

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **234883**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **425153**

(51) Int.Cl.  
**B29C 64/20 (2017.01)**

(22) Data zgłoszenia: **09.04.2018**

(54)

**Drukarka 3D**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**21.10.2019 BUP 22/19**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**30.04.2020 WUP 04/20**

(73) Uprawniony z patentu:

**3D AUTOMATION SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Olsztyn, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**KAROLINA KULICKA, Olsztyn, PL  
PIOTR KULICKI, Nikielkowo, PL**

(74) Pełnomocnik:

**recz. pat. Kazimiera Poprawska**

**PL 234883 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest drukarka 3D wytwarzająca metodą utwardzania źródłem światła żywic fotoutwardzalnych ze zintegrowanym i zautomatyzowanym systemem druku oraz procesem obróbki końcowej wydruku. Drukarka może być wykorzystywana do wytwarzania modeli kostnych w medycynie, stomatologii, do wytwarzania biżuterii oraz różnych elementów dla przemysłu – np. modeli do tworzenia form odlewniczych, a także w innych dziedzinach, w których wykorzystuje się szybkie prototypowanie.

Technologia druku 3D wykorzystująca DLP opiera się o zjawisko fotoutwardzania polimerów. Modele wytwarzane tą techniką powstają dzięki cyfrowej projekcji światła na powierzchnię żywicy, która pod jego wpływem twardnieje w wyznaczonych rejonach. DLP pozwala na precyzyjne odtworzenie zarówno kształtu, jak i struktury wewnętrznej drukowanych obiektów.

Ze zgłoszenia wynalazku P-416429 znana jest drukarka 3D przeznaczona do wykonywania trójwymiarowych obiektów fizycznych w technologii SL, składająca się z zamkniętej obudowy nieprzepuszczającej światła, wewnątrz której znajdują się: otwarty zbiornik z przezroczystym dnem, wewnątrz którego znajduje się żywica fotopolimeryzacyjna, ruchomy wspornik w osi pionowej, na którego dolnej powierzchni powstaje drukowany przedmiot trójwymiarowy, zbiornik wyrównawczy z żywicą fotopolimeryzacyjną. Pod przezroczystym dnem wykonanym ze szkła kwarcowego otwartego zbiornika znajduje się źródło światła w postaci wyświetlacza urządzenia mobilnego, a na wewnętrznej stronie przezroczystego dna otwartego zbiornika znajduje się folia separująca, oddzielająca przezroczyste dno od żywicy fotopolimeryzacyjnej. Korzystnie źródłem światła jest układ soczewek powiększających obraz wyświetlany przez źródło światła.

Z amerykańskiego opisu wynalazku znana jest drukarka 3D wytwarzająca elementy za pomocą żywic fotoutwardzalnych znane są np. z patentu US2005248061 (A1). Z tego patentu wynika, że znane jest rozwiązanie polegające na warstwowym selektywnym utwardzaniu fotopolimeru przy pomocy źródła promieniowania elektromagnetycznego. Element wytwarzany znajduje się na platformie ruchomej w jednej osi, prostopadłej do płaszczyzny, na którą rzutowany jest obraz utwardzający każdą warstwę żywicy. Platforma unosząca przedmiot drukowany podnosi się na wysokość jednej warstwy wytwarzanego elementu. Źródło promieniowania elektromagnetycznego naświetla od dołu, przez dno jedną warstwę żywicy. Platforma unosząca element drukowany z przyklejoną jedną warstwą elementu wytwarzanego podnosi się na wysokość kolejnej warstwy. Źródło promieniowania naświetla kolejną warstwę żywicy. Proces powtarza się do wytworzenia całego elementu wytwarzanego. Zgodnie z tym patentem zastosowana została światło-przepuszczalna folia o wysokiej elastyczności i znikomej plastyczności na dnie wanny. Dzięki takiemu rozwiązaniu element wytwarzany, który utwardzany jest od dołu, może być odseparowany od dna wanny. Podczas podnoszenia się platformy elastyczna folia odkształca się, co pozwala na stopniowe odrywanie elementu wytwarzanego od jego zewnętrznych krawędzi do jego środka. Znacznie redukuje to także efekt przysysania ze względu na stopniowe, a nie gwałtowne powstawanie próżni.

Z naszego doświadczenia wynika, że wydruki wykonane w technologii przedstawionej w patencie US2005248061(A1), jak i w podobnych urządzeniach selektywnie utwardzających fotopolimer przy pomocy promieniowania elektromagnetycznego, wymagają obróbki końcowej, na którą najczęściej składają się: usunięcie nieutwardzonej żywicy, a następnie dodatkowe utwardzenie zewnętrznej powierzchni wytworzonego elementu przez jego wystawienie na działanie promieniowania elektromagnetycznego. Dotychczas wyżej wymienione procesy obróbki końcowej wykonywane były ręcznie lub w dedykowanych urządzeniach, które nie były jednak integralną częścią urządzenia i ich wykorzystanie odbywało się z udziałem operatora. Zarówno żywice, jak i odczynniki do usuwania resztek żywic (alkohol izopropylowy, etylowy) działają drażniąco, a opracowany wynalazek ogranicza do minimum udział operatora w procesie obróbki końcowej wydruku. Wynalazek, który jest przedmiotem tego zgłoszenia, wykorzystuje schemat działania znanego urządzenia dodając do niego zintegrowany system oczyszczania i doświetlania wydruku zamknięty w jednej obudowie, w połączonym układzie ruchu.

Z międzynarodowego opisu wynalazku WO2014126830 znany jest sposób i urządzenie do wyrobów trójwymiarowych polegający na tworzeniu trójwymiarowego obiektu przez (a) przygotowane nośnika i płyty nośnej, płyta nośna składa się z elementu półprzepuszczalnego, element półprzepuszczalny składa się z powierzchni nośnej, pomiędzy powierzchnią nośną a nośnikiem tworzy się obszar powstawania przy udziale płynu drogą przez element półprzepuszczalny ze źródłem inhibitora polimeryzacji; (b) wypełnienie obszaru powstawania płynem ulegającym polimeryzacji, który to płyn kontaktuje się z płytą nośną; (c) napromieniowanie obszaru powstawania przez płytę nośną, aby wytworzyć obszar

stałego polimeru w obszarze powstawania, podczas powstawania lub utrzymywania ciekłego filmu warstwa emulsji składa się z płynu ulegającego polimeryzacji tworzącego się pomiędzy regionem zestalonego polimeru i płytą nośną, w którym polimeryzacja płynnego filmu jest hamowana przez inhibitor polimeryzacji; i (d) wysuwanie nośnika z rejonem polimeryzacji przylegającym do tego obszaru powstawania na płycie nośnej tworzą kolejny obszar powstawania pomiędzy rejonem polimeryzacji a płytą nośną do wypełnienia kolejnego obszaru powstawania z płynem ulegającym polimeryzacji tak jak w pozycji (a).

Według wynalazku drukarka 3D posiadająca otwartą wannę wypełnioną żywicą fotoutwardzalną z przezroczystym dnem przepuszczającym światło, pod którym umieszczone jest źródło promieniowania świetlnego, a nad wanną znajduje się ruchoma platforma unosząca element drukowany, charakteryzuje się tym, że ruchoma platforma unosząca element drukowany porusza się w osi pionowej i poziomej, a wanna na żywicę fotoutwardzalną połączona jest z łaźnią ultradźwiękową wypełnioną roztworem wspomagającym usuwanie nieutwardzonej żywicy, ponadto u góry w łaźni ultradźwiękowej zamocowana jest matryca źródeł światła służąca do końcowego utwardzenia elementu wytwarzanego.

Zaletą drukarki 3D według wynalazku jest posiadanie dodatkowego układu ruchu, który pozwala na automatyczne przemieszczenie wydruku do łaźni ultradźwiękowo oczyszczającej wydruk z resztek niewytrawionej żywicy w komorze łaźni ultradźwiękowej wraz z doświetlającym wydruk źródłem światła w celu dodatkowego utwardzenia powierzchni. Drukarka posiada zintegrowany i zautomatyzowany system druku i wykańczania wydruku, co eliminuje konieczność ręcznej obróbki wydruku i nie naraża operatora na bezpośredni kontakt z żywicami i alkoholem izopropylowym. Zaletą wynalazku jest to, że rozwiązanie dokonane przez twórców daje zupełnie nowy pogląd na druk 3D z użyciem żywic fotopolimerowych, czyniąc go technologią nieuciążliwą i o wiele bardziej bezpieczną niż stosowane w znanych dotychczas drukarkach 3D, np. w technologii DLP czy LCD, ponieważ wyeliminowana została konieczność samodzielnej obróbki końcowej wydruku, a kontakt z fotopolimerami i roztworami oczyszczającymi wydruki ogranicza się jedynie do konieczności napełniania i opróżniania pojemników z płynami przez operatora.

Element wytworzony na drukarce zgodnie z wynalazkiem jest dokładnie doświetlany i końcowo utwardzony w ostatniej fazie produkcji. Ostatecznie wykończony element jest twardy, suchy i bezpieczny dla użytkownika.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania uwidocznionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie proces drukowania elementu wytwarzanego, a fig. 2 pokazuje schematycznie automatyczny system obróbki końcowej wydrukowanego elementu.

Drukarka 3D posiada otwartą wannę **1** wypełnioną fotoutwardzalną żywicą **2** z przezroczystym dnem **3** pokrytym światłoprzepuszczalną folią PTFE FEP przepuszczającą światło, pod którym umieszczone jest źródło promieniowania świetlnego **4** służące do utwardzenia żywicy **2**. Źródłem promieniowania świetlnego **4** może być ekran LCD, LED, ekran LCD z matrycą diod UV, projektor DLP z matrycą mikrozwierciadeł. Nad wanną **1** znajduje się ruchoma platforma **5** unosząca drukowany element **6** i poruszająca się w osi pionowej **7** oraz poziomej **8**. Wanna **1** na żywicę fotoutwardzalną połączona jest z łaźnią **9** ultradźwiękową wypełnioną roztworem **10** alkoholu izopropylowego lub opcjonalnie roztworem alkoholu etylowego czy roztworem H<sub>2</sub>O. Roztwory te wspomagają usuwanie nieutwardzonej żywicy **2**. U góry łaźni **9** ultradźwiękowej zamocowana jest matryca **11** źródeł światła służąca do końcowego utwardzenia elementu **6** wytwarzanego.

Działanie urządzenia jest następujące.

Platforma **5** unosząca drukowany element **6** zamocowany na układzie ruchu osi pionowej **7** nurza się w wannie **1** wypełnionej fotoutwardzalną żywicą **2** dotykając jej dna **3** pokrytego folią FEP. Następnie platforma **5** unosząca drukowany element **6** podnosi się na wysokość jednej warstwy wytwarzanego elementu **6**. Źródło promieniowania **4**, którym jest ekran LCD z matrycą diod UV lub opcjonalnie może być projektor DLP z matrycą mikrozwierciadeł, lub też ekran LCD czy LED, naświetla od dołu, przez dno **3** jedną warstwę żywicy **2**. Platforma **5** unosząca drukowany element **6** z przyklejoną jedną warstwą elementu wytwarzanego **6** podnosi się na wysokość kolejnej warstwy. Źródło promieniowania **4** naświetla kolejną warstwę żywicy **2**. Proces powtarza się do wytworzenia całego elementu **6**.

Następny etap to zautomatyzowany proces obróbki końcowej wydruku. Platforma **5** unosząca drukowany element **6** wraz z przytwierdzonym do niej wytworzonym elementem **6** i całym układem ruchu osi pionowej **7** zostaje przemieszczona przy pomocy układu ruchu poziomego **8** nad łaźnię ultradźwiękową **9**. Wytworzony element **6** zostaje zanurzony w roztworze alkoholu izopropylowego **10** lub opcjonalnie w alkoholu etylowym czy roztworze H<sub>2</sub>O przy pomocy układu ruchu osi pionowej **7**. Łaźnia **9**

ultradźwiękowa włącza się. Dzięki falom mechanicznym o wysokiej częstotliwości usunięte zostają nieutwardzone resztki żywicy **2**. Czas trwania procesu zależy od materiału, z którego wykonany został wytwarzany element **6** oraz od jego wielkości. Po zadanym programowo czasie, łaźnia **9** ultradźwiękowa wyłącza się. Włącza się matryca **11** źródeł światła do końcowego utwardzenia elementu **2**. Platforma **5** wraz z wypłukany w łaźni **9** wytworzonym elementem **6** podnoszą się na układzie ruchu osi pionowej **7**. Dzięki wolnemu podnoszeniu, wytarzany element **6** jest dokładnie doświetlany i końcowo utwardzany. Tak wykończony element jest twardy, suchy i bezpieczny dla użytkownika.

### Zastrzeżenie patentowe

1. Drukarka 3D posiadająca otwartą wannę wypełnioną żywicą fotoutwardzalną z przezroczystym dnem przepuszczającym światło, pod którym umieszczone jest źródło promieniowania świetlnego, a nad zbiornikiem znajduje się ruchoma platforma unosząca element drukowany, **znamienna tym**, że ruchoma platforma (**5**) unosząca: element drukowany (**6**) porusza się w osi pionowej (**7**) i poziomej (**8**), a wanna (**1**) na żywicę fotoutwardzalną połączona jest z łaźnią ultradźwiękową (**9**) wypełnioną roztworem (**10**) wspomagającym usuwanie nieutwardzonej żywicy (**2**), ponadto u góry łaźni ultradźwiękowej (**9**) zamocowana jest matryca (**11**) źródeł światła służąca do końcowego utwardzenia elementu drukowanego (**6**).

Rysunki

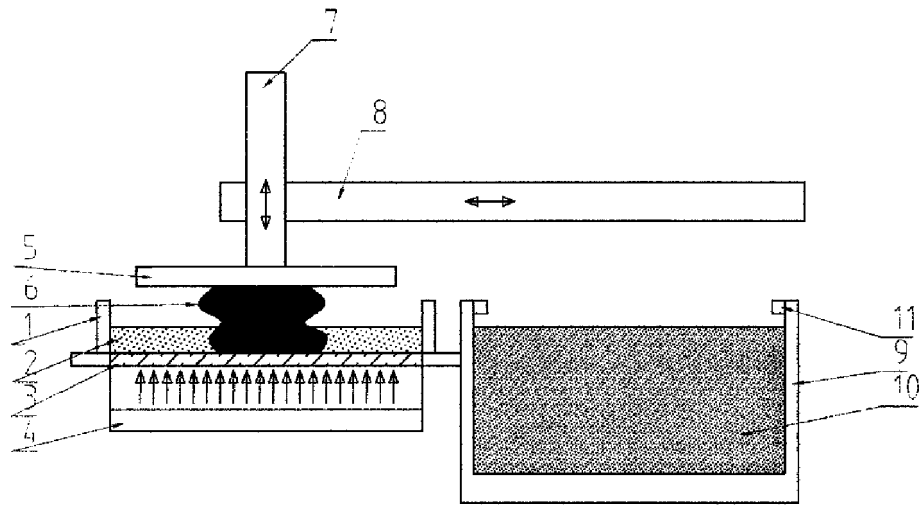


Fig. 1

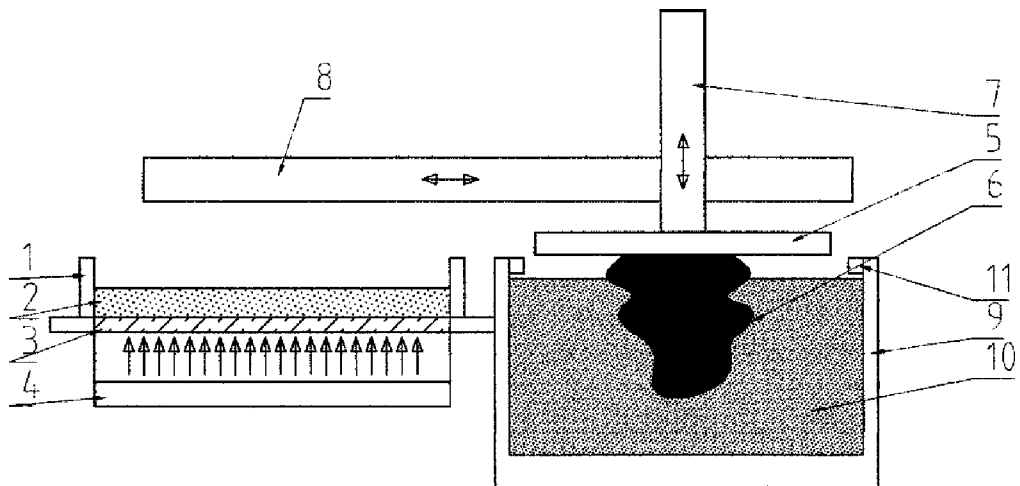


Fig. 2