

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **228959**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **416846**

(22) Data zgłoszenia: **18.04.2016**

(51) Int. Cl.

B29C 64/245 (2017.01)

B29C 67/00 (2017.01)

(54) **Platforma robocza drukarki 3D oraz drukarka 3D zawierająca taką platformę roboczą**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
23.10.2017 BUP 22/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.05.2018 WUP 05/18

(73) Uprawniony z patentu:

**OMNI3D SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Poznań, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PIOTR SYDOW, Poznań, PL
TOMASZ MICHALSKI, Poznań, PL
PIOTR MASLEJ, Skwierzyna, PL
PIOTR NAWROCKI, Małachowo, PL
KAMIL WOJTKO, Stare Bojanowo, PL
KRZYSZTOF KARDACH, Poznań, PL
KONRAD SIERZPUTOWSKI, Poznań, PL**

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Andrzej Witek

PL 228959 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest platforma robocza drukarki 3D oraz drukarka 3D zawierająca taką platformę roboczą, służącą do druku przestrzennego w technologii osadzania topionego materiału FFF (ang. Fused Filament Fabrication), wykorzystywana w aplikacjach szybkiego prototypowania (ang. Rapid Prototyping) oraz produkcjach małoseryjnych, mająca zastosowanie w szczególności w przemyśle produkcyjnym, w medycynie i protetyce, edukacji, projektowaniu odzieży, w przemyśle motoryzacyjnym, czy w szerokim wachlarzu produktów konsumenckich i elektronice.

Drukowanie 3D to proces wytwarzania zaprojektowanych cyfrowo obiektów trójwymiarowych. Drukowanie w technologii osadzania topionego materiału FFF odbywa się za pomocą nakładania kolejnych warstw w określonym kształcie. W ogólności technologia ta polega na dostarczeniu podgrzanego do stanu półpłynnego włókna z materiału termoplastycznego do głowicy drukarki do druku przestrzennego, poruszającej się przestrzennie w trzech wymiarach. Materiałami termoplastycznymi (półfabrykatami w procesie drukowania przestrzennego) używanymi do druku w tej technologii mogą być wszelkiego rodzaju termoplastyczne tworzywa sztuczne w postaci linki nawiniętej na szpulę, nazywanej dalej filamentem. Filament nanoszony jest warstwowo lub punktowo, a proces nanoszenia realizowany jest zazwyczaj w komorze zapewniającej temperaturę pozwalającą na termiczne formowanie tworzywa termoplastycznego. Lokalna temperatura tworzywa zaraz po wyjściu z dyszy jest zbliżona do jego temperatury topnienia lub czasem jest przekroczona. Podczas drukowania 3D krytycznym zagadnieniem jest zachowanie odpowiednich warunków wewnątrz komory wydruku, w tym odpowiedniej temperatury w komorze roboczej oraz temperatury platformy roboczej. Druk 3D może być wykorzystywany w różnych branżach tj. architektura, moda, medycyna, elektronika.

Z amerykańskiego patentu US6722872 (B1) znane jest urządzenie do trójwymiarowego modelowania, które pozwala na wytwarzanie trójwymiarowych obiektów w ogrzewanej komorze roboczej, poprzez dozowanie materiału budulcowego z głowicy dozującej na podstawę, zgodnie ze wzorem określonym przez sygnały sterujące pochodzące ze sterownika. Elementy sterujące ruchem głowicy urządzenia są umieszczone na zewnątrz komory roboczej i są termicznie odizolowane od komory roboczej poprzez zastosowanie odkształcalnych izolatorów termicznych tworzących komorę roboczą. Elementy sterujące ruchem zapewniają przemieszczanie głowicy w płaszczyźnie x-y. Zastosowanie odkształcalnych izolatorów termicznych pozwoliło na utrzymywanie relatywnie wysokiej temperatury wewnątrz komory roboczej. W cytowanym rozwiązaniu komora robocza otoczona jest kanałem grzewczym wykonanym z blachy, który jest otwarty w kierunku komory roboczej. Wewnątrz kanału grzewczego, z jednej strony komory, rozmieszczony jest szereg grzejników żeberkowych, które zapewniają podgrzanie powietrza w kanale grzewczym, a umieszczona poniżej dmuchawa zapewnia transport podgrzanego powietrza do komory roboczej. Takie rozwiązanie zapewnia utrzymanie zadanej temperatury wewnątrz komory roboczej, jednakże poprzez zastosowanie wlotów ogrzanego powietrza do komory roboczej nie zapewnia jednorodnego rozkładu temperatury wewnątrz komory, a transportowane w kanale grzewczym powietrze może ochładzać się, przez co utrzymanie zadanych parametrów pracy staje się utrudnione. Co więcej, prezentowane urządzenie do trójwymiarowego modelowania nie zapewnia podgrzewanej podstawy roboczej, co znacząco wpływa na pogorszenie jakości wytwarzanych przedmiotów 3D.

W amerykańskim zgłoszeniu patentowym US2014048980 (A1) ujawniono układ wytwarzania addytywnego, służący do drukowania 3D. Cytowany układ zawiera komorę obejmującą ściany komory, przy czym co najmniej jedna ze ścian komory posiada przechodzący przez nią otwór wlotowy oraz mechanizm grzewczy, skonfigurowany do ogrzewania komory do jednej lub więcej wartości temperatur. Układ obejmuje również podstawę druku oraz głowicę drukującą do drukowania 3D na podstawie druku, wykorzystującą metodę warstwa-po-warstwie wzdłuż osi druku. Układ zawiera dodatkowo mechanizm napędowy skonfigurowany do przemieszczania podstawy druku wzdłuż osi druku w taki sposób, że gdy głowica drukująca drukuje przedmiot 3D podstawa druku oraz co najmniej część przedmiotu 3D przechodzi przez otwór wlotowy na zewnątrz ogrzewanej komory. Mechanizm grzewczy zawiera grzejniki oraz cyrkulatory wdmuchujące ogrzane powietrze do komory w celu utrzymania komory, a w szczególności obszaru w pobliżu głowicy drukującej, w odpowiednich warunkach druku, to jest przy podwyższonej temperaturze otoczenia, co ma na celu zmniejszyć efekty wypaczeń i zwijania drukowanego materiału. W cytowanym rozwiązaniu tylko wewnątrz komory posiada regulowaną temperaturę, która dodatkowo zapewniana jest przez grzejnik i dmuchawę rozmieszczone albo na ścianie komory, albo na jej górnej powierzchni wewnętrznej, co nie zapewnia utrzymania jednorodnej temperatury w całej objętości komory. Co więcej, nie przewidziano ogrzewania samej podstawy druku.

W ofercie komercyjnej dostępna jest drukarka 3D Kühling&Kühling HT500. Cytowana drukarka 3D składa się z ogrzewanej komory roboczej, w której umieszczona jest platforma robocza, na której deponowane są kolejne warstwy filamentu, ekstrudowane z głowicy drukującej. Przesunięcie wertykalne zapewniono dzięki ruchomej platformie roboczej osadzonej na napędzie śrubowym. Przesunięcie w płaszczyźnie horyzontalnej zapewnia brama z napędami paskowymi, na której zawieszona jest głowica drukująca. Ogrzewanie komory roboczej zapewniono dzięki zastosowaniu zintegrowanych oporowych elementów grzewczych z wentylatorami zapewniającymi cyrkulację powietrza wewnątrz komory. Platforma robocza również posiada elementy grzewcze w postaci przewodowej krzemowej maty grzewczej. Dwa wentylatory zapewniające cyrkulację powietrza rozmieszczone są w jednej płaszczyźnie przy jednej ścianie komory, co nie zapewnia odpowiedniej cyrkulacji oraz jednorodnego rozkładu temperatury w objętości komory. Co więcej, wykorzystanie osobnych elementów grzewczych do platformy roboczej i komory roboczej powoduje ich multiplikację, co komplikuje budowę drukarki 3D i zwiększa jej koszt.

Problemem technicznym stawianym przed niniejszym wynalazkiem jest zaproponowanie takiej platformy roboczej drukarki 3D, która będzie zapewniała ogrzewanie górnej powierzchni platformy roboczej drukarki 3D do zadanej temperatury, zwiększając adhezję nanoszonych warstw do powierzchni platformy roboczej, będzie pozwalała na przyspieszone schłodzenie tej platformy na żądanie oraz zapewni dodatkowo ogrzewanie całej komory roboczej drukarki 3D przy zachowaniu jednorodnej dystrybucji temperatury w objętości komory roboczej, przy czym będzie stanowiła prostą i jednomodułową konstrukcję i pozwoli na zmniejszenie grubości całej platformy roboczej. Dodatkowo pożądane jest zapewnienie drukarki 3D zawierającej taką platformę roboczą, która pozwoli na wytwarzanie trójwymiarowych obiektów, zwiększając ich dokładność i jakość, niwelując jednocześnie naprężenia wewnętrzne w wydrukowanym obiekcie, przy czym rozwiązanie będzie prostsze w konstrukcji, będzie ograniczało ilość wykorzystanych elementów składowych i będzie bardziej niezawodne. Nieoczekiwanie powyższy problem techniczny rozwiązuje przedmiotowy wynalazek.

Pierwszym przedmiotem wynalazku jest platforma robocza drukarki 3D zawierająca konstrukcję nośną, obejmującą płytę nośną, ściany boczne oraz moduł wsporczy, z której rozciągają się w kierunku lateralnym co najmniej trzy mocowania platformy roboczej, przy czym w konstrukcji nośnej rozmieszczona jest płyta grzewcza, na której umieszczona jest płyta transferu ciepła, co najmniej jeden czujnik temperatury platformy, a na co najmniej części płyty grzewczej umieszczona jest płyta robocza platformy roboczej, charakteryzująca się tym, że w module wsporczym umieszczony jest co najmniej jeden wentylator, a w płycie nośnej utworzony jest co najmniej jeden otwór przelotowy, odpowiadający pozycji wentylatora, natomiast ściany boczne posiadają szereg otworów cyrkulacyjnych. W korzystnej realizacji wynalazku płyta robocza wykonana jest ze szkła, kamienia lub ceramiki. W kolejnej korzystnej realizacji wynalazku moduł wsporczy w rzucie równoległym na płaszczyznę posiada kształt zasadniczo trójkątny. W następnej korzystnej realizacji wynalazku otwory cyrkulacyjne rozmieszczone są na dwóch przeciwległych ścianach bocznych. Korzystnie płyta grzewcza zasilana jest napięciem stałym o wartości ok. 380V.

Drugim przedmiotem wynalazku jest drukarka 3D do druku przestrzennego w technologii osadzania topionego materiału zawierająca ogrzewaną komorę roboczą, w której umieszczona jest przemieszczana wertykalnie platforma robocza osadzona na szeregu napędów liniowych oraz przemieszczana w płaszczyźnie horyzontalnej głowica drukująca, umieszczona na szeregu napędów liniowych, charakteryzująca się tym, że platforma robocza stanowi platformę roboczą jak zdefiniowano w pierwszym przedmiocie wynalazku. Korzystnie platforma robocza osadzona jest na trzech napędach liniowych w postaci napędów śrubowych. W korzystnej realizacji wynalazku głowica drukująca umieszczona jest na dwóch napędach liniowych, w postaci napędów śrubowych, zapewniających przemieszczanie w jednym z kierunków płaszczyzny horyzontalnej, oraz na jednym napędzie liniowym, w postaci napędu śrubowego, zapewniającego przemieszczanie w drugim z kierunków płaszczyzny horyzontalnej. W kolejnej korzystnej realizacji wynalazku wewnątrz komory roboczej rozmieszczony jest czujnik temperatury komory. W następnej korzystnej realizacji wynalazku wewnątrz komory roboczej rozmieszczony jest wentylator mieszający.

Podgrzewana platforma robocza drukarki 3D według niniejszego wynalazku zapewnia optymalną adhezję drukowanego obiektu do podłoża, dzięki ogrzewaniu wierzchniej płyty roboczej platformy roboczej. Z kolei podgrzewana komora robocza i kontrola procesu chłodzenia wydruku minimalizuje i stabilizuje naprężenia wewnętrzne w drukowanym obiekcie. Konstrukcja platformy roboczej pozwala na wykorzystanie ciepła z płyty grzewczej do podnoszenia i stabilizacji temperatury platformy roboczej

i komory roboczej drukarki 3D. Przedstawiona konstrukcja zapewnia dokładny podział energii cieplnej pomiędzy platformę roboczą i komorę roboczą. Zastosowanie czujników temperatury wbudowanych w komorę roboczą oraz w platformę roboczą, połączonych z układem sterowania, daje możliwość dokładnej kontroli i sterowania zarówno procesem nagrzewania jak i chłodzenia. Zastosowanie wentylatora mieszającego, rozmieszczonego w komorze roboczej, dodatkowo zwiększa jednorodność dystrybucji temperatury wewnątrz objętości komory roboczej, co znacząco wpływa na jakość wydruku. Wykorzystanie w platformie roboczej płyty grzewczej zasilanej napięciem stałym o dużej wartości pozwoliło zmniejszyć grubość tego elementu, a tym samym samej platformy, wpływając korzystnie na kompaktowość całej drukarki 3D. Natomiast wykorzystanie wentylatorów umieszczonych w dolnej części platformy roboczej zapewniło podwójne zastosowanie samej platformy roboczej, ograniczając liczbę zastosowanych elementów składowych drukarki 3D, wpływając korzystnie na ekonomiczność rozwiązania oraz jego niezawodność.

Przykładowe realizacje wynalazku zaprezentowano na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia drukarkę 3D według jednej realizacji niniejszego wynalazku w widoku z przodu, fig. 2 przedstawia drukarkę 3D z fig. 1 w widoku aksonometrycznym, fig. 3 przedstawia platformę roboczą drukarki 3D według jednej realizacji niniejszego wynalazku w widoku aksonometrycznym, fig. 4 przedstawia częściowy przekrój poprzeczny platformy roboczej z fig. 3, natomiast fig. 5 przedstawia widok aksonometryczny na platformę roboczą umieszczoną w komorze drukarki 3D.

P r z y k ł a d

Na fig. 1 i 2 przedstawiono przykład realizacji drukarki 3D do druku przestrzennego w technologii osadzania topionego materiału według jednego przykładu realizacji niniejszego wynalazku, w widoku odpowiednio, z przodu i aksonometrycznym. W ogólności drukarka 3D zawiera ogrzewaną komorę roboczą 9, w której odbywa się proces osadzania topionego materiału tworzywa termoplastycznego. Komora robocza 9 posiada ścianki boczne oraz płytę wierzchnią i spodnią, wszystkie wykonane z materiału stanowiącego izolację termiczną, dzięki czemu zagwarantowano szczelność termiczną przestrzeni roboczej drukarki 3D oraz utrzymanie stabilnego środowiska druku o zadanej temperaturze. Izolację stanowi izolator termiczny o grubości ok. 10 mm przytwierdzony do arkusza blachy. W komorze roboczej 9 umieszczone są trzy napędy śrubowe 11 zapewniające wertykalne przemieszczanie platformy roboczej 10, na powierzchni której odbywa się druk przestrzenny. Wykorzystanie do tego celu napędów śrubowych 11 zapewnia maksymalną dokładność wydruku, gdyż co do zasady są one odporne na działania wysokich temperatur, w szczególności temperatur stosowanych w komorach roboczych 9 (z reguły z zakresu 70–90°C). Dodatkowo zastosowanie trzech niezależnych napędów śrubowych 11 umożliwia bardzo dokładne poziomowanie platformy roboczej 10, co dodatkowo wpływa na zwiększenie dokładności wydruku. Drukarka 3D według niniejszego wynalazku stanowi konstrukcję mostową, tj. głowica drukująca 12 umieszczona jest na konstrukcji ramowej, zapewniającej przemieszczenie głowicy drukującej 12 w płaszczyźnie horyzontalnej drukarki 3D, natomiast przemieszczenie w trzecim kierunku, tj. w kierunku wertykalnym, realizowane jest poprzez poruszaną wertykalnie platformę roboczą 10. W tym przypadku głowica drukarki 12 umieszczona jest na śrubowym napędzie liniowym 14 zapewniającym przemieszczanie w jednym z kierunków płaszczyzny horyzontalnej, oraz na dwóch śrubowych napędach liniowych 13, zapewniających przemieszczanie w drugim z kierunków płaszczyzny horyzontalnej. Dodatkowo śrubowe napędy liniowe 13, dla zwiększenia ochrony przed oddziaływaniem wysokich temperatur, przykryte są obudową napędów 17. Silniki 18 tych napędów liniowych 13 rozmieszczone są na zewnątrz komory roboczej 9, w celu zmniejszenia oddziaływania wysokich temperatur na te elementy, a tym samym zwiększenia niezawodności i trwałości całego systemu. Wewnątrz komory roboczej 9 drukarki 3D umieszczona jest platforma robocza 10, która szczegółowo została zobrazowana na fig. 3 i fig. 4.

Platforma robocza 10 zamontowana jest wewnątrz komory roboczej 9 drukarki, w sposób umożliwiający jej precyzyjne przemieszczanie w górę i w dół. Platforma robocza 10 drukarki 3D zawiera konstrukcję nośną 5, obejmującą płytę nośną 5a, ściany boczne 5b oraz moduł wsporczy 5c. Z konstrukcji nośnej w kierunku lateralnym rozciągają się trzy mocowania 7, które łączą się z śrubowymi napędami liniowymi 11 w komorze roboczej 9. W związku z tym, moduł wsporczy 5c w rzucie równoległym na płaszczyznę przyjmuje kształt zasadniczo trójkątny, przy czym wierzchołki tej figury stanowią mocowania 7 platformy roboczej 10. W konstrukcji nośnej 5 rozmieszczona jest płyta grzewcza 2, na której umieszczona jest płyta transferu ciepła 3, oraz czujnik temperatury platformy 6. Na czujniku temperatury platformy 6 oraz na płycie grzewczej 2 umieszczona jest płyta robocza 1 platformy roboczej 10, na której osadzany jest materiał z głowicy drukującej 12. Płyta robocza 1 wykonana jest najkorzystniej ze szkła

i stanowi bazę dla tworzenia trójwymiarowych modeli. Alternatywnie płyta robocza 1 może być wykonana z innych odpowiednich do tego celu materiałów, takich jak kamień czy ceramika. Najniższa warstwa drukowanego modelu musi być przyklejona do płyty roboczej 1. Zastosowanie podwyższonej temperatury platformy roboczej 10, a właściwie płyty roboczej 1, sprzyja zwiększeniu zjawiska adhezji pomiędzy szkłem a nakładanym materiałem. Aby zapewnić minimalną wysokość płyty grzewczej 2 (która jest jednocześnie elementem składowym platformy roboczej 10), zastosowano zasilanie płyty grzewczej 2 napięciem stałym o wartości około 380 V. Optymalizuje to wysokość płyty grzewczej 2 (około 4 mm), przy stosunkowo wysokiej mocy (około 1560 W). W module wsporczym 5c umieszczone są dwa wentylatory 4, rozmieszczone od spodniej strony platformy roboczej 10, natomiast w płycie nośnej 5a utworzone są dwa otwory przelotowe, odpowiadające pozycji wentylatorów 4 (zasadniczo współosiowe), co zapewnia przepływ powietrza z przestrzeni komory roboczej 9 pod platformą roboczą 10 do przestrzeni komory roboczej 9 nad platformą roboczą 10. W ścianach bocznych 5b, na dwóch przeciwległych stronach, zapewniono otwory cyrkulacyjne 8, przez które przetłaczane jest ogrzane w płycie grzewczej 2 powietrze, zaciągnięte przez wentylatory 4. Dla celów funkcjonalnych na bocznej ścianie modułu wsporczego 5c zapewniono gniazdo sterowania 19 wentylatorów 4 i odczytu czujnika temperatury 6 oraz gniazdo zasilania 20 płyty grzewczej 2. Jak przedstawiono na fig. 5, w komorze roboczej 9 drukarki 3D, na jednej ze ścian umieszczony jest czujnik temperatury komory 15, mający za zadanie odczytywanie temperatury panującej we wnętrzu komory roboczej 9, w szczególności nad powierzchnią platformy roboczej 10. Wewnątrz komory roboczej 9 umieszczony jest ponadto wentylator mieszający 16, który zapewnia jednorodną dystrybucję ogrzanego powietrza w przestrzeni druku, czyli w całej objętości komory roboczej 9.

Należy zauważyć, że w miarę nakładania kolejnych warstw materiału następuje zjawisko jego skurczu (w przypadku braku regulacji i stabilizacji temperatury komory roboczej 9 i platformy roboczej 10), co objawia się pękaniem modelu, jego deformacją i odklejaniem od platformy roboczej 10. Aby temu zapobiec należy zwiększyć temperaturę komory roboczej 9 odpowiednią dla określonego materiału (filamentu). Osiągnięto to poprzez odzyskiwanie ciepła z dolnej powierzchni płyty grzewczej 2. Do płyty grzewczej 2 zostaje tłoczone powietrze, które po ogrzaniu jest wyprowadzane do komory roboczej 9 w celu jej podgrzania. Rolę regulacyjną spełniają dwa wentylatory 4. Kiedy są zatrzymane, ogrzewana jest platforma robocza 10, kiedy pracują, pompują gorące powietrze do wnętrza komory roboczej 9. Z kolei w przypadku pracy wentylatorów 4 i wyłączonego grzania płyty grzewczej 2 następuje przyspieszone chłodzenie platformy roboczej 10 i komory roboczej 9. Zarówno temperatura platformy roboczej 10, jak i temperatura komory roboczej 9 są regulowane i stabilizowane za pomocą elektronicznego układu sterującego (nie pokazano), na podstawie danych z czujników temperatury platformy 6 i komory 15. Wartości temperatur mogą być dowolnie zmieniane przez użytkownika i zaprogramowane w proces wydruku. Niemniej wartość temperatury platformy roboczej 10 pełni funkcję priorytetową. Ustawiona wartość temperatury komory roboczej 9 zawsze będzie niższa od temperatury platformy roboczej 10, co zapewnia optymalne warunki dla drukowania modeli. Układ sterujący zapewnia również sterowanie działaniem wentylatora mieszającego 16 powietrze wewnątrz komory roboczej 9 oraz wytworzeniem napięcia zasilającego płytę grzewczą 2.

Zastrzeżenia patentowe

1. Platforma robocza (10) drukarki 3D zawierająca konstrukcję nośną (5), obejmującą płytę nośną (5a), ściany boczne (5b) oraz moduł wsporczy (5c), z której rozciągają się w kierunku lateralnym co najmniej trzy mocowania (7) platformy roboczej (10), przy czym w konstrukcji nośnej (5) rozmieszczona jest płyta grzewcza (2), na której umieszczona jest płyta transferu ciepła (3), co najmniej jeden czujnik temperatury platformy (6), a na co najmniej części płyty grzewczej (2) umieszczona jest płyta robocza (1) platformy roboczej (10), **znamienna tym**, że w module wsporczym (5c) umieszczony jest co najmniej jeden wentylator (4), a w płycie nośnej (5a) utworzony jest co najmniej jeden otwór przelotowy, odpowiadający pozycji wentylatora (4), natomiast ściany boczne (5b) posiadają szereg otworów cyrkulacyjnych (8).
2. Platforma robocza według zastrz. 1, **znamienna tym**, że płyta robocza (1) wykonana jest ze szkła, kamienia lub ceramiki.
3. Platforma robocza według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że moduł wsporczy (5c) w rzucie równoległym na płaszczyznę posiada kształt zasadniczo trójkątny.

4. Platforma robocza według któregośkolwiek z zastrz. od 1 do 3, **znamienna tym**, że otwory cyrkulacyjne (8) rozmieszczone są na dwóch przeciwległych ścianach bocznych (5b).
5. Platforma robocza według któregośkolwiek z zastrz. od 1 do 4, **znamienna tym**, że płyta grzewcza (2) zasilana jest napięciem stałym o wartości ok. 380V.
6. Drukarka 3D do druku przestrzennego w technologii osadzania topionego materiału zawierająca ogrzewaną komorę roboczą (9), w której umieszczona jest przemieszczana wertykalnie platforma robocza (10), osadzona na szeregu napędów liniowych (11) oraz przemieszczana w płaszczyźnie horyzontalnej głowica drukująca (12), umieszczona na szeregu napędów liniowych (13), (14), **znamienna tym**, że platforma robocza stanowi platformę roboczą (10) jak zdefiniowano w którymkolwiek z zastrz. od 1 do 5.
7. Drukarka 3D według zastrz. 6, **znamienna tym**, że platforma robocza (10) osadzona jest na trzech napędach liniowych (11) w postaci napędów śrubowych.
8. Drukarka 3D według zastrz. 6 albo 7, **znamienna tym**, że głowica drukująca (12) umieszczona jest na dwóch napędach liniowych (13), w postaci napędów śrubowych, zapewniających przemieszczanie w jednym z kierunków płaszczyzny horyzontalnej, oraz na jednym napędzie liniowym (14), w postaci napędu śrubowego, zapewniającego przemieszczanie w drugim z kierunków płaszczyzny horyzontalnej.
9. Drukarka 3D według któregośkolwiek z zastrz. od 6 do 8, **znamienna tym**, że wewnątrz komory roboczej (9) rozmieszczony jest czujnik temperatury komory (15).
10. Drukarka 3D według któregośkolwiek z zastrz. od 6 do 9, **znamienna tym**, że wewnątrz komory roboczej (9) rozmieszczony jest wentylator mieszający (16).

Rysunki

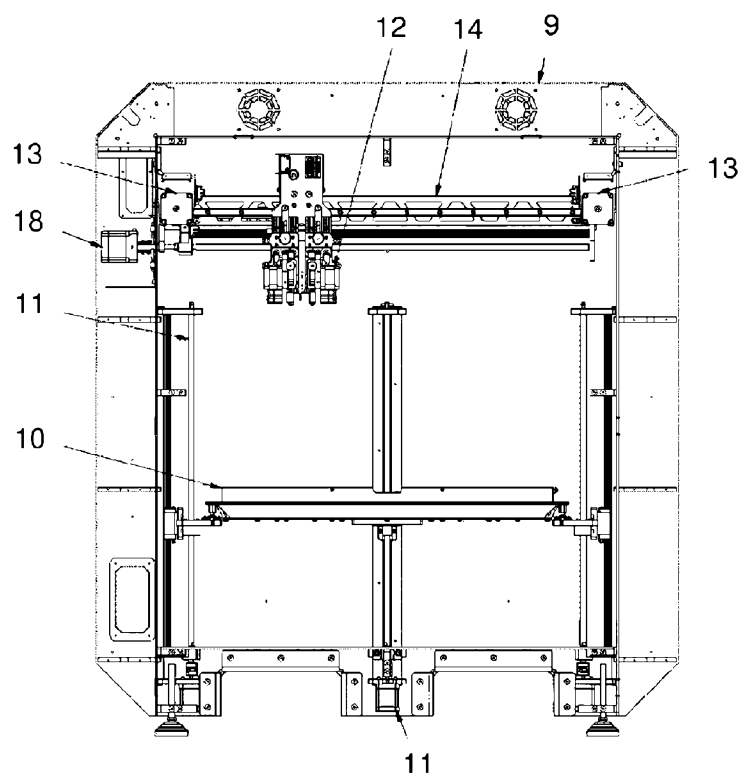


Fig. 1

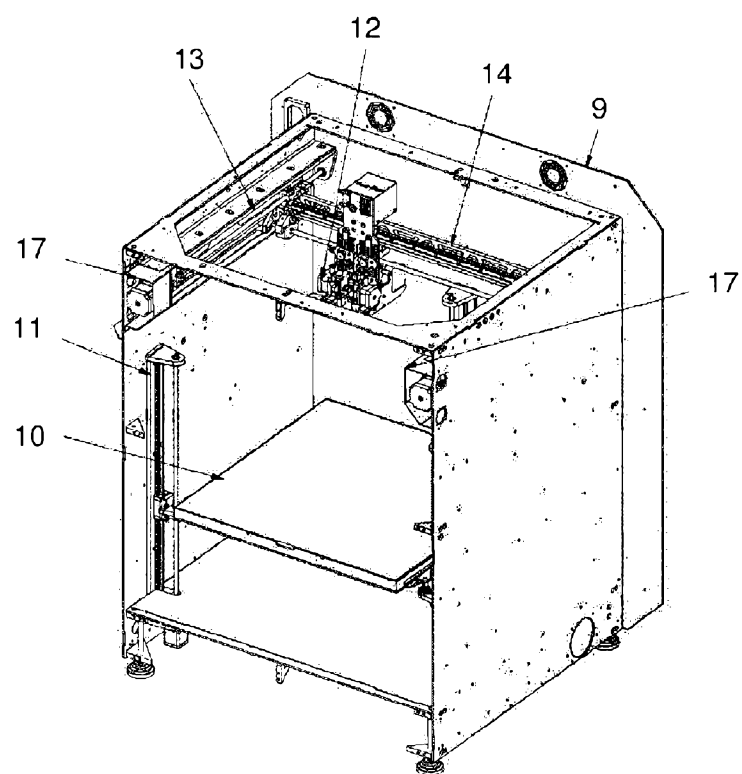


Fig. 2

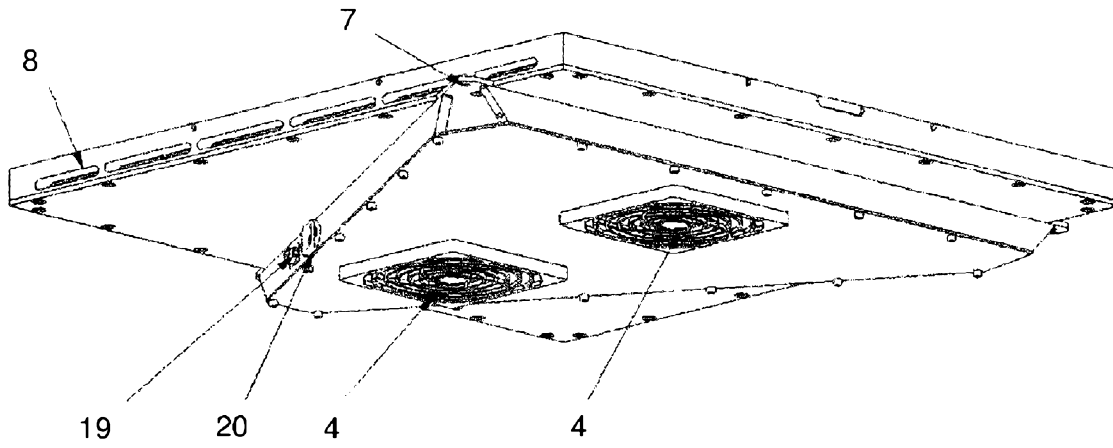


Fig. 3

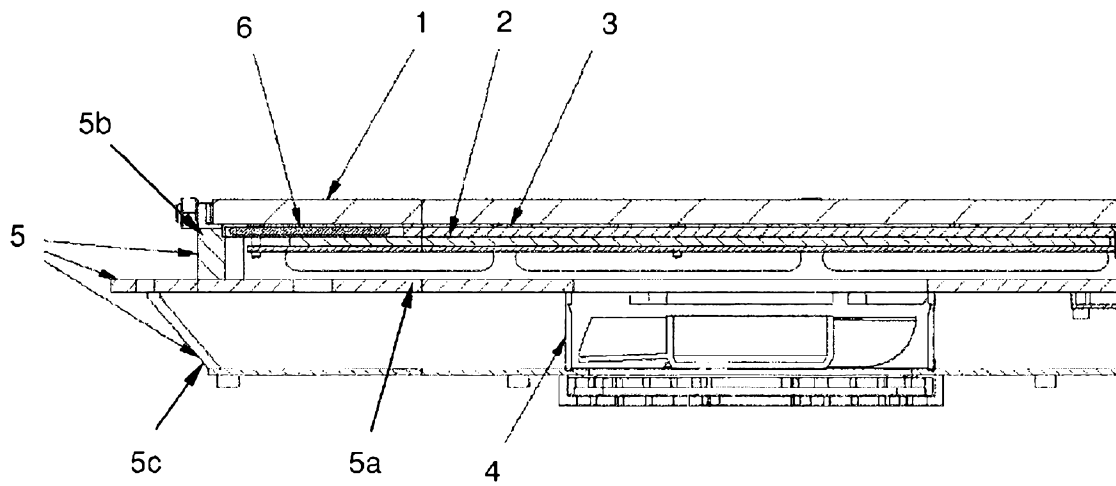


Fig. 4

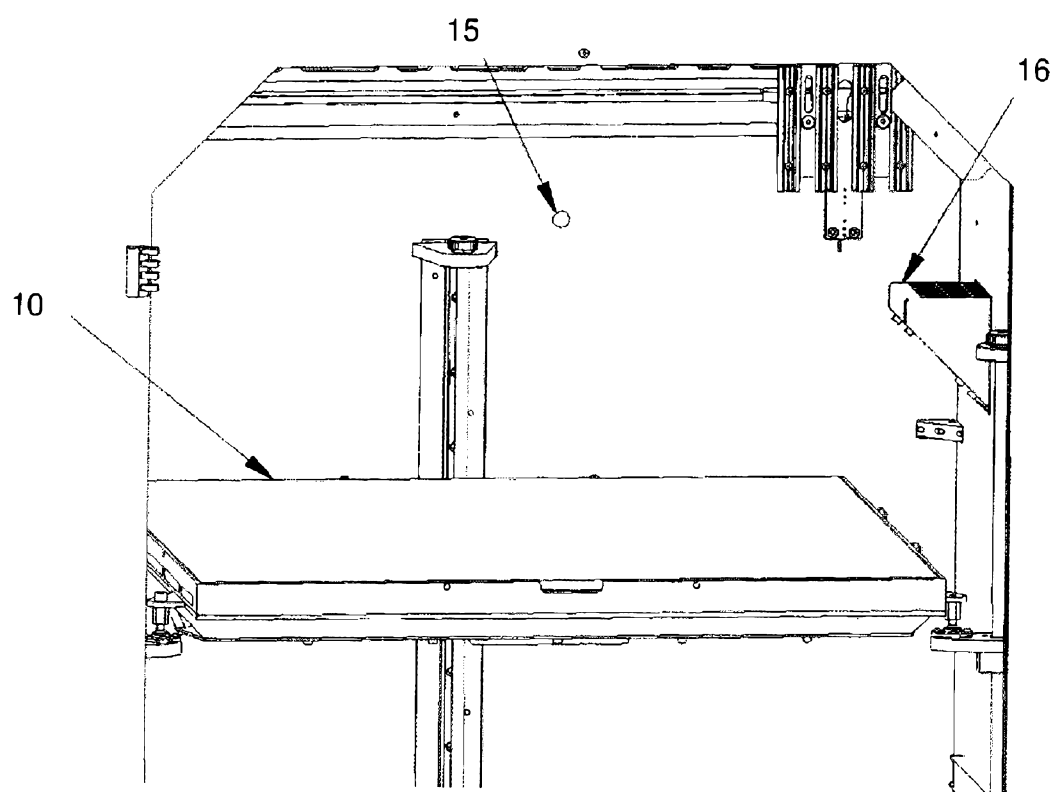


Fig. 5

