

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 306 289

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*G06T 17/20* (2006.01)  
*G06T 17/00* (2006.01)  
*G03F 7/004* (2006.01)  
*G03F 7/027* (2006.01)  
*G06T 15/00* (2011.01)  
*G03F 7/20* (2006.01)  
*G03F 7/26* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-635**  
(22) Přihlášeno: **17.09.2015**  
(40) Zveřejněno: **16.11.2016**  
**(Věstník č. 46/2016)**  
(47) Uděleno: **05.10.2016**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **16.11.2016**  
**(Věstník č. 46/2016)**

(56) Relevantní dokumenty:

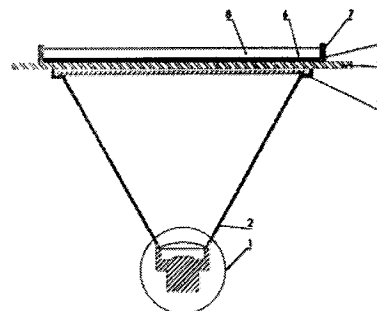
WO 2013167448 A.; US 5896663 A.; EP 2241430 A.; WO 9515841 A.; EP 1025982 A.; WO 2012150497 A.; EP 0535828 A.

(73) Majitel patentu:  
České vysoké učení technické v Praze,  
Fakulta elektrotechnická, Praha 6, CZ  
SPECIAL HOBBY s.r.o., Praha 5 - Slivenec, CZ

nádržka s fotopolymérem je externí.

(72) Původce:  
doc. Ing. Václav Prajzler, Ph.D., Praha 13, CZ  
Ing. Pavel Kulha, Ph.D., Praha 10, CZ  
Jiří Šilhánek, Praha 5, CZ

(74) Zástupce:  
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03  
Chotutice



(54) Název vynálezu:  
**Osvitová jednotka zejména pro 3D tiskárny  
SLA**

(57) Anotace:  
Osvitová jednotka umístelná pod osvětovaným a vytvrzovaným fotopolymérem obsahuje zdrojem (1) UV záření o vlnové délce v rozmezí 365 nm až 405 nm, který je opatřen stínítkem (2) z materiálu pohlcujícího UV záření a překrývá proti zdroji (1) UV záření umístěný LCD panel (3) s odstraněným barevným filtrem. Rozlišení LCD panelu (3) je minimálně 200 bodů na palec a jeho úhlopříčka je v rozmezí 5 až 15 palců. LCD panel (3) je propojen s řídicí jednotkou a je překryt okénkem (4) z křemenného skla o tloušťce v rozmezí 2 až 8 mm, které tvoří základnu nádržky (7) pro fotopolyméru (8). Jeho horní plocha je překryta vrstvou (5) silikonového gelu o tloušťce 0,5 až 4 mm, na které je umístěna nepřilnavá, pro UV záření propustná, fluoropolymerová fólie (6) o tloušťce 0,1 až 0,6 mm. Její spodní strana je chemicky upravena pro upevnění na vrstvu (5) silikonového gelu se silou potřebnou k odlepení 1 cm<sup>2</sup> plochy od zatvrzeného fotopolyméru maximálně 3 N. V provedení osvitové jednotky umístelné nad osvětovaným a vytvrzovaným fotopolymérem je rozlišení LCD panelu (3) minimálně 100 bodů na palec a jeho úhlopříčka je v rozmezí 9 až 65 palců. Toto řešení nemá vrstvu silikonového gelu a

## Osvitová jednotka zejména pro 3D tiskárny SLA

### Oblast techniky

5

Předkládaná osvitová jednotka pro 3D tiskárny řeší problém osvětlení fotopolymeru pro výrobu tištěných motivů pomocí 3D tiskárny.

10

### Dosavadní stav techniky

3D tiskárny jsou zařízení, která slouží k vytváření trojrozměrných objektů z vhodných materiálů. V současnosti je používáno pět základních typů 3D tiskáren a to tiskárny SLA (Stereolithography apparatus), FDM (Fusing Deposition Modeling), SLM (Selective Laser Melting), SLS (Selective Laser Sintering) a tiskárny PolyJet. Tiskárna SLA pracuje na principu vytváření objektů pomocí postupného vytvrzování polymerů pomocí viditelného a ultrafialového záření, UV. Zdrojem viditelného a UV záření může být data projektor nebo laser. Zaměřením záření na konkrétní místo pak vzniká vrstva částečně vytvrzeného polymeru. Na ni se nanáší další vrstvy. Princip tiskáren FDM spočívá ve výrobě 3D objektu vrstvu po vrstvě natavováním tenkého drátu z plastového materiálu: Nejběžněji používané proužky materiálu mají průměr  $\varnothing$  1 mm nebo  $\varnothing$  3 mm a jsou z materiálů PLA – Polylactic acid, což je kyselina polymlečná, nebo z materiálu ABS, Acrylonitrile butadiene styrene. Princip metod SLM a SLS spočívá v nanášení prášku v tenkých vrstvách, který je přímo natavován a spékán výkonným laserovým paprskem.

25

3D tiskárny FDM, SLM, SLS pracují na jiném technologickém principu než tiskárny SLA a nepoužívají pro vytváření 3D motivů osvitové jednotky a fotocitlivý polymer. Tiskárny PolyJET používají k tisku piezoelektrické tiskové hlavice a jsou vybaveny dvěma nebo více tiskovými tryskami, které nanáší zároveň různé materiály a na pracovní ploše je materiál vytvrzován UV zářením.

30

Princip doposud používaných osvitových jednotek u SLA 3D tiskáren spočívá ve vytvrzování fotocitlivého polymeru UV zářením, který vytváří požadovanou 3D strukturu. UV záření je generováno data projektorem nebo laserem. Projektor promítá požadovaný motiv celým spektrem výbojky, tedy i na vlnové délce 365 až 420 nm, které umožňuje vytvrdit použitý UV polymer, který pak vytváří danou 3D strukturu. Při vytváření 3D motivu je osvětlená polymerní vrstva o tloušťce cca  $10 \div 100 \mu\text{m}$  a k vytvoření 3D motivu dochází tedy vrstvu po vrstvě. V případě použití laseru je 3D motiv opět vytvářen pomocí vytvrzování UV polymeru, ale vytvrzení je provedeno pomocí laseru, který pracuje jen s jednou vlnovou délkou. Výhodou tohoto řešení je vyšší rozlišení z důvodu menšího rozměru stopy laseru a přesnějšího mechanického nastavení místa osvitu. Nevýhodou jsou vyšší náklady na výrobu a údržbu.

40

Tiskárna FDM vytváří požadované 3D motivy ve vrstvách pomocí odvíjení a natavení plastových vláken nebo drátků z cívky. Nevýhodou tiskáren FDM je velmi špatná kvalita povrchu tisku a také nízká rychlost tisku 3D motivů. SLM a SLS tiskárny pro vytvoření trojrozměrných motivů používají vysoko výkonových laserů, které taví jemné kovové prášky. Rozdíl mezi SLM a SLS je pouze v míře natavení materiálu v bodě dopadu laserového záření, SLM tiskárny využívají úplného roztavení materiálu a je tedy použitelná pro větší spektrum materiálů. Nevýhodou SLS a SLM tiskáren je větší hrubost povrchu, neschopnost vyrobit motivy s většími detaily a velmi vysoké provozní a pořizovací náklady.

50

Dosavadní osvitové jednotky v 3D tiskárnách typu SLA jsou tedy velmi finančně nákladné, náročné na údržbu a spotřebu energie. Tyto osvitové jednotky také neumožňují dosáhnout vysokého rozlišení při krátkých dobách tisku. Pro dosažení vysokého rozlišení je nutné, aby se zjednodušila následná úprava výrobků pro odstranění podpůrných struktur, nutnost broušení povrchu a také aby se zvýšila celková přesnost vyráběných 3D motivů.

55

Pouze tiskárny typu SLA používají osvitové jednotky selektivně vytvrzující fotopolymer, u jiných typů 3D tiskáren je osvit neselektivní a je využit například k zatvrzení již selektivně nanesené vrstvy tiskovou hlavicí, nebo je v případě SLS/SLM osvit o vysoké intenzitě používán k roztavení pevného materiálu.

5

Osvitové jednotky s datovými DLP, Digital Light Processing, projektory mají ve většině případů rozlišení maximálně 1920x1080 pixelů. Vzhledem k nutnosti vysokého světelného výkonu osvitové jednotky, má projektorová lampa velice omezenou životnost 1000 hodin. Nevýhodou tohoto řešení je také složitější konstrukce projektoru, nízké rozlišení, vysoké výrobní a provozní náklady.

10

Osvitové jednotky s UV laserem mohou mít vyšší mechanické rozlišení, než DLP osvitové jednotky, ale mají nižší kvalitu na okrajích osvitové plochy, tato nepřesnost je způsobena deformací tvaru laserového paprsku na okrajích osvitové plochy. Nevýhodou této osvitové jednotky je nízká životnost, vysoká pořizovací cena a limity fotopolymeru, který při použití laseru musí být velmi citlivý pro použitou vlnovou délku, protože osvit konkrétního místa, které je vytvrzováno trvá pouze v řádu milisekund.

15

## 20 Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky zejména dosud používaných osvitových jednotek 3D tiskáren typu SLA odstraňuje nová osvitová jednotka, a to ve dvou základních variantách.

25

Podstatou osvitové jednotky, která je umístitelná pod osvětlovaným a vytvrzovaným fotopolymérem, je, že její osvitový zdroj je tvořen zdrojem UV záření o vlnové délce v rozmezí 365 nm až 405 nm. Tento zdroj UV záření je opatřen stínítkem z materiálu pohlcujícího UV záření a překrývá proti zdroji UV záření umístěný LCD panel s odstraněným barevným filtrem. Rozlišení LCD panelu je minimálně 200 bodů na palec a jeho úhlopříčka je v rozmezí 5 až 15 palců. LCD panel je propojen s řídicí jednotkou a je překryt okénkem z křemenného skla o tloušťce v rozmezí 2 až 8 mm, které tvoří základnu nádržky pro fotopolymer. Jeho horní plocha je překryta vrstvou silikonového gelu o tloušťce 0,5 až 4 mm, na které je umístěna nepřilnavá, pro UV záření propustná, fluoropolymerová fólie o tloušťce 0,1 až 0,6 mm. Její spodní strana je chemicky upravena pro upevnění na vrstvu silikonového gelu se silou potřebnou k odlepení 1 cm<sup>2</sup> plochy od zatvrzeného fotopolymeru maximálně 3 N. Obvodový rám nádržky pro fotopolymer je uspořádán nad okénkem z křemenného skla a je k němu pevně uchycen.

30

35

Ve druhém základním provedení je osvitová jednotka umístěná nad osvětlovaným a vytvrzovaným fotopolymérem. Podstatou nového řešení je, že její osvitový zdroj je tvořen zdrojem UV záření o vlnové délce v rozmezí 365 nm až 405 nm, který je opatřen stínítkem z materiálu pohlcujícího UV záření a překrývá proti zdroji UV záření umístěný LCD panel s odstraněným barevným filtrem. Rozlišení LCD panelu je minimálně 100 bodů na palec a jeho úhlopříčka je v rozmezí 9 až 65 palců. LCD panel je propojen s řídicí jednotkou a je překryt okénkem z křemenného skla o tloušťce v rozmezí 2 až 8 mm. Na okénku je umístěna nepřilnavá, pro UV záření propustná, fluoropolymerová fólie o tloušťce 0,1 až 0,6 mm, která je po celém svém obvodu, za účelem dokonalého napnutí v rovině, mechanicky upevněna. Síla potřebná k odlepení 1 cm<sup>2</sup> plochy zatvrzeného fotopolymeru je maximálně 3 N.

40

45

V jednom možném provedení okénko z křemenného skla a fluoropolymerová fólie svou plochou plně překrývají plochu LCD panelu.

50

Podstatou nového řešení je nahrazení doposud používaného projektoru nebo laseru, který slouží pro osvit a vytvrzení fotopolymeru novou osvitovou jednotkou se speciálně upraveným LCD panelem. Nová osvitová jednotka využívá optického zdroje pracujícího na vlnové délce 365–405 nm a LCD panelu s vysokým rozlišením. LCD panely mají v současnosti maximální rozlišení

55

7680x4320 což je šestnáctinásobek maximálního rozlišení DLP projektorů používaných v osvitových jednotkách. Výhody tohoto řešení jsou: nižší náklady na výrobu osvitové jednotky, zvýšení rozlišení osvitového obrazu, výrazně prodloužená životnost světelného zdroje, možnost znásobení rozlišení povrchu vytvrzovaného polymeru interpolací (Posunu LCD panelu o vzdálenost menší než pixel a následné osvětlení stejných vrstvy jiným obrazem. Jednonásobná interpolace efektivně zdvojnásobí rozlišení kontury osvětleného obrazu resp. povrchu modelu) a úspora energie. Pomocí nové osvitové jednotky je možné vyrobit 3D motivy s menšími detaily, většími rozměry a velice hladkým povrchem.

### Objasnění výkresů

Příklady provedení osvitové jednotky podle předkládaného řešení jsou uvedeny na přiložených výkresech. Na Obr. 1 je uveden příklad uspořádání, kdy je osvitová jednotka umístěna pod osvětlovaným a vytvrzovaným fotopolymérem a na Obr. 2 je příklad provedení při jejím umístění nad osvětlovaným a vytvrzovaným fotopolymérem.

### Příklady uskutečnění vynálezu

Nejprve bude popsán příklad provedení, které počítá se zdrojem osvitu umístěným pod nádržkou s vytvrzovaným fotopolymérem, Obr. 1. Toto řešení je jednodušší a nákladově levnější, ale není jej možné použít pro tisk větších a objemnějších modelů, maximální rozměr modelu cca 15 cm<sup>2</sup>. Tisk větších modelů při osvitu ze spodní strany není možný z důvodu nebezpečí posunům již vytvrzených částí modelu díky tlaku své vlastní váhy a také z důvodu větší síly potřebné k odlepení zatvrzené vrstvy od teflonové fólie.

Osvitová jednotka obsahuje zdroj 1 bodového UV záření o vlnové délce 365 až 405 nm, kterým je v konkrétním provedení například UV led dioda s fokusační čočkou. Tento zdroj 1 UV záření je opatřen stínítkem 2, které je vyrobeno z materiálu pohlcující UV záření a zabraňuje nežádoucímu šíření UV záření do okolí. Úhel ramen stínítka 2 je dán vzdáleností bodového zdroje 1 UV záření od LCD panelu 3 umístěného proti zdroji 1 UV záření. LCD panel 3 upravený tak, že neobsahuje barevný filtr, který by jinak zabránil průchodu UV záření. LCD panel 3 má vysoké rozlišení, a to vyšší než 200 bodů na palec, a velikost úhlopříčky 5 až 15 palců. Tento LCD panel 3 je propojen s řídicí jednotkou, která na výkrese není vyznačena. LCD panel 3 je překryt okénkem 4 z křemenného skla. Toto okénko 4 slouží jako základ nádržky 7 s fotopolymérem 8 a zajišťuje rovnost vrstvy pro vytváření 3D motivu. Tloušťka křemenného skla je 2 až 8 mm pro zachování mechanické odolnosti a dobré průchodnosti UV záření. Geometrické rozměry, tedy délka a šířka okénka 4, jsou dány rozměry LCD panelu a nádržky 7. Je však vhodné aby jeho rozměry přesahovaly velikost LCD panelu 3, aby bylo možno tisknout 3D motivy a aby byl využit celý LCD panel 3. Dále by pak okénko 4 nemělo být o moc větší než LCD panel 3 z důvodu úspory fotopolyméru 8, který slouží k vytváření 3D motivů. Horní plocha okénka 4 je překryta vrstvou 5 silikonového gelu o tloušťce 0,5 až 4 mm. UV propustná vrstva 5 silikonového gelu zajišťuje vyrovnané a pružné upevnění fluoropolymerové fólie 6, která je nutná k šetrnému odlepení zatvrzené vrstvy fotopolyméru 8 od této fluoropolymerové fólie 6. Požadavky na tuto vrstvu 5 silikonového gelu jsou nepřilnavost, tedy nelepivost, a propustnost pro UV záření. V konkrétním provedení může být vyrobena odléváním či nanesením. Průhledná fluoropolymerová fólie 6 o tloušťce 0,1 až 0,6 mm, umístěná na vrstvě 5 silikonového gelu, slouží k zajištění nepřilnavosti se zatvrzenou vrstvou fotopolyméru 8. Jelikož fluoropolymerová fólie 6 je nepřilnavá a tedy nelepitelná, musí být z lepené strany chemicky ošetřena, například sodíkem. Požadavky na fluoropolymerovou fólii 6 jsou propustnost UV záření, co možná největší nepřilnavost se zatvrzeným fotopolymérem 8, a síla potřebná k odlepení 1 cm<sup>2</sup> plochy musí být maximálně 3 N. Jako fluoropolymerové fólie 6 lze použít folie z materiálů PFA, Perfluoroalkoxy–Teflon®, FEP, Fluorinated ethylene propylene, nebo PCTFE, Polychlorotrifluoroethene. Nádržka 7 slouží k uchování fotopolyméru 8, ze kterého je vytvářen 3D tiskový motiv a je tvořen z materiálu, který nekontaminuje použitý foto-

polymer a zajistí utěsnění nádržky 7 proti úniku, v uvedeném příkladu je opět použit silikonový gel.

5 Schéma provedení osvitové jednotky pro tuto variantu řešení 1 je uvedeno na Obr. 1. Osvitová jednotka je tvořena optickým zdrojem 1, který pracuje na vlnové délce 365 až 405 nm, tato vlnová délka umožňuje vytvrdit fotopolymery, které jsou fotocitlivé na tyto vlnové délky 365 až 405 nm a jsou používány pro 3D tisk. Stínítko 2 zabraňuje nežádoucímu šíření světla o vlnové délce 365 až 405 nm, aby nedošlo k nežádoucímu osvětlení polymerních materiálů a také aby nedošlo k poškození zdraví obsluhy. Optické záření vycházející z optického zdroje 1 dopadá na LCD panel 3 s vysokým rozlišením a bez barevného filtru, na kterém je zobrazen požadovaný vytvářený motiv. Světlo prochází přes okénko 4 z křemenného skla, které propustí světlo o vlnové délce 365 až 405 nm a prochází přes silikonový gel 5, který slouží k postupnému a šetrnému oddělení zatvrzeného fotopolymery 8 od nepřilnavé průhledné fluoropolymerové fólie 6, vyrobené například z materiálu PFA–Perfluoroalkoxy, což je vinyl ether, nebo z FEP – Fluorinated ethylene propylene fólie, na které jsou 3D motivy vytvářeny. Nádržka 7 slouží jako zásobník fotopolymery 8, ze kterého jsou 3D motivy vytvářeny a nádržka 7 musí být z materiálů, který nekontaminuje použitý fotopolymer 8.

20 Ve druhé variantě, Obr. 2, je řešení, které počítá se zdrojem 1 osvitou umístěným nad nádržkou 7 s fotopolymery 8. Osvitová jednotka opět obsahuje zdroj 1 bodového UV záření o vlnové délce 365 až 405 nm, stínítko 2 zabraňující nežádoucímu šíření UV záření do okolí a LCD panel 3 upravený tak, aby neobsahoval barevný filtr zabraňující průchodu UV záření. LCD panel 3, propojený s řídicí jednotkou, má vysoké rozlišení, vyšší než 100 bodů na palec, a velikost úhlopříčky 9 až 65 palců. LCD panel 3 je překryt okénkem 4 z křemenného skla, které slouží k zajištění rovnosti vrstvy tištěného motivu, případně i pro upevnění fluoropolymerové fólie 6 po stranách. Tloušťka křemenného skla je volena 2 až 8 mm pro zachování mechanické odolnosti a dobré průchodnosti UV záření. Na okénku 4 je umístěna nepřilnavá, pro UV záření propustná, fluoropolymerová fólie 6 o tloušťce 0,1 až 1 mm, která slouží k zajištění nepřilnavosti se zatvrzenou vrstvou fotopolymery a také umožní průchod UV záření. Požadavky na fluoropolymerovou fólii jsou propustnost UV záření, co možná nejlepší nepřilnavost se zatvrzeným fotopolymery 8, tedy síla potřebná k odlepení 1 cm<sup>2</sup> plochy musí být maximálně 3 N. Pro konkrétní provedení jsou vhodná z materiálů, stejně jako v první variantě, PFA, FEP, PCTFE. Pokud jde o velikost okénka 4 z křemenného skla a fluoropolymerové fólie 6, je vhodné, aby svou plochou plně překrývaly plochu zvoleného LCD panelu 3, a to z důvodu využití plného obrazu pro osvit nádržky s fotopolymery, kdy tato nádržka je externí, je tedy umístěna vně osvitové jednotky a na Obr. 2 není znázorněna.

Toto řešení v 3D tiskárnách je složitější než první varianta, protože vyžaduje posun tiskové platformy ponořené ve fotopolymery 8 a také je nutné neustále vyrovnanou hladinu fotopolymery 8. 40 Samotná osvitová jednotka je ale jednodušší a neobsahuje vrstvu se silikonovým gelem potřebnou ve výše uvedeném řešení, a to díky tomu, že fluoropolymerová fólie 6 je napnutá pomocí mechanického uchycení tak, aby byla v dokonalé rovině. Mechanické uchycení je provedeno například kovovým rámečkem 9. Toto řešení také umožňuje vysokou pružnost, které je zajištěno pružností samotnou fluoropolymerovou fólií 6. Dále řešení umožňuje tisknout neomezeně velké modely, jelikož tlak na vytištěný model je vyrovnán ponořením vytvrzené části modelu do nevytvrděného fotopolymery 8 a separace vrstvy od fluoropolymerové fólie 6 je šetrnější z důvodu větší pružnosti fólie, která není lepená silikonovým gelem. Nevýhodou je nutnost udržovat stejnou hladinu fotopolymery 8, jelikož fotopolymer 8 v nádržce 7 není nikdy možné zcela využít a je tedy toto řešení náročnější na množství použitého fotopolymery 8.

50 Schéma tohoto provedení osvitové jednotky je uvedeno na Obr. 2. Optický zdroj 1 pracuje na vlnové délce 365 až 405 nm. Tato vlnová délka umožňuje vytvrdit fotopolymery fotocitlivé na vlnovou délku 365 až 405 nm, které jsou používány pro 3D tisk. Stínítko 2 zabraňuje nežádoucímu šíření světla o vlnové délce 365 až 405 nm. Optické záření vycházející z optického zdroje 1 dopadá na LCD panel 3 s vysokým rozlišením a bez barevného filtru, na kterém je zobrazen po-

žadovaný vytvářený motiv, světlo prochází přes okénko 4 z křemenného skla, které propustí světlo o vlnové délce 365 až 405 nm a přes nepřilnavou průhlednou fluoropolymerovou folii 6 vyrobenou například z materiálu PFA, Perfluoroalkoxy, tedy vinyl ether, nebo je z materiálu FEP, Fluorinated ethylene propylene. Tato fluoropolymerová fólie 6 obepíná okénko 4 z křemenného skla. Na fluoropolymerovou folii 6 jsou 3D motivy vytvářeny. Kovový rámeček 9 slouží k upnutí fluoropolymerové folie 6 a současně umožňuje připojení k externí nádržce s fotopolymerem, kdy tato nádržka není součástí osvitové jednotky.

## 10 Průmyslová využitelnost

Předkládané řešení je využitelné pro 3D tisk polymerních struktur pomocí 3D tiskáren typu SLA. Toto řešení umožňuje výrobu struktur s větším rozlišením a tedy s jemnějšími detaily než doposud bylo u komerčně dostupných 3D tiskáren možné. Také náklady na výrobu a provozní náklady jsou u předkládané osvitové jednotky nižší než u doposud používaných osvitových jednotek s projekto-

Tato osvitová jednotka je sice určena zejména pro tiskárny typu SLA, ale nevylučuje se její použití v jiných typech tiskáren, například v kombinovaných Polyjet tiskárnách, kde jeden typ materiálu může být nanášen tiskovými hlavicemi a jiný fotopolymer poté zatvrzen pomocí předkládané osvitové jednotky.

25

## PATENTOVÉ NÁROKY

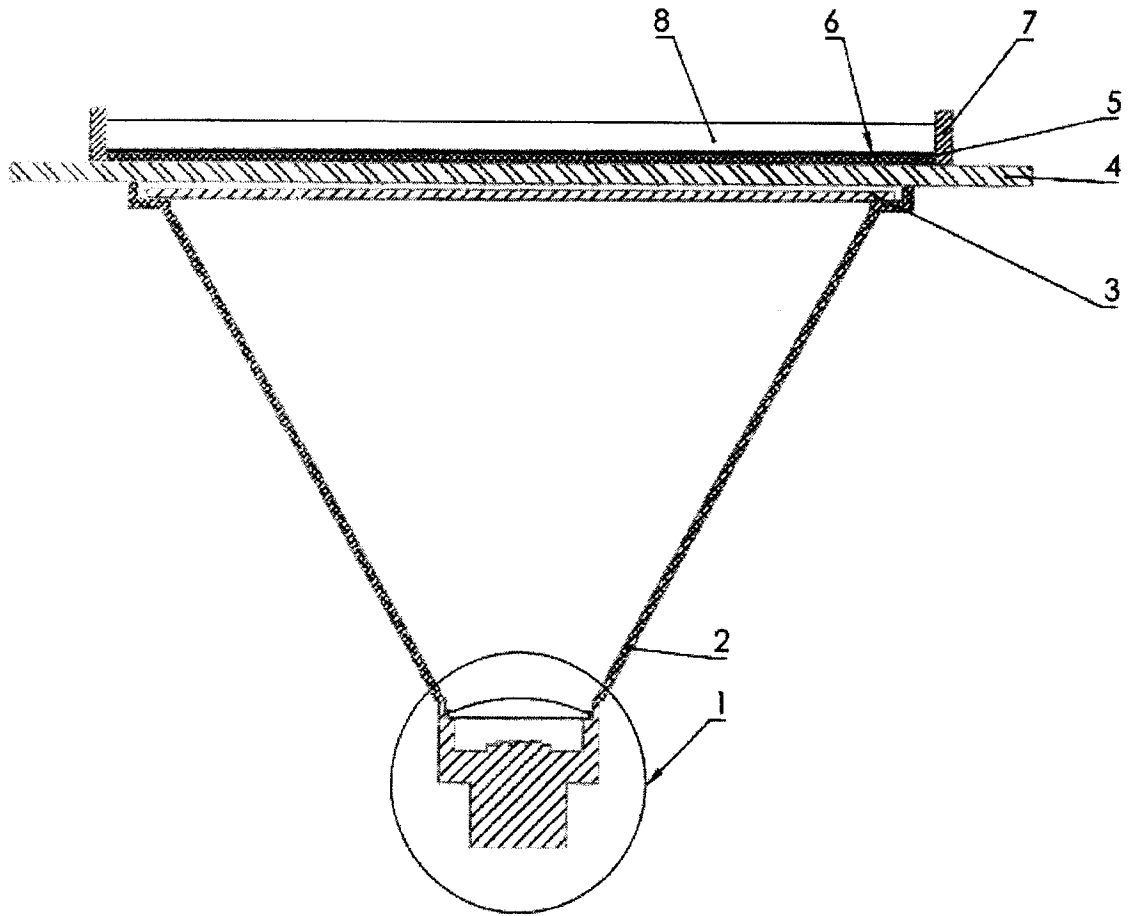
1. Osvitová jednotka, zejména pro 3D tiskárny SLA, umístitelná pod osvětlovaným a vytvrzovaným fotopolymerem, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že její osvitový zdroj je tvořen zdrojem (1) UV záření o vlnové délce v rozmezí 365 nm až 405 nm, kde tento zdroj (1) UV záření je opatřen stínítkem (2) z materiálu pohlcujícího UV záření a překrývá proti zdroji (1) UV záření umístěný LCD panel (3) s odstraněným barevným filtrem, kde rozlišení LCD panelu (3) je minimálně 200 bodů na palec a jeho úhlopříčka je v rozmezí 5 až 15 palců, tento LCD panel (3) je propojen s řídicí jednotkou a je překryt okénkem (4) z křemenného skla o tloušťce v rozmezí 2 až 8 mm, které tvoří základnu nádržky (7) pro fotopolymer (8) a jehož horní plocha je překryta vrstvou (5) silikonového gelu o tloušťce 0,5 až 4 mm, na které je umístěna nepřilnavá, pro UV záření propustná, fluoropolymerová fólie (6) o tloušťce 0,1 až 0,6 mm, jejíž spodní strana je chemicky upravena pro upevnění na vrstvu (5) silikonového gelu se silou potřebnou k odlepení 1 cm<sup>2</sup> plochy od zatvrzeného fotopolymeru maximálně 3 N, přičemž obvodový rám nádržky (7) pro fotopolymer (8) je uspořádán nad okénkem (4) z křemenného skla a je k němu pevně uchycen.

2. Osvitová jednotka, zejména pro 3D tiskárny SLA, umístitelná nad osvětlovaným a vytvrzovaným fotopolymerem, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že její osvitový zdroj je tvořen zdrojem (1) UV záření o vlnové délce v rozmezí 365 nm až 405 nm, kde tento zdroj (1) UV záření je opatřen stínítkem (2) z materiálu pohlcujícího UV záření a překrývá proti zdroji (1) UV záření umístěný LCD panel (3) s odstraněným barevným filtrem, kde rozlišení LCD panelu (3) je minimálně 100 bodů na palec a jeho úhlopříčka je v rozmezí 9 až 65 palců, tento LCD panel (3) je propojen s řídicí jednotkou a je překryt okénkem (4) z křemenného skla o tloušťce v rozmezí 2 až 8 mm, na kterém je umístěna nepřilnavá, pro UV záření propustná, fluoropolymerová fólie (6) o tloušťce 0,1 až 0,6 mm, která je po celém svém obvodu za účelem dokonalého napnutí v rovině mechanicky upevněna a kde síla potřebná k odlepení 1 cm<sup>2</sup> plochy zatvrzeného fotopolymeru (8) je maximálně 3 N.

**3.** Osvitová jednotka podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že okénko (4) z křemenného skla a fluoropolymerová fólie (6) svou plochou plně překrývají plochu LCD panelu (3).

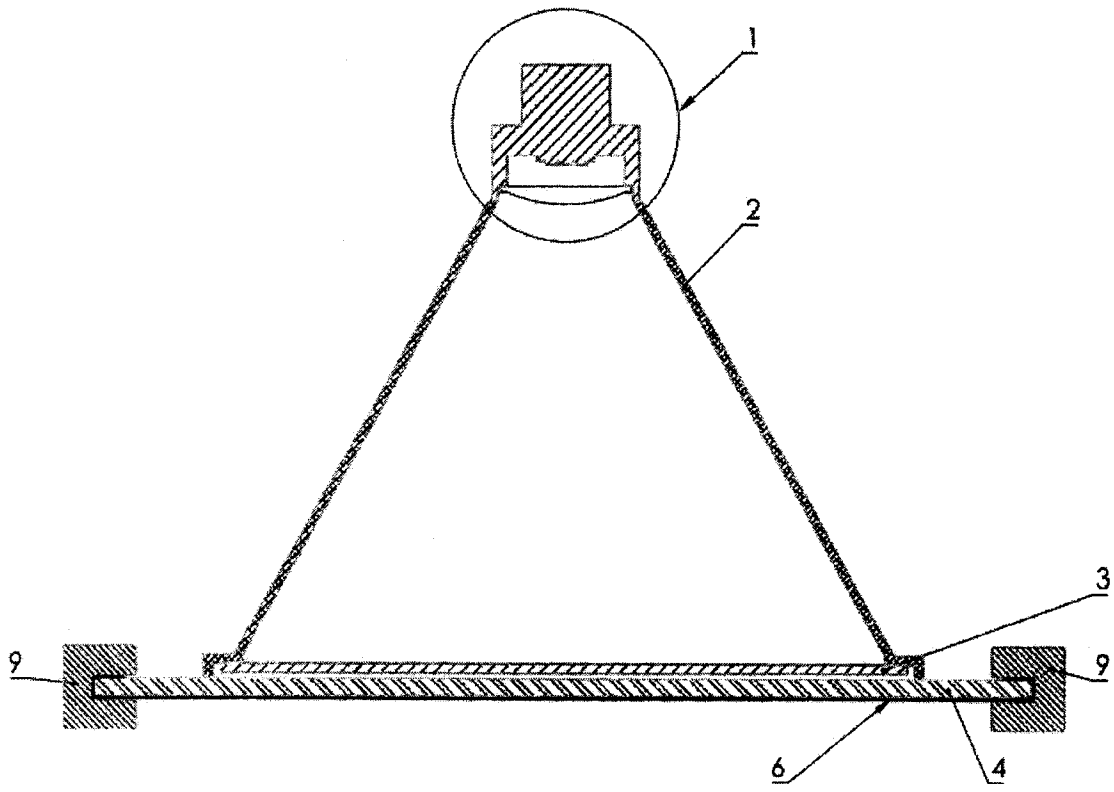
5

2 výkresy



OBR. 1





**OBR. 2**

---

Konec dokumentu

---