispartikeln, eine mit der Trockeneisquelle strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Mischeinheit, und eine mit der Mischeinheit strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Druckluftquelle aufweist. Erfindungsgemäß umfasst die Vorrichtung ferner eine mit der Mischeinheit

strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Konditioniereinheit zum Anpassen eines von der Mischeinheit bereitgestellten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches an anwendungsspezifische Bedingungen vor dem Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches auf die zu behandelnde Oberfläche. Dabei ist die Konditioniereinheit ausgebildet, das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch derart zu konditionieren, dass ein vorab festgelegter oder festlegbarer Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche vollständig sublimiert.

**[0022]** Die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erzielbaren Vorteile liegen auf der Hand: durch das Vorsehen einer Konditioniereinheit, mit welcher ein von der Mischeinheit der Vorrichtung bereitgestelltes Trockeneispartikel-Druckluftgemisch an anwendungsspezifische Bedingungen vor dem Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches auf die zu behandelnde Oberfläche anpassbar ist, lässt sich das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch derart anpassen, dass die Trockeneisbehandlung der Oberfläche vollkommen nicht abrasiv und somit äußerst material- und oberflächenschonend durchgeführt wird, da mit Hilfe der Konditioniereinheit unter anderem der durch die kinetische Energie der Trockeneispartikel bei herkömmlichen Trockeneisstrahlanlagen verursachter Verschleiß verhindert lässt.

**[0023]** Das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch kann derart konditioniert werden, dass ein unerwünschter Belag von der zu behandelnden Oberfläche entfernt wird, ohne dass die darunterliegende Schicht beschädigt wird. Die Vorrichtung und das entsprechende Verfahren lässt sich daher auch auf empfindlichen Oberflächen, wie zum Beispiel Nickel, Chrom und weichem Aluminium, anwenden. Aber auch Plexiglas und hochglanzpoliertes Aluminium lassen sich reinigen, ohne dass die Oberfläche matt wird.

**[0024]** Durch das Konditionieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches kann die thermische Belastung des zu reinigenden Materials ferner deutlich reduziert werden im Vergleich zu herkömmlichen Trockeneisstrahlanlagen.

**[0025]** Andererseits sieht die Erfindung vor, dass die Konditioniereinheit ausgebildet ist, das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch vor dem Applizieren auf die zu behandelnde Oberfläche derart konditioniert/angepasst wird, dass ein vorab festgelegter oder festlegbarer Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche vollständig sublimiert. Auf diese Weise kann die kinetische Belastung der behandelten Oberfläche aufgrund des Aufprallens von Trockeneispartikeln mit hoher Geschwindigkeit deutlich herabgesetzt werden. Andererseits ist der Sublimationseffekt nach wie vor vorhanden, da der Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche, in welchem der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druck-

luftgemisch sublimiert, entsprechend gewählt wird.

**[0026]** So ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass mit Hilfe der Konditioniereinheit vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch der Abstand eines Sublimationsbereichs vor der zu behandelnden Oberfläche anwendungsspezifisch einstellbar ist. Hierbei ist unter dem Begriff "Sublimationsbereich" der Bereich zu verstehen, in welchem der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch vollständig sublimiert.

**[0027]** Mit der Konditioniereinheit können vorzugsweise alle zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung wesentlichen Parameter des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches anwendungsspezifisch angepasst werden, und zwar bevor das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch auf die zu behandelnde Oberfläche appliziert wird.

**[0028]** So ist gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorgesehen, dass die Konditioniereinheit ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch eine mittlere Größe und insbesondere einen mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch insbesondere anwendungsspezifisch einzustellen.

**[0029]** Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die Konditioniereinheit mindestens eine Filtrationseinrichtung aufweist, wobei das zu konditionierende Trockeneispartikel-Druckluftgemisch vor dem Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches auf die zu behandelnde Oberfläche durch diese Filtrationseinrichtung geleitet wird. Die Filtrationseinrichtung ist dabei ausgebildet, nur Trockeneispartikel mit einer Partikelgröße, die einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert nicht überschreitet, passieren zu lassen. Dabei ist eine Maschenweite der Filtrationseinrichtung einstellbar, um eine kritische Partikelgröße der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch, bis zu welcher Trockeneispartikel die Filtrationseinheit passieren kann, einzustellen.

**[0030]** Indem mit Hilfe der Konditioniereinheit anwendungsspezifisch die Partikelgröße der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch variiert werden, lässt sich die kinetische Belastung der zu behandelnden Oberfläche beim Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches bedarfsweise regeln und insbesondere reduzieren.

**[0031]** Insbesondere ist gemäß Realisierungen der Vorrichtung vorgesehen, dass die Konditioniereinheit ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch den Abstand des Sublimationsbereichs von der zu behandelnden Oberfläche in Abhängigkeit von einer mittleren Größe und insbesondere in Abhängigkeit von einem mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch einzustellen. Gemäß Realisierungen der zuletzt genannten Ausführungsform ist die Konditionierein-

heit ausgebildet, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch derart zu konditionieren, dass vorzugsweise wahlweise der Abstand des Sublimationsbereichs von der zu behandelnden Oberfläche:

(a) dem zehnfachen bis sechsfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch entspricht; oder

(b) dem sechs- bis vierfachen und insbesondere dem 4,5-fachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch entspricht; oder

(c) weniger als dem vierfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch entspricht; oder

(d) mindestens dem fünffachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch entspricht.

**[0032]** In diesem Zusammenhang ist es insbesondere denkbar, dass eine Schnittstelleneinrichtung vorgesehen ist zum vorzugsweise manuellen Auswählen und Einstellen eines der Abstandsbereiche (a) bis (d). Hierbei bietet es sich an, dass die Schnittstelleneinrichtung an einer Sprühpistole zum Applizieren des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches auf die zu behandelnde Oberfläche angeordnet ist.

**[0033]** Dadurch, dass die Konditioniereinheit ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch den Abstand des Sublimationsbereichs von der zu behandelnden Oberfläche in Abhängigkeit von einer mittleren Größe und insbesondere in Abhängigkeit von einem mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch einzustellen, kann der zur Oberflächenbehandlung und insbesondere Oberflächenreinigung ausgenutzte Sublimationseffekt besonders materialschonend und insbesondere anwendungsspezifisch gewählt werden. So ist der Sublimationseffekt am geringsten (und auf diese Weise auch eine Materialbelastung der zu behandelnden Oberfläche), wenn der Abstand des Sublimationsbereichs von der zu behandelnden Oberfläche dem zehnfachen bis sechsfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch entspricht.

**[0034]** Wenn andererseits der Abstand des Sublimationsbereichs von der zu behandelnden Oberfläche weniger als dem vierfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch entspricht, liegt die zu behandelnde Oberfläche vollständig im Sublimationsbereich, d.h. in dem Bereich der Volumenausweitung der Trockeneispartikel beim Sublimationsvorgang. Auf diese Weise ist eine besonders intensive, aber dennoch materialschonende Oberflächenbehandlung möglich.

**[0035]** Gemäß Weiterbildungen der Vorrichtung ist insbesondere vorgesehen, dass die Druckluftquelle der

Vorrichtung ausgebildet ist, pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft der Mischeinheit zuzuführen, wobei die pro Zeiteinheit der Mischeinheit zugeführte Menge an Druckluft insbesondere von einer pro Zeiteinheit der Mischeinheit zugeführten Menge an Trockeneispartikeln abhängt. Auf diese Weise kann der Strahldruck des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches variabel eingestellt und insbesondere derart gewählt werden, dass ein unerwünschter Belag von der zu behandelnden Oberfläche entfernt wird, ohne dass die darunterliegende Schicht beschädigt wird.

**[0036]** Um eine besonders variable und feine Abstimmung des Strahldrucks zu ermöglichen, ist gemäß Weiterbildungen der zuletzt genannten Ausführungsform vorgesehen, dass die Druckluftquelle ferner ausgebildet ist, dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft als Zusatzdruckluft zuzuführen. Diese Zusatzdruckluft dient als Transportluft, wobei die pro Zeiteinheit dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch zugeführte Menge an Zusatzdruckluft insbesondere unabhängig von der pro Zeiteinheit der Mischeinheit zugeführten Menge an Trockeneispartikeln ist.

**[0037]** Gemäß bevorzugten Realisierungen ist die Konditioniereinheit insbesondere ausgebildet, die Menge der pro Zeiteinheit von der Druckluftquelle der Mischeinheit und/oder die Menge der pro Zeiteinheit von der Druckluftquelle zugeführte Zusatzdruckluft derart zu steuern oder zu regeln, dass der Gesamtdruck und/oder der dynamische und/oder statische Druck des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches in dem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche in einem Bereich variabel zwischen 0,1 bar bis 24 bar einstellbar ist.

**[0038]** In einer Weiterbildung der Vorrichtung ist die Druckluftquelle ferner ausgebildet, dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch Zusatzdruckluft zuzuführen, die in erster Linie nicht als zusätzliche Transportdruckluft dient, sondern als Formungsluft. So ist es beispielsweise denkbar, dass das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch als Kernstrahl von einem Hüllstrom aus Formungsluft umgeben wird. In diesem Zusammenhang ist es insbesondere denkbar, dass die Temperatur der Formluft verschieden von der Temperatur des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches, d.h. verschieden von dem Kernstrahl ist. Insbesondere kann der Hüllstrom (welcher durch die Formungsluft gebildet wird) eine Temperatur von +20 °C bis +80 °C, insbesondere von +60 °C bis +80 °C aufweisen. Dadurch kann eine Beheizung der zu behandelnden Oberfläche erfolgen.

**[0039]** Eine bedarfsweise Beheizung der zu behandelnden Oberfläche kann wesentliche Vorteile bei der Oberflächenbehandlung aufweisen, da durch die Beheizung die Wärmekapazität durch den Wärmeentzug aufgrund des Kernstrahls beim Übergang der Trockeneispartikel vom festen in den gasförmigen Zustand nicht oder nur geringfügig abkühlt. Somit ist es in diesem Zusammenhang sinnvoll, dass der Hüllstrom das Trockeneispartikel-

artikel-Druckluftgemisch, welches vorzugsweise eine Temperatur zwischen -10 °C und -130 °C aufweist, parallelisierend oder fokussierend einstellt, um eine besonders effiziente und gezielte Oberflächenbehandlung zu ermöglichen.

**[0040]** Gemäß Realisierungen der Vorrichtung weist diese mindestens eine manuelle oder automatische Sprühpistole zum Applizieren des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches auf die zu behandelnde Oberfläche auf. In diesem Zusammenhang ist es denkbar, dass der mindestens einen Sprühpistole eine entsprechende Sensorik zugeordnet ist, mit welcher vorzugsweise automatisch mindestens einer der nachfolgenden anwendungsspezifischen Parameter erfasst werden kann:

(i) ein Abstand der Sprühpistole zu der zu behandelnden Oberfläche;

(ii) eine Geschwindigkeit des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches am Düsenauslass der Sprühpistole;

(iii) einen Gesamtdruck und/oder statischen und/oder dynamischen Druck des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches am Düsenauslass der Sprühpistole; und/oder

(iv) eine Temperatur des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches am Düsenauslass der Sprühpistole.

**[0041]** In einer bevorzugten Weiterbildung der zuletzt genannten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Vorrichtung mindestens eine Steuer- oder Regeleinrichtung auf, welche ausgebildet ist, die Konditioniereinheit, die Trockeneisquelle und/oder die Druckluftquelle derart anzusteuern, dass in Abhängigkeit von mindestens einem mit Hilfe der Sensorik erfassten Parameter mindestens einer der nachfolgenden Parameter des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches vorzugsweise automatisch und regelnd einstellbar ist:

- eine mittlere Größe und insbesondere einen mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch;

- eine Geschwindigkeit des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches;

- einen Gesamtdruck und/oder statischen und/oder dynamischen Druck des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches;

- eine Temperatur des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches; und/oder

- einen Anteil der Trockeneispartikel in dem Trocken-

eispartikel-Druckluftgemisch.

**[0042]** Schlussendlich ist gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch vorzugsweise derart einstellbar ist, dass der Anteil:

- (i) zwischen 10 % bis 90 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch enthaltenen Trockeneispartikel entspricht; oder
- (ii) zwischen 20 % bis 80 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch enthaltenen Trockeneispartikel entspricht; oder
- (iii) zwischen 30 % bis 70 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch enthaltenen Trockeneispartikel entspricht; oder
- (iv) zwischen 40 % bis 60 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch enthaltenen Trockeneispartikel entspricht.

**[0043]** Zusammenfassend bleibt somit festzuhalten, dass die Vorrichtung automatisch oder wahlweise automatisch alle zur Behandlung und insbesondere Reinigung von Oberflächen wesentlichen Parameter derart einstellen kann, dass die Behandlung besonders effizient und gezielt, aber dennoch äußerst materialschonend durchführbar ist. Auf diese Weise lässt sich das Trockeneisbehandlungsverfahren auch beispielsweise bei der Halbleiterfertigung oder bei der Behandlung von offener, relativ empfindlichen Oberflächen einsetzen.

**[0044]** Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Behandlung von Oberflächen, insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen, wobei hierzu eine Vorrichtung der erfindungsgemäßen Art verwendet wird. Erfindungsgemäß weist das Verfahren zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen die folgenden Verfahrensschritte auf:

Es wird ein Trockeneispartikel-Druckluftgemisch bereitgestellt und an anwendungsspezifische Bedingungen konditioniert, wobei anschließend das konditionierte Trockeneispartikel-Druckluftgemisch auf die zu behandelnde Oberfläche appliziert wird. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass das bereitgestellte Trockeneispartikel-Druckluftgemisch derart konditioniert wird, dass ein vorab festgelegter oder festlegbarer Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche vollständig sublimiert, wobei hierzu vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch der Abstand eines Sublimationsbereichs von der zu behandelnden Oberfläche anwendungsspezifisch eingestellt wird, wobei der Sublimationsbereich ein Bereich ist, in welchem der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch vollständig sublimiert.

**[0045]** Nachfolgend wird eine exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

rungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

**[0046]** Es zeigen:

- 5 FIG. 1a-c schematisch das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung von Oberflächen, insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen; und
- FIG. 2 schematisch eine exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Behandlung von Oberflächen, insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen.

**[0047]** Die in FIG. 2 schematisch gezeigte exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 weist eine Trockeneisquelle 2 zum Bereitstellen von Trockeneis insbesondere in Gestalt von Trockeneispartikeln, eine Druckluftquelle 4 sowie eine Mischeinheit 3 auf, wobei die Mischeinheit 3 strömungsmäßig mit der Trockeneisquelle 2 einerseits und der Druckluftquelle 4 andererseits verbunden ist und dazu dient, aus dem von der Trockeneisquelle 2 bereitgestellten Trockeneis und der von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten Druckluft ein Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 zu generieren.

**[0048]** Erfindungsgemäß kommt ferner eine Konditioniereinheit 5 zum Einsatz, mit welcher ein von der Mischeinheit 3 bereitgestelltes oder bereitzustellendes Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 an anwendungsspezifische Bedingungen vor dem Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 auf die zu behandelnde Oberfläche anpassbar ist.

**[0049]** Die in FIG. 2 schematisch gezeigte Trockeneisquelle 2 kann eine Vorrichtung 1 zum Erzeugen von festen CO<sub>2</sub>-Teilchen aufweisen, wobei diese Vorrichtung 1 beispielsweise eine Schneekammer umfasst, die einen Einlass für CO<sub>2</sub> und einen Verdichter zum Verdichten von in der Schneekammer befindlichem CO<sub>2</sub>-Schnee aufweist. In diesem Zusammenhang ist es denkbar, dass die Schneekammer auf einer Seite durch eine mit Öffnungen versehene Matrix abgeschlossen wird.

**[0050]** Alternativ hierzu ist es aber auch denkbar, dass die Trockeneisquelle 2 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 einen Vorratsbehälter zum Bevorraten von Trockeneispartikeln in Reiskorngröße, sogenannten CO<sub>2</sub>-Pellets, aufweist.

**[0051]** Die Erzeugung der CO<sub>2</sub>-Pellets erfolgt, indem flüssiges Kohlendioxid aus einem isolierten Tank, in welchem das Kohlendioxid bei einem Druck zwischen üblicherweise 12 und 22 bar gelagert wird, entnommen und über Düsen in eine Schneekammer auf Atmosphärendruck entspannt wird. Bei der Entspannung des flüssigen Kohlendioxids entsteht ein Gemisch aus CO<sub>2</sub>-Schnee und kaltem CO<sub>2</sub>-Gas. Die Gasphase wird von dem CO<sub>2</sub>-Schnee abgetrennt und der CO<sub>2</sub>-Schnee mittels eines Verdichters verdichtet. Hierzu wird beispielsweise ein Kolbenverdichter eingesetzt. Der entstehende Trocken-

eisblock wird anschließend durch eine Matrize gepresst, um feste CO<sub>2</sub>-Stränge zu erzeugen, die dann mit einem geeigneten Brechwerkzeug zu Pellets von etwa Reiskorngröße gekürzt werden.

**[0052]** Die von der Trockeneisquelle 2 bereitgestellten Trockeneispartikel, wie beispielsweise Trockeneis pellets, werden in der Mischeinheit 3 in einen von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten Druckluftstrom eindosiert und mit diesem zu einer Strahldüse gefördert. Der Druckluftstrom weist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 einen Druck zwischen 0,1 bar bis 24 bar auf, während die Trockeneispartikel (CO<sub>2</sub>-Pellets) bei Atmosphärendruck vorliegen. Zum Eindosieren der Trockeneispartikel in den Luftdruckstrom kommt vorzugsweise eine Druckschleuse zum Einsatz, die in der schematischen Zeichnung gemäß FIG. 2 nicht dargestellt ist.

**[0053]** Beim Applizieren des in der Mischeinheit 3 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 generierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 auf die zu behandelnde Oberfläche 12 werden die Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 mit Hilfe der von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten Druckluft beschleunigt, und der Trockeneispartikel-Druckluftstrom wird - wie in FIG. 1a angedeutet - auf die zu reinigende bzw. zu behandelnde Oberfläche 12 gerichtet.

**[0054]** Erfindungsgemäß ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 derart mit Hilfe der Konditioniereinheit 5 konditioniert ist, dass ein vorab festgelegter oder festlegbarer Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche 12 vollständig sublimiert. Dieser sogenannte Sublimationsbereich 15, d.h. der Bereich, in welchem der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 vollständig sublimiert, ist in FIG. 1a entsprechend angedeutet.

**[0055]** In diesem Zusammenhang ist insbesondere vorgesehen, dass nicht nur der Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14, welcher in dem Sublimationsbereich 15 vollständig sublimiert, sondern auch der Abstand des Sublimationsbereichs 15 von der zu behandelnden Oberfläche 12 vorzugsweise variabel einstellbar ist.

**[0056]** So ist gemäß Realisierungen der Vorrichtung 1 vorgesehen, dass der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 vorzugsweise derart einstellbar ist, dass der Anteil zwischen 10 % bis 90 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 enthaltenen Trockeneispartikel entspricht, oder zwischen 20 % bis 80 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 enthaltenen Trockeneispartikel entspricht, oder zwischen 30 % bis 70 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 enthaltenen Trockeneispartikel entspricht, oder zwischen 40 % bis 60 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 enthaltenen Trockeneispartikel ent-

spricht.

**[0057]** Selbstverständlich sind aber auch andere Bereiche für den Anteil der Trockeneispartikel denkbar.

**[0058]** Im Hinblick auf den Abstand des Sublimationsbereichs 15 von der zu behandelnden Oberfläche 12 ist gemäß der exemplarischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 vorgesehen, dass die Konditioniereinheit 5 ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 derart zu konditionieren, dass wahlweise der Abstand des Sublimationsbereichs 15 von der zu behandelnden Oberfläche 12 dem zehnfachen bis sechsfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 entspricht, oder dem sechs- bis vierfachen und insbesondere dem 4,5-fachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 entspricht, oder weniger als dem vierfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 entspricht, oder mindestens dem fünffachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 entspricht.

**[0059]** Insbesondere ist somit vorgesehen, dass der Abstand des Sublimationsbereichs 15 von der zu behandelnden Oberfläche 12 in Abhängigkeit von einer mittleren Größe und insbesondere in Abhängigkeit von einem mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 mit Hilfe der Konditioniereinheit 5 einstellbar ist.

**[0060]** Der Abstand des Sublimationsbereichs 15 ist insbesondere variabel einstellbar, indem die mittlere Größe und insbesondere der mittlere Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 variiert wird, und/oder indem die pro Zeiteinheit von der Druckluftquelle 4 der Mischeinheit 3 zugeführte Menge an Druckluft entsprechend variiert wird.

**[0061]** Zum Einstellen der mittleren Größe der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 weist die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 gemäß FIG. 2 eine Filtrationseinrichtung 7 auf, wobei das zu konditionierende Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 durch diese Filtrationseinrichtung 7 geleitet wird, und wobei die Filtrationseinrichtung 7 ausgebildet ist, nur Trockeneispartikel mit einer Partikelgröße, die einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert nicht überschreitet, passieren zu lassen.

**[0062]** In diesem Zusammenhang ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Maschenweite der Filtrationseinrichtung 7 einstellbar ist, um eine kritische Partikelgröße der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 einstellen zu können.

**[0063]** Die Druckluftquelle 4 der Vorrichtung 1 dient nicht nur dazu, pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft der Mischeinheit 3 zuzuführen, wobei die pro Zeiteinheit der Mischeinheit 3 zugeführte Menge an Druckluft insbesondere von einer

pro Zeiteinheit der Mischeinheit 3 zugeführten Menge an Trockeneispartikeln abhängt, sondern auch dazu, pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft als Zusatzdruckluft 8 dem von der Mischeinheit 3 generierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 zuzudosieren. Diese Zusatzdruckluft 8 dient insbesondere zum Variieren des Strahldrucks und/oder zur Einstellung einer Geschwindigkeit des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14.

**[0064]** Gemäß Weiterbildungen der Vorrichtung 1 ist die Druckluftquelle 4 ferner ausgebildet, einer manuellen oder automatischen Sprühpistole 6, die zum Applizieren des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 auf die zu behandelnde Oberfläche 12 dient, Formungsluft 9 zuzuführen, um beispielsweise einen Hüllstrom zu bilden, welcher das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 umhüllt und parallelisierend oder fokussierend wirkt.

**[0065]** Die Sprühpistole 6 kann - wie in FIG. 2 angedeutet - eine entsprechende Sensorik 10 aufweisen, um vorzugsweise automatisch mindestens einen der nachfolgenden anwendungsspezifischen Parameter zu erfassen:

- (i) einen Abstand der Sprühpistole 6 zu der zu behandelnden Oberfläche 12;
- (ii) eine Geschwindigkeit des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 am Düsenauslass der Sprühpistole 6;
- (iii) einen Gesamtdruck und/oder statischen und/oder dynamischen Druck des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 am Düsenauslass der Sprühpistole 6; und/oder
- (iv) eine Temperatur des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 am Düsenauslass der Sprühpistole 6.

**[0066]** In vorteilhafter Weise weist die Vorrichtung 1 eine in FIG. 2 nicht explizit gezeigte Steuer- oder Regleinrichtung auf, welche ausgebildet ist, die Konditioniereinheit 5, die Trockeneisquelle 2 und/oder die Druckluftquelle 4 derart anzusteuern, dass in Abhängigkeit von mindestens einem mit Hilfe der Sensorik 10 erfassten Parameter mindestens einer der nachfolgenden Parameter des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 vorzugsweise regelnd einstellbar ist:

- eine mittlere Größe und insbesondere einen mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch;
- eine Geschwindigkeit des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14;
- einen Gesamtdruck und/oder statischen und/oder dynamischen Druck des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14;

- eine Temperatur des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14; und/oder
- einen Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch.

**[0067]** Wie bereits dargelegt, ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass ein vorab festgelegter oder festlegbarer Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche 12 vollständig sublimiert (= Sublimationsbereich 15). Auf diese Weise wird die zu behandelnde Oberfläche 12 weitestgehend geschont, da die Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 nicht mehr oder zumindest zum größten Teil nicht mehr auf der zu behandelnden Oberfläche 12 auftreten.

**[0068]** Dennoch findet - wie in FIG. 1b und 1c dargestellt - mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine optimale Reinigung bzw. Behandlung der Oberfläche 12 statt, da der Sublimationsbereich 15 vorzugsweise derart gewählt ist, dass - obgleich die Trockeneispartikel nicht direkt mehr auf die Oberfläche 12 auftreten - die niedrige Temperatur des sublimierten Trockeneises zur Rissbildung des Belages 13 auf der zu behandelnden Oberfläche 12 führt und damit zum Loslösen des Belages 13 führt.

**[0069]** Darüber hinaus ist der Sublimationsbereich 15 vorzugsweise in unmittelbarer Nähe der Oberfläche 12 gewählt, so dass diese aufgrund des Sublimationseffekts bzw. aufgrund der Explosionswirkung beim Sublimieren der Trockeneispartikel gereinigt wird.

### 35 Bezugszeichenliste

#### [0070]

- 1 Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung
- 2 Trockeneisquelle
- 3 Mischeinheit
- 4 Druckluftquelle
- 5 Konditioniereinheit
- 6 Sprühpistole
- 7 Filtrationseinrichtung
- 8 Zusatzdruckluft
- 9 Formungsluft
- 10 Sensorik
- 11 Trockeneispartikel-Druckluftgemisch
- 12 Oberfläche
- 13 zu entfernender Belag (Verunreinigung)
- 14 Trockeneispartikel-Druckluftgemisch
- 15 Sublimationsbereich

### 55 Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Trockeneisbehandlung und ins-



besondere zur Trockeneisreinigung von Oberflächen (12), wobei die Vorrichtung (1) Folgendes aufweist:

- eine Trockeneisquelle (2) zum Bereitstellen von Trockeneis insbesondere in Gestalt von Trockeneispartikeln;
- eine mit der Trockeneisquelle (2) strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Mischeinheit (3);
- eine mit der Mischeinheit (3) strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Druckluftquelle (4); und
- eine mit der Mischeinheit (3) strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Konditioniereinheit (5) zum Anpassen eines von der Mischeinheit (3) bereitgestellten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) an anwendungsspezifische Bedingungen vor dem Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) auf die zu behandelnde Oberfläche (12), wobei die Konditioniereinheit (5) ausgebildet ist, das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) derart zu konditionieren, dass ein vorab festgelegter oder festlegbarer Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche (12) vollständig sublimiert, wobei hierzu mit Hilfe der Konditioniereinheit (5) vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch der Abstand eines Sublimationsbereichs (15) von der zu behandelnden Oberfläche (12) anwendungsspezifisch einstellbar ist, wobei der Sublimationsbereich (15) ein Bereich ist, in welchem der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) vollständig sublimiert, wobei die Konditioniereinheit (5) mindestens eine Filtrationseinrichtung (7) aufweist, wobei das zu konditionierende Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) zumindest teilweise durch die Filtrationseinrichtung (7) geleitet wird, und wobei die Filtrationseinrichtung (7) ausgebildet ist, nur Trockeneispartikel mit einer Partikelgröße, die einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert nicht überschreitet, passieren zu lassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Maschenweite der Filtrationseinrichtung (7) einstellbar ist zum Einstellen einer kritischen Partikelgröße der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11), bis zu welcher Trockeneispartikel die Filtrationseinrichtung (7) passieren.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Konditioniereinheit (5) ausgebildet ist, vor-

zugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch den Abstand des Sublimationsbereichs (15) von der zu behandelnden Oberfläche (12) in Abhängigkeit von einer mittleren Größe und insbesondere in Abhängigkeit von einem mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) einzustellen.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Konditioniereinheit (5) ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) derart zu konditionieren, dass vorzugsweise wahlweise der Abstand des Sublimationsbereichs (15) von der zu behandelnden Oberfläche (12):

- (a) dem zehnfachen bis sechsfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) entspricht; oder
- (b) dem sechs- bis vierfachen und insbesondere dem 4,5-fachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) entspricht; oder
- (c) weniger als dem vierfachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) entspricht; oder
- (d) mindestens dem fünffachen des mittleren Durchmessers der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) entspricht.

4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei eine Schnittstelleneinrichtung vorgesehen ist zum vorzugsweise manuellen Auswählen und Einstellen eines der Abstandsbereiche (a) bis (d), wobei die Schnittstelleneinrichtung vorzugsweise an einer Sprühpistole (6) zum Applizieren des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) auf die zu behandelnde Oberfläche (12) angeordnet ist.

5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Konditioniereinheit (5) ausgebildet ist, vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch eine mittlere Größe und insbesondere einen mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) insbesondere anwendungsspezifisch einzustellen.

6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Druckluftquelle (4) ausgebildet ist, pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft der Mischeinheit (3) zuzuführen, wobei die pro Zeiteinheit der Mischeinheit (3) zugeführte Menge an Druckluft insbesondere von einer

- pro Zeiteinheit der Mischeinheit (3) zugeführten Menge an Trockeneispartikeln abhängt.
7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 6, wobei die Druckluftquelle (4) ferner ausgebildet ist, dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft als Zusatzdruckluft zuzuführen.
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Konditioniereinheit (5) ausgebildet ist, die Menge der pro Zeiteinheit von der Druckluftquelle (4) der Mischeinheit (3) und/oder die Menge der pro Zeiteinheit von der Druckluftquelle (4) zugeführte Zusatzdruckluft derart zu steuern oder zu regeln, dass der dynamische und/oder statische Druck des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) in dem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche (12) in einem Bereich zwischen 0,1 bar bis 24 bar variabel einstellbar ist.
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der vorab festgelegte oder festlegbare Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) vorzugsweise derart einstellbar ist, dass der Anteil:
- (i) zwischen 10 % bis 90 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) enthaltenen Trockeneispartikel entspricht; oder
  - (ii) zwischen 20 % bis 80 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) enthaltenen Trockeneispartikel entspricht; oder
  - (iii) zwischen 30 % bis 70 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) enthaltenen Trockeneispartikel entspricht; oder
  - (iv) zwischen 40 % bis 60 % aller im Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) enthaltenen Trockeneispartikel entspricht.
10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Vorrichtung (1) mindestens eine manuelle oder automatische Sprühpistole (6) zum Applizieren des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) auf die zu behandelnde Oberfläche (12) aufweist, wobei die Vorrichtung (1) ferner eine der mindestens einen Sprühpistole (6) zugeordnete Sensorik aufweist zum vorzugsweise automatischen Erfassen von mindestens einem der nachfolgenden, insbesondere anwendungsspezifischen Parametern:
- (i) ein Abstand der Sprühpistole (6) zu der zu behandelnden Oberfläche (12);
  - (ii) eine Geschwindigkeit des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) am Düsenauslass der Sprühpistole (6);
  - (iii) einen statischen und/oder dynamischen Druck des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) am Düsenauslass der Sprühpistole (6); und/oder
  - (iv) eine Temperatur des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) am Düsenauslass der Sprühpistole (6).
11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 10, wobei die Vorrichtung (1) mindestens eine Steuer- oder Regeleinrichtung aufweist, welche ausgebildet ist, die Konditioniereinheit (5), die Trockeneisquelle (2) und/oder die Druckluftquelle (4) derart anzusteuern, dass in Abhängigkeit von mindestens einem mit Hilfe der Sensorik erfassten Parameter mindestens einer der nachfolgenden Parameter des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) vorzugsweise regelnd einstellbar ist:
- eine mittlere Größe und insbesondere einen mittleren Durchmesser der Trockeneispartikel;
  - eine Geschwindigkeit des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11);
  - einen statischen und/oder dynamischen Druck des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11);
  - eine Temperatur des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11); und/oder
  - einen Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch.
12. Verfahren zur Behandlung von Oberflächen (12), insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen (12), und wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
- Bereitstellen eines Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11);
  - Konditionieren des bereitgestellten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) an anwendungsspezifische Bedingungen; und
  - Applizieren des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (11) auf die zu behandelnde Oberfläche (12), wobei das bereitgestellte Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) derart konditioniert wird, dass ein vorab festgelegter oder festlegbarer Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Abstand vor der zu behandelnden Oberfläche (12) vollständig sublimiert, wobei hierzu vorzugsweise automatisch und noch bevorzugter wahlweise automatisch der Abstand eines Sublimationsbereichs (15) von der zu behandelnden Oberfläche (12) anwendungsspezifisch eingestellt wird, wobei der Sublimationsbereich (15) ein Bereich ist, in welchem der vorab festgelegte oder festlegbare

Anteil der Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (11) vollständig sublimiert, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** hierzu eine Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 verwendet wird.

## Claims

1. A device (1) for dry ice treatment and in particular for dry ice cleaning of surfaces (12), wherein the device (1) comprises the following:

- a dry ice source (2) for providing dry ice, particularly in the form of dry ice particles;
- a mixing unit (3) fluidly connected or connectable to the dry ice source (2);
- a compressed air source (4) fluidly connected or connectable to the mixing unit (3); and
- a conditioning unit (5) fluidly connected or connectable to the mixing unit (3) for adapting a dry ice particle/compressed air mixture (11) provided by the mixing unit (3) to application-specific conditions prior to the dry ice particle/compressed air mixture (11) being applied to the surface (12) to be treated,

wherein the conditioning unit (5) is designed to condition the dry ice particle/compressed air mixture (11) such that a predefined or definable portion of dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11) is completely sublimated at a predefined or definable distance in front of the surface (12) to be treated, wherein the distance of a sublimation range (15) from the surface (12) to be treated can to that end be set in an application-specific manner, preferably automatically and more preferentially selectively automatically, by means of the conditioning unit (5), wherein the sublimation range (15) is an area in which the predefined or definable portion of dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11) is completely sublimated,

wherein the conditioning unit (5) comprises at least one filtration device (7), wherein at least part of the dry ice particle/compressed air mixture (11) to be conditioned is directed through the filtration device (7), and wherein the filtration device (7) is designed to only allow dry ice particles of a particle size not exceeding a predefined or definable value to pass through, **characterized in that**

a mesh size of the filtration device (7) is adjustable for setting a critical particle size of the dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11) up to which dry ice particles pass through the filtration device (7).

2. The device (1) according to claim 1, wherein the conditioning unit (5) is designed to preferably automatically and more preferentially selectively automatically set the distance of the sublimation range (15) from the surface (12) to be treated as a function of average size and in particular as a function of average diameter of the dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11).

3. The device (1) according to claim 1 or 2, wherein the conditioning unit (5) is designed to preferably automatically and more preferentially selectively automatically condition the dry ice particle/compressed air mixture (11) such that the distance of the sublimation range (15) from the surface (12) to be treated preferably selectively corresponds to:

(a) ten to six times the average diameter of the dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11); or

(b) six to four times and in particular 4.5 times the average diameter of the dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11); or

(c) less than four times the average diameter of the dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11); or

(d) at least five times the average diameter of the dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11).

4. The device (1) according to claim 3, wherein an interface device is provided for preferably manually selecting and setting one of the distance ranges (a) to (d), wherein the interface device is preferably arranged on a spray gun (6) for applying the conditioned dry ice particle/compressed air mixture (11) to the surface (12) to be treated.

5. The device (1) according to one of claims 1 to 4, wherein the conditioning unit (5) is designed to preferably automatically and more preferentially selectively automatically set an average size and in particular an average diameter of the dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11), particularly in application-specific manner.

6. The device (1) according to one of claims 1 to 5, wherein the compressed air source (4) is designed to supply a predefined or definable amount of compressed air to the mixing unit (3) per unit of time, wherein the amount of compressed air supplied to the mixing unit (3) per unit of time particularly depends on an amount of dry ice particles supplied to the mixing unit (3) per unit of time.

7. The device (1) according to claim 6, wherein the compressed air source (4) is further de-

signed to supply a predefined or definable amount of compressed air to the dry ice particle/ compressed air mixture (11) per unit of time as additional compressed air.

8. The device (1) according to claim 6 or 7, wherein the conditioning unit (5) is designed to control or regulate the amount of additional compressed air supplied to the mixing unit (3) per unit of time from the compressed air source (4) and/or the amount of additional compressed air supplied per unit of time from the compressed air source (4) such that the dynamic and/or static pressure of the dry ice particle/ compressed air mixture (11) in the predefined or definable distance in front of the surface (12) to be treated is variably adjustable in a range of between 0.1 bar to 24 bar.

9. The device (1) according to one of claims 1 to 8, wherein the predefined or definable portion of dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11) is preferably adjustable such that the portion corresponds to:

- (i) between 10% to 90% of all the dry ice particles contained in the dry ice particle/compressed air mixture (11); or
- (ii) between 20% to 80% of all the dry ice ice particles contained in the dry ice particle/compressed air mixture (11); or
- (iii) between 30% to 70% of all the dry ice ice particles contained in the dry ice particle/compressed air mixture (11); or
- (iv) between 40% to 60% of all the dry ice ice particles contained in the dry ice particle/compressed air mixture (11).

10. The device (1) according to one of claims 1 to 9, wherein the device (1) comprises at least one manual or automatic spray gun (6) for applying the conditioned dry ice particle/compressed air mixture (11) to the surface (12) to be treated (12), wherein the device (1) further comprises a sensor system allocated to the at least one spray gun (6) for preferably automatically detecting at least one of the following, in particular application-specific, parameters:

- (i) a distance of the spray gun (6) to the surface (12) to be treated;
- (ii) a speed of the conditioned dry ice particle/compressed air mixture (11) at the nozzle outlet of the spray gun (6);
- (iii) a static and/or dynamic pressure of the conditioned dry ice particle/compressed air mixture (11) at the nozzle outlet of the spray gun (6); and/or
- (iv) a temperature of the conditioned dry ice particle/compressed air mixture (11) at the nozzle

outlet of the spray gun (6).

11. The device (1) according to claim 10, wherein the device (1) comprises at least one control or regulating device which is designed to control the conditioning unit (5), the dry ice source (2) and/or the compressed air source (4) such that at least one of the following parameters of the dry ice particle/compressed air mixture (11) is preferably controllably adjustable as a function of at least one parameter detected by means of the sensor system:

- an average size and particularly an average diameter of the dry ice particles;
- a speed of the dry ice particle/compressed air mixture (11);
- a static and/or dynamic pressure of the dry ice particle/compressed air mixture (11);
- a temperature of the dry ice particle/compressed air mixture (11); and/or
- a portion of dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture.

12. A method for treating surfaces (12), in particular for cleaning and/or refining surfaces (12), and wherein the method comprises the following method steps:

- providing a dry ice particle/compressed air mixture (11);
- conditioning the provided dry ice particle/compressed air mixture (11) to application-specific conditions; and
- applying the conditioned dry ice particle/compressed air mixture (11) to the surface (12) to be treated, wherein the provided dry ice particle/compressed air mixture (11) is conditioned such that a predefined or definable portion of dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11) is completely sublimated at a predefined or definable distance in front of the surface (12) to be treated, wherein the distance of a sublimation range (15) from the surface (12) to be treated can to that end be set in an application-specific manner, preferably automatically and more preferentially selectively automatically, wherein the sublimation range (15) is an area in which the predefined or definable portion of dry ice particles in the dry ice particle/compressed air mixture (11) is completely sublimated, wherein the method is **characterized in that** a device (1) according to one of claims 1 to 11 is used thereto.

**Revendications**

1. Dispositif (1) pour le traitement à la glace carboni-

que, en particulier pour le nettoyage à la glace carbonique, de surfaces (12), le dispositif (1) comprenant ce qui suit :

- une source de glace carbonique (2) destinée à fournir de la glace carbonique, en particulier sous forme de particules de glace carbonique ;
- une unité de mélange (3) reliée ou susceptible d'être reliée fluidiquement à la source de glace carbonique (2) ;
- une source d'air comprimé (4) reliée ou susceptible d'être reliée fluidiquement à l'unité de mélange (3) ; et
- une unité de conditionnement (5) reliée ou susceptible d'être reliée fluidiquement à l'unité de mélange (3) pour adapter un mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11), fourni par l'unité de mélange (3), à des conditions spécifiques à l'application avant l'application du mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) sur la surface (12) à traiter,

dans lequel

l'unité de conditionnement (5) est conçue pour conditionner le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) de telle sorte qu'une proportion prédéfinie ou prédéfinissable des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) se sublime complètement à une distance prédéfinie ou prédéfinissable devant la surface à traiter (12),

à l'aide de l'unité de conditionnement (5), la distance d'une zone de sublimation (15) par rapport à la surface à traiter (12) peut être réglée de préférence automatiquement, de préférence encore sélectivement automatiquement, en fonction de l'application, la zone de sublimation (15) étant une zone dans laquelle la proportion prédéfinie ou prédéfinissable des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) se sublime complètement,

l'unité de conditionnement (5) présente au moins un organe de filtration (7), le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) à conditionner étant mené au moins partiellement à travers l'organe de filtration (7), et l'organe de filtration (7) étant conçu pour ne laisser passer que des particules de glace carbonique ayant une taille de particules qui ne dépasse pas une valeur prédéfinie ou prédéfinissable,

**caractérisé en ce que**

une largeur des mailles de l'organe de filtration (7) est réglable pour régler une taille critique des particules de glace carbonique dans le mélange

de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11), taille jusqu'à laquelle les particules de glace carbonique passent à travers l'organe de filtration (7).

2. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel l'unité de conditionnement (5) est conçue pour régler de préférence automatiquement, de préférence encore sélectivement automatiquement, la distance de la zone de sublimation (15) par rapport à la surface à traiter (12) en fonction d'une taille moyenne et en particulier en fonction d'un diamètre moyen des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11).

3. Dispositif (1) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'unité de conditionnement (5) est conçue pour conditionner de préférence automatiquement, de préférence encore sélectivement automatiquement, le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) de telle sorte que la distance de la zone de sublimation (15) par rapport à la surface à traiter (12) est, de préférence sélectivement,

(a) dix à six fois le diamètre moyen des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ; ou

(b) six à quatre fois, et en particulier 4,5 fois, le diamètre moyen des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ; ou

(c) inférieur à quatre fois le diamètre moyen des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ; ou

(d) au moins cinq fois le diamètre moyen des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11).

4. Dispositif (1) selon la revendication 3, dans lequel est prévu un moyen d'interface pour sélectionner et régler, de préférence manuellement, l'une des plages de distance (a) à (d), le moyen d'interface étant de préférence disposé sur un pistolet de pulvérisation (6) destiné à appliquer le mélange conditionné de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) sur la surface à traiter (12).

5. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'unité de conditionnement (5) est conçue pour régler de préférence automatiquement, de préférence encore sélectivement automatiquement, une taille moyenne et en particulier un diamètre moyen des particules de glace carbonique dans le

- mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11), en particulier en fonction de l'application.
6. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la source d'air comprimé (4) est conçue pour amener à l'unité de mélange (3), par unité de temps, une quantité d'air comprimé prédéfinie ou prédéfinissable, la quantité d'air comprimé amenée à l'unité de mélange (3) par unité de temps dépendant en particulier d'une quantité de particules de glace carbonique amenée à l'unité de mélange (3) par unité de temps.
7. Dispositif (1) selon la revendication 6, dans lequel la source d'air comprimé (4) est en outre conçue pour amener au mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11), par unité de temps, une quantité d'air comprimé prédéfinie ou prédéfinissable, à titre d'air comprimé supplémentaire.
8. Dispositif (1) selon la revendication 6 ou 7, dans lequel l'unité de conditionnement (5) est conçue pour commander ou réguler la quantité d'air comprimé supplémentaire, amenée par unité de temps par la source d'air comprimé (4) à l'unité de mélange (3), et/ou la quantité d'air comprimé supplémentaire, amenée par unité de temps par la source d'air comprimé (4), de telle sorte qu'à la distance prédéfinie ou prédéfinissable devant la surface à traiter (12), la pression dynamique et/ou statique du mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) peut être réglée de manière variable dans une plage comprise entre 0,1 bar et 24 bars.
9. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la proportion prédéfinie ou prédéfinissable des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) est de préférence réglable de telle sorte que la proportion correspond à
- (i) entre 10 % et 90 % de toutes les particules de glace carbonique contenues dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ; ou
  - (ii) entre 20 % et 80 % de toutes les particules de glace carbonique contenues dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ; ou
  - (iii) entre 30 % et 70 % de toutes les particules de glace carbonique contenues dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ; ou
  - (iv) entre 40 % et 60 % de toutes les particules de glace carbonique contenues dans le mélange de glace carbonique et d'air comprimé (11).
10. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le dispositif (1) comprend au moins un pistolet de pulvérisation (6) manuel ou automatique, destiné à appliquer le mélange conditionné de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) sur la surface à traiter (12), le dispositif (1) comprenant en outre un système de capteurs associé audit au moins un pistolet de pulvérisation (6) et destiné à détecter, de préférence automatiquement, au moins l'un des paramètres suivants, en particulier spécifiques à l'application :
- (i) une distance du pistolet de pulvérisation (6) par rapport à la surface à traiter (12) ;
  - (ii) une vitesse du mélange conditionné de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) à la sortie de la buse du pistolet de pulvérisation (6) ;
  - (iii) une pression statique et/ou dynamique du mélange conditionné de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) à la sortie de la buse du pistolet de pulvérisation (6) ; et/ou
  - (iv) une température du mélange conditionné de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) à la sortie de la buse du pistolet de pulvérisation (6).
11. Dispositif (1) selon la revendication 10, dans lequel le dispositif (1) comprend au moins une unité de commande ou de régulation conçue pour commander l'unité de conditionnement (5), la source de glace carbonique (2) et/ou la source d'air comprimé (4) de telle sorte qu'en fonction d'au moins un paramètre détecté à l'aide du système de capteurs, au moins l'un des paramètres suivants du mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) peut être réglé de préférence par régulation :
- une taille moyenne et en particulier un diamètre moyen des particules de glace carbonique ;
  - une vitesse du mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ;
  - une pression statique et/ou dynamique du mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ;
  - une température du mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ; et/ou
  - une proportion de particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé.
12. Procédé de traitement de surfaces (12), en particulier pour le nettoyage et/ou la finition de surfaces (12), le procédé comprenant les étapes suivantes consistant à :
- fournir un mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) ;

- conditionner le mélange fourni de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) à des conditions spécifiques à l'application ; et
- appliquer le mélange conditionné de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) sur la surface à traiter (12),

dans lequel

le mélange fourni de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) est conditionné de telle sorte qu'une proportion prédéfinie ou prédéfinissable des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) se sublime complètement à une distance prédéfinie ou prédéfinissable devant la surface (12) à traiter, à cet effet, la distance d'une zone de sublimation (15) par rapport à la surface à traiter (12) est réglée de préférence automatiquement, de préférence encore sélectivement automatiquement, en fonction de l'application, la zone de sublimation (15) étant une zone dans laquelle la proportion prédéfinie ou prédéfinissable des particules de glace carbonique dans le mélange de particules de glace carbonique et d'air comprimé (11) se sublime complètement, le procédé étant **caractérisé en ce que** l'on utilise à cet effet un dispositif selon l'une des revendications 1 à 11.

35

40

45

50

55

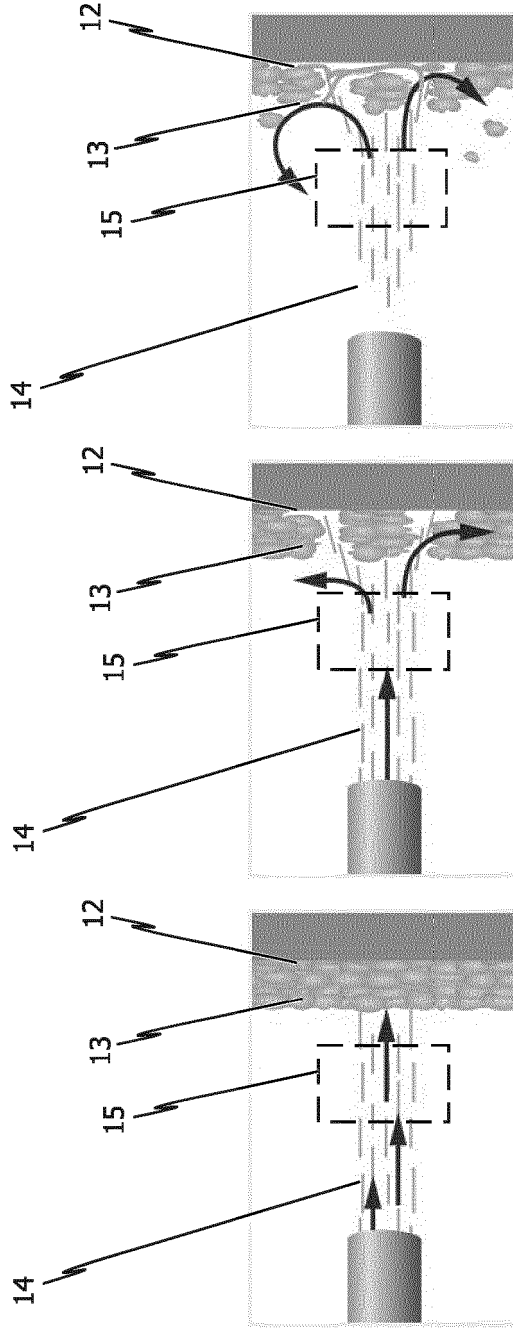
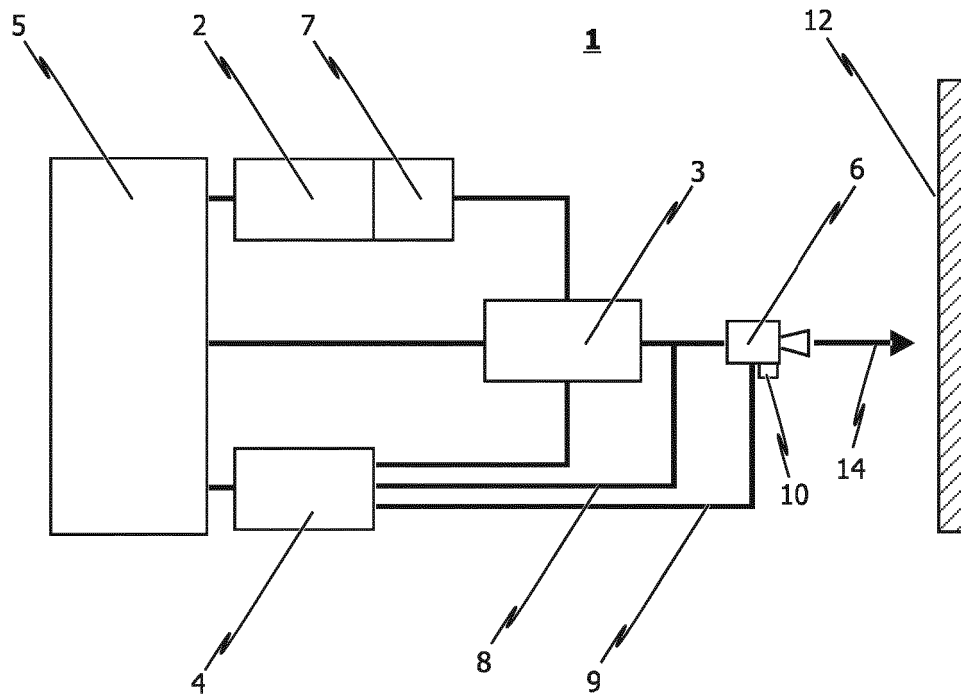


FIG. 1c

FIG. 1b

FIG. 1a





**FIG. 2**

**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**

- JP 2010064027 A [0014]
- DE 202005018952 U1 [0015]
- JP 2014206423 A [0016]
- US 20140367479 A1 [0017]