



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **426657**

(22) Data zgłoszenia: **13.08.2018**

(51) Int.Cl.

B29C 64/153 (2017.01)

B29C 64/364 (2017.01)

B29C 64/35 (2017.01)

(54) **Sposób zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami układu optycznego urządzenia
do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych
oraz urządzenie do realizacji tego sposobu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
24.02.2020 BUP 05/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
08.02.2021 WUP 03/21

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
EDWARD CHLEBUS, Wrocław, PL
ANDRZEJ PAWLAK, Wrocław, PL
TOMASZ KURZYNOWSKI, Wrocław, PL

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami układu optycznego urządzenia do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych, w którym do przedmiotowego zabezpieczenia wykorzystuje się przepuszczany w obiegu zamkniętym przez komorę procesową, do realizacji tego procesu, gaz osłonowy a także urządzenie do realizacji tego sposobu.

Podstawowy sposób obiegu gazu w komorach procesowych urządzeń do warstwowego wytwarzania obiektów z materiałów proszkowych opisano w zgłoszeniu patentowym nr EP 20130157581. W zgłoszeniu tym przedstawiono konstrukcję komory z atmosferą ochronną w nadciśnieniu, w której dwa kanały zasilające i wydalające gaz osłonowy, są umieszczone w zależności od stosunku gęstości pomiędzy pierwszym gazem wtłaczanym do komory procesowej, a drugim, który jest wytlaczany przez wywierane nadciśnienie.

Inne rozwiązanie zapewnienia atmosfery ochronnej w komorze urządzenia do warstwowego wytwarzania obiektów z proszku, przedstawia patent nr EP 2323787 B1. W wymienionym patencie, komora robocza składa się z dwóch izolowanych przestrzeni, zapewniających przepływ gazu przez przestrzeń nad i pod platformą procesową, realizowany niezależnymi obiegami zasilanymi ze wspólnej pompy. Dodatkowo patenty nr EP 3231538 A1, EP 2620241 A1 i EP 2687305 A1 rozszerzają funkcjonalność urządzenia opisanego w poprzednim patencie, o możliwość usuwania z urządzenia cylindra z wytworzonymi obiektami i nieprzetworzonym proszkiem, będącego ciągle pod ochroną atmosfery osłonowej, dzięki izolowanej przestrzeni wypełnionej gazem osłonowym.

W amerykańskim patencie nr US 9162392 B2 opisano metody zabezpieczania newralgicznych elementów urządzenia do warstwowego wytwarzania obiektów. W metodzie opisano cztery przykłady, wśród nich istotny z punktu widzenia niniejszego zgłoszenia, sposób polegający na wprowadzaniu gazu o niższej gęstości niż gaz stanowiący atmosferę ochronną bezpośrednio pod układ optyczny znajdujący się w najwyższym punkcie komory procesowej urządzenia do warstwowego wytwarzania obiektów. Inna z metod opisana w niniejszym patencie polega na odsysaniu gazu z zanieczyszczeniami pod zabezpieczanym układem optycznym i jego oczyszczeniu, przed ponownym doprowadzeniem do komory roboczej.

Sposób wprowadzania drugiego gazu o niższej gęstości, szczególnie helu, bezpośrednio pod układ optyczny w komorze procesowej, opisano w europejskim patencie EP 1137504 B1. Dodatkowo uszczegółowiono, że obszar w który wprowadza się drugi gaz o niższej gęstości ma kształt cylindryczny. Podobne rozwiązanie przedstawiono w patencie nr US 6583379 B1. Rozwiązanie to oparte jest na wtłaczaniu drugiego gazu osłonowego o niższej gęstości od pierwszego, szczególnie helu, w górne obszary komory procesowej, celem wykorzystania efektu gęstości i stworzenia poduszki zabezpieczającej układ optyczny urządzenia przed unoszącymi się oparami.

Amerykański i europejski patent nr US 5876767 A i EP 0785838 B1, opisuje sposób zabezpieczenia układu optycznego, z wykorzystaniem pierścieniowej dyszy, wdmuchującej gaz z zewnętrznego zbiornika, szczególnie azot, stycznie do soczewki skupiającej wiązkę energii.

Międzynarodowy patent nr WO 9208592 A1 przedstawia sposób obiegu gazu w komorze procesowej urządzenia do warstwowego wytwarzania obiektów z proszków materiałowych, w którym gaz osłonowy do komory jest wprowadzany od góry przy układzie optycznym i kierowany w stronę powierzchni łączenia materiału na platformie procesowej, a następnie tam przez różnego rodzaju urządzenia odsysany i filtrowany. Urządzenia odbierające gaz osłonowy kierowany z górnych dysz, mogą być rozmieszczone pierścieniowo wokół obszaru łączenia materiału lub w innym jego otoczeniu, w dolnej części komory procesowej.

Podobne rozwiązanie do powyższego opisano w niemieckim patencie nr DE 102004031881 B4, w którym pierścień z wieloma otworami pozwala na odsysanie gazu doprowadzanego w obszar łączenia materiału przez skupioną wiązkę energii.

Rozwiązanie przedstawione w dokumencie D1 US5876767A oparte jest na centralnie umieszczonej dyszy pierścieniowej w sąsiedztwie soczewki skupiającej wiązkę laserową, przez którą gaz z zewnętrznego źródła kierowany jest stycznie do tej soczewki. Napierające naprzeciw siebie cząsteczki gazu w strumieniach kierują się pionowo ku dołowi co może prowadzić do rozdmuchiwania cząstek proszku (często o bardzo małej średnicy $<10 \mu\text{m}$ i wykonanych z lekkich stopów metali: $\rho = 1,7 \text{ g/cm}^3$).

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, iż zwiększone ciśnienie wdmuchiwanego gazu powoduje rozdmuchiwanie drobnych cząsteczek proszku, a to negatywnie wpływa na jakość wytwarzanych wyrobów.

Celem rozwiązania według wynalazku jest zapewnienie gładkiego, laminarnego przepływu gazu przez przestrzeń roboczą, tak aby nie dopuścić do zawirowań strumienia i efektywniej spełniać zadanie oczyszczania przestrzeni roboczej.

Celem wynalazku jest także rozwiązanie pozwalające na wyeliminowanie stosowania gazu z zewnętrznego źródła.

Sposób zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami układu optycznego urządzenia do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych, w którym, w komorze procesowej, w której przy użyciu lasera przeprowadza się proces przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych, wytwarza się atmosferę osłonową poprzez wypełnienie komory procesowej gazem osłonowym, który następnie przez komorę procesową przedmuchiwa się przy użyciu pompy obiegowej, przy czym pompa obiegowa pracuje w obiegu zamkniętym a przedmuchiwany przez nią gaz osłonowy przed ponownym wprowadzeniem do komory procesowej jest przefiltrowywany, przy czym w trakcie realizacji procesu przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych sprzed powierzchni szkła ochronnego okna laserowego zdmuchuje się unoszące się w trakcie prowadzenia procesu opary i zanieczyszczenia, **według wynalazku charakteryzuje się tym**, iż do zdmuchiwania sprzed szkła ochronnego okna laserowego oparów i zanieczyszczeń wykorzystuje się używany w procesie gaz osłonowy, który przepuszcza się przez nawiewnik liniowy, którym przed szkłem ochronnym wytwarza się kurtynę gazową.

Korzystnie szerokość strumienia kurtyny gazowej jest równa co najmniej szerokości okna laserowego.

Korzystnie szerokości strumienia kurtyny gazowej stanowi co najmniej 105% szerokości okna laserowego.

Korzystnie strumień gazu podawany do nawiewnika wytwarzającego kurtynę gazową doprowadza się z prędkością co najmniej 30 m/s.

Urządzenie do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych zbudowane z komory procesowej, w której spodzie umiejscowiona jest platforma procesowa, a w ścianie sufitowej nad platformą roboczą laserowy układ optyczny, którego okno laserowe od wnętrza komory procesowej odgrudzone jest szkłem ochronnym, oraz pracującego w układzie zamkniętym przyłączonego do komory procesowej układu przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego wytwarzającego w komorze procesowej atmosferę osłonową, którą wytwarza się dla realizowanego w niej procesu wytwarzania obiektów geometrycznych, **według wynalazku charakteryzuje się tym**, iż układ przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego wyposażony jest w nawiewnik liniowy wytwarzający przed szkłem ochronnym okna laserowego kurtynę gazową.

Rozdzielenie używanego w procesie przyrostowym strumienia gazu osłonowego jak w rozwiązaniu według wynalazku i wykorzystanie jego części do usuwania zanieczyszczeń jest ekonomiczniejsze i bardziej ekologiczne aniżeli używanie do tego celu zewnętrznego źródła gazu jak w powołanym w stanie techniki dokumencie US5876767. Rozwiązanie według wynalazku zapewnia laminarny przepływ gazu o kierunku zgodnym z kierunkiem gazu włączanego do przestrzeni roboczej, co podnosi kulturę pracy i sprawia, iż cząstki proszku z nanoszonej warstwy nie zostaną usunięte, w sensie rozdmuchnięte. Zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami i oparami w postaci kurtyny gazowej skutecznie zdmuchuje unoszące się w trakcie procesu opary i zanieczyszczenia powstałe w trakcie procesu łączenia materiału z użyciem skupionej wiązki lasera, nie pozwalając osiadać im na elementach układu optycznego. Rozwiązanie według wynalazku pozwala na prowadzenie procesu przy zachowaniu niezmiennych warunków przepuszczalności wiązki lasera, co poprawia jego skuteczność.

Przedmiot wynalazku uwidoczniony został na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia rozwiązanie w schemacie.

Sposób zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami układu optycznego urządzenia do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych w przykładzie realizacji według wynalazku polega na tym, iż w pierwszej kolejności przygotowuje się komorę procesową 1 wraz z platformą procesową 2 do przeprowadzenia procesu wytwarzania obiektów geometrycznych w sposób warstwowy. Do procesu wykorzystuje się laser o mocy 100W i układzie optycznym z wbudowanym w komorę procesową 1 szkłem ochronnym 3a okna laserowego o średnicy 100 mm. Po uszczelnieniu komory procesowej 1, wypełnia się ją atmosferą ochronną na bazie argonu. Po osiągnięciu zadanego poziomu tlenu w komorze procesowej 1, załączona zostaje pompa obiegowa 4c układu 4 przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego, wymuszająca zamknięty obieg gazu osłonowego w komorze procesowej 1. Do komory procesowej 1 gaz osłonowy wprowadzany jest króćcami wlotowymi 4a, które gaz osłonowy wprowadzają nad prze-

tworzonym na platformie procesowej 2 materiałem, a wyprowadzany jest króćcem wylotowym 4b wbudowanym w komorę procesową 1 po stronie naprzeciwległej do jej strony komory, w którą wbudowane są króćce wlotowe 4a gazu osłonowego. Wprowadzany do komory procesowej 1 gaz osłonowy kieruje się również do nawiewnika liniowego 4f w postaci na przykład dyszy szczelinowej. Gaz osłonowy do nawiewnika szczelinowego 4f doprowadza się z prędkością 50 m/s, którą ustala się przy użyciu, wbudowanego w układ 4 przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego, zaworu dławiącego 4e. Wprowadzany do komory procesowej 1 strumień gazu osłonowego, który zasila nawiewnik liniowy 4f, tworzy kurtynę gazową o szerokości 110 mm na dystansie odpowiadającym odległości pomiędzy wylotem dyszy nawiewnika liniowego 4f a stykiem ze szkłem ochronnym 3a okna laserowego. Wprowadzany do komory procesowej 1 gaz osłonowy krąży w obiegu zamkniętym, przy czym każdorazowo przed wprowadzeniem do komory procesowej 1 jest przefiltrowywany w filtrze mechanicznym 4d. Po wytworzeniu w komorze procesowej 1 atmosfery osłonowej, to jest stanu, w którym uniemożliwione jest utlenienie materiału proszkowego i wytwarzanych obiektów, nanoszona jest warstwa proszku stopu aluminium i uruchamiane jest źródło laserowe. Uruchamiany jest proces wytwarzania i przebiega on warstwa po warstwie, gdzie na naniesionej warstwie proszku przetwarzane są kolejne przekroje z użyciem sterowanej, skupionej wiązki lasera. Po zakończonym procesie, obieg gazu oraz źródło laserowe są wyłączane i możliwe jest usunięcie luźnego materiału oraz wytworzonych obiektów z komory procesowej 1.

Urządzenie do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych w przykładzie wykonania według wynalazku zbudowane jest z komory procesowej 1, w której spodzie umiejscowiona jest platforma procesowa 2, a w ścianie sufitowej, nad platformą procesową 1, laserowy układ optyczny 3, którego okno laserowe od wnętrza komory procesowej 1 odgródzone jest szkłem ochronnym 3a, oraz układu 4 przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego wytwarzającego w komorze procesowej 1 atmosferę osłonową dla realizowanego w niej procesu wytwarzania obiektów geometrycznych. Układ 4 przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego stanowi układ o obiegu zamkniętym, w którego skład wchodzi: wbudowane w dolnej połowie ścianki komory procesowej 1, powyżej platformy procesowej 2, króćce dolotowe 4a gazu osłonowego, wbudowany w dolnej części ścianki komory procesowej 1, przeciwległej do jej ścianki, w którą wbudowane są króćce dolotowe 4a, króciec wylotowy 4b, oraz łączący te króćce przewód rurowy, w który wbudowana jest pompa obiegowa 4c oraz filtr mechaniczny 4d do wyłapywania zanieczyszczeń z gazu osłonowego. Ponadto, w tak utworzony obieg zamknięty, za filtrem mechanicznym 4d, wbudowane jest odgałęzienie, które poprzez zawór dławiący 4e połączone jest z wbudowanym w górną część komory procesowej 1 nawiewnikiem liniowym 4f wytwarzającym przed szkłem ochronnym 3a laserowego układu optycznego 3a kurtynę gazową. Nawiewnik liniowy 4f może mieć postać dyszy szczelinowej, kolektora, w którym w rzędzie ustawione są dysze, bądź każdą inną dowolną konstrukcją, która wytwarza kurtynę gazową przed szkłem ochronnym 3a okna laserowego, laserowego układu optycznego 3.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami układu optycznego urządzenia do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych, w którym, w komorze procesowej, w której przy użyciu lasera przeprowadza się proces przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych, wytwarza się atmosferę osłonową poprzez wypełnienie komory procesowej gazem osłonowym, który następnie przez komorę procesową przedmuchuje się przy użyciu pompy obiegowej, która pracuje w obiegu zamkniętym a przedmuchiwany przez nią gaz osłonowy przed ponownym wprowadzeniem do komory procesowej jest przefiltrowywany, przy czym w trakcie realizacji procesu przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych sprzed powierzchni szkła ochronnego okna laserowego zdmuchuje się unoszące się w trakcie prowadzenia procesu opary i zanieczyszczenia, **znamienny tym**, że do zdmuchiwania sprzed szkła ochronnego (3a) okna laserowego oparów i zanieczyszczeń wykorzystuje się używany w procesie gaz osłonowy, który przepuszcza się przez nawiewnik liniowy (4f), którym przed szkłem ochronnym (3a) wytwarza się kurtynę gazową.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szerokość strumienia kurtyny gazowej jest równa co najmniej szerokości okna laserowego.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szerokości strumienia kurtyny gazowej stanowi co najmniej 105% szerokości okna laserowego.

4. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że strumień gazu podawany do nawiewnika liniowego (4f) wytwarzającego kurtynę gazową doprowadza się z prędkością co najmniej 30 m/s.
5. Urządzenie do przyrostowego wytwarzania obiektów geometrycznych zbudowane z komory procesowej, w której spodzie umiejscowiona jest platforma procesowa, a w ścianie sufitowej, nad platformą roboczą, laserowy układ optyczny, którego okno laserowe od wnętrza komory procesowej odgradzone jest szkłem ochronnym, oraz pracującego w układzie zamkniętym przyłączonego do komory procesowej układu przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego wytwarzającego w komorze procesowej atmosferę osłonową, którą wytwarza się dla realizowanego w niej procesu wytwarzania obiektów geometrycznych, **znamiennie tym**, że układ (4) przedmuchu i filtrowania gazu osłonowego wyposażony jest w nawiewnik liniowy (4f) wytwarzający przed szkłem ochronnym (3a) kurtynę gazową.

Rysunek

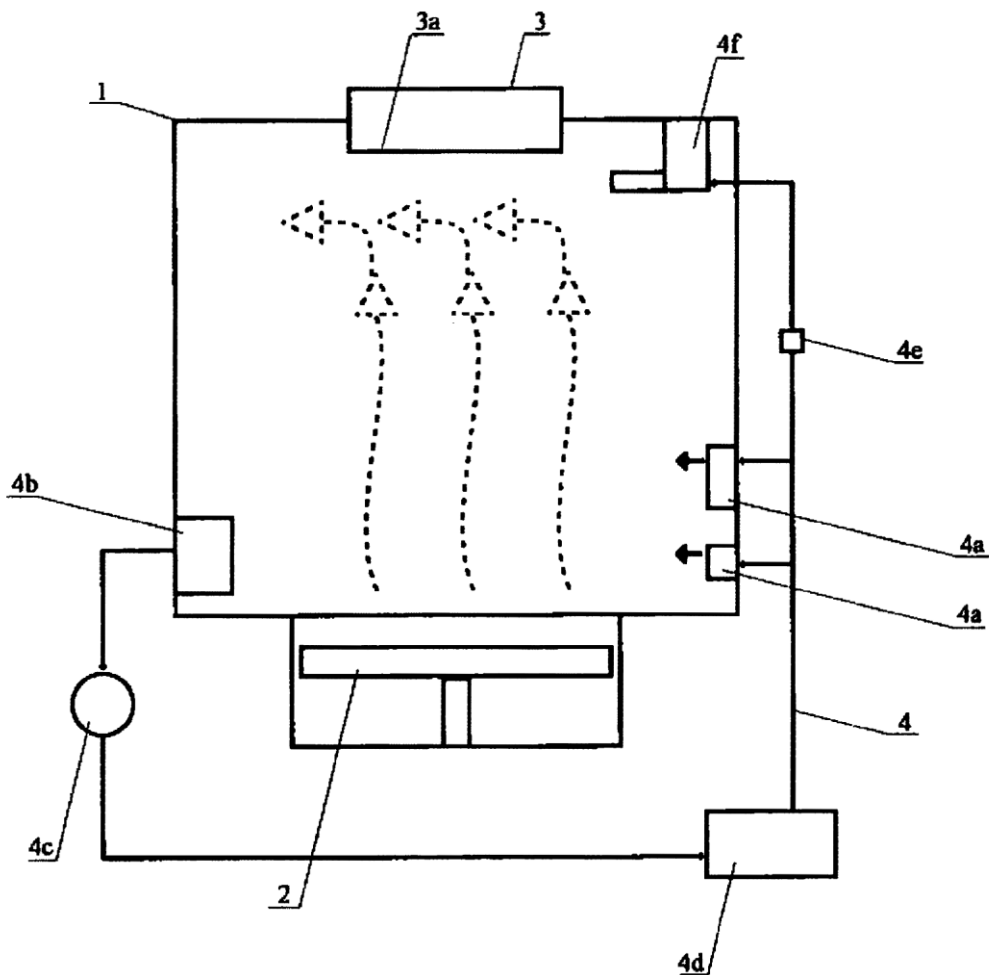


Fig. 1