PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:
2001 - 4550

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.[7]:
B 41 M 5/26
B 41 M 5/36

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.12.2001**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.08.2003**
(Věstník č. 8/2003)

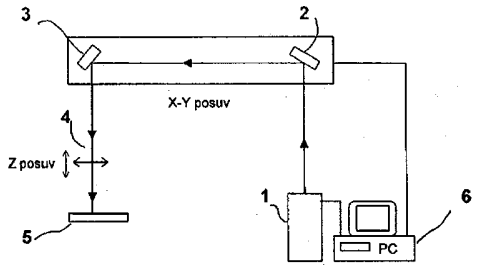
(71) Přihlašovatel:
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ V PRAZE FAKULTA JADERNÁ A FYZIKÁLNĚ INŽENÝRSKÁ, Praha, CZ;

(72) Původce:
Gavrilov Petr Ing. CSc., Frýdlant nad Ostravicí, CZ;
Jančárek Alexandr Ing. CSC., Praha, CZ;
Marelová Jana Ing., Úpice, CZ;

(74) Zástupce:
Dušková Hana Ing., Konviktská 5, Praha 61, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob barevného popisování plastických hmot pomocí laseru



(57) Anotace:

Při způsobu barevného popisování plastických hmot pomocí laseru se povrch vzorku plastu, který má být opatřen barevným popisem či jiným vyobrazením, zbaví nečistot a cizích materiálů. Na takto očištěný povrch se nanese rovnoměrná vrstva pigmentu smíchaného s kapalným médiem v poměru 1:3, kde tloušťka této vrstvy po zaschnutí je v rozmezí několika desítek μm. Tato vrstva se nechá vyschnout a poté se v celé své hloubce v místech požadovaného vzniku barevného popisu či jiného vyobrazení termalizuje pomocí laserového záření s vlnovou délkou nacházející se v infračervené oblasti. Nakonec se z povrchu vzorku plastu s termochemickou reakcí vzniklým barevným popisem či jiným vyobrazením odstraní nežádoucí zbytky pigmentu.

CZ 2001 - 4550 A3

Způsob barevného popisování plastických hmot pomocí laseru

Oblast techniky

Předmětem předkládaného vynálezu je proces barevného popisování plastů laserem. Tento proces je založený na přímém spojení barvy respektive pigmentu s plastem. Tuto metodu je možné použít pro řadu plastů.

Dosavadní stav techniky

Laserové značkování je v současné době dobře známý a důležitý prostředek pro rychlé a čisté popisování povrchů plastů identifikačními značkami jako jsou datumové kódy, batch kódy, bar kódy nebo čísla součástek, funkční značky nebo také znaky na počítačových klávesnicích, dekorativní značky a loga společností. Nejobecnější laserové značky jsou většinou tmavá značka na světle obarveném pozadí nebo světlá značka na tmavě zabarveném pozadí. Dnešní klasické laserové popisování plastů je jednobarevné, většinou černo/bílé, přičemž tato barva popisu souvisí s chemickou reakcí plastu nebo složek plastu způsobenou dopadajícím laserovým zářením.

Barevné laserové značení plastických součástek, jako jsou např. elektronické komponenty, nástroje a podobně, je velmi žádoucí kvůli odstranění ekologických komplikací spojených s inkousty, maskami a dalšími tiskařskými nebo "hot-stamping" metodami, které se nyní používají pro popisování. Současně může být také podstatné i snížení celkové ceny pro barevný popis.

Metody barevného laserového značení plastů, které se v současnosti používají, vyžadují zakomponování potřebných příměsí do plastu již při jeho výrobě. Jsou založeny na několika různých kombinacích mechanismů, které závisí na vlastním plastu, přidané příměsi, povaze barvicího pigmentu a charakteristice laserové energie. Např. karbonizače, která je vyvolána tepelným účinkem laserového

17.12.01

záření, způsobí změnu barvy absorbujícího pigmentu nebo odpaření barvy z povrchu plastu.

Laserové značení dovoluje použít bezdotykové procedury dokonce i na jemných, nepravidelných vrstvách, které nejsou snadno dostupné. Možné rychlosti značení jsou s CO_2 laserem do 10 000 $mm \cdot s^{-1}$, zatímco s Nd-YAG laserem do 2000 $mm \cdot s^{-1}$. Dvojbarevné vstřikování plastických hmot poskytuje výsledky s nejlepším kontrastem, ale tato metoda není flexibilní vůči změnám grafické úpravy.

Pro značkování povrchů plastů se používá několik typů laserů. Excimer laser s vlnovou délkou v rozsahu 196-351 nm provádí značení povrchů plastů pomocí fotochemické reakce. Nd-AYG laser v dolních výkonových úrovních s vlnovou délkou 532 nm poskytuje laserové značení pomocí čistění nebo selektivního bělení barviv a pigmentů. Nd-YAG laser s vlnovou délkou 1064 nm provádí značení pomocí sublimace, odbarvení, odpaření a rytí. CO_2 laser s vlnovou délkou 10600 nm poskytuje značení pomocí termochemické reakce, roztavení, odpaření a rytí.

Všechny způsoby barevného značkování plastů laserem, které literatura popisuje, jsou založeny na principu předem připraveného plastu, to znamená smíchání plastu při výrobě, například při vstřikování, s různými plnivy, pigmenty, absorbéry daného laserového záření. Pigmenty se užívají pro vytvoření barevného pozadí. Jako aktivní látky se používají např. hydráty kovů, které po ozáření ztrácejí vodu a zabarvují se.

Pro zajištění světelného kontrastu se používá uhlíková čerň. Uhlíková čerň se po absorpci laserového záření rozloží na těkavé komponenty. Tyto těkavé komponenty zaplaví povrch, což vede k rozptylování světla a tím k vytvoření světlého dojmu. Jako příměsi zvyšující kontrast se dále používají například $Zn_3 (PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ (dihydrát fosforečnanu zinečnatého). Jinou možností je použití oxidu titaničitého TiO_2 nebo kombinace oxidu titaničitého a oxidu chromového (TiO_2+CrO_3), které jsou vhodné na značení pouzder elektrických součástek. Po ozáření CO_2 laserem se původně šedý materiál stane jasně zlatý a poskytne trvanlivou značku s vysokým kontrastem. Další možností jsou silikáty, které jsou vhodnými plnivy pro polymery

17.12.01

s malou absorpcí v infračerveném spektru jako jsou polyolefiny, polystyren a acrylonitril-butadien-styren.

Hlavní nevýhodou dosud používaných způsobů barevného popisování plastů je, že se předem musí do plastu zakomponovat pro určitou barvu vhodné aditivum.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje způsob barevného popisování plastických hmot pomocí laseru podle předkládaného vynálezu. Jeho podstatou je, že se povrch vzorku plastu, který má být opatřen barevným popisem či jiným vyobrazením, nejprve zbaví nečistot a cizích materiálů. Na takto očištěný povrch se nanese rovnoměrná vrstva pigmentu smíchaného s vybraným kapalným médiem v poměru 1:3, a kde tloušťka této vrstvy po zaschnutí je v rozmezí několika desítek μm. Tato vrstva se nechá vyschnout a poté se v celé své hloubce v místech požadovaného vzniku barevného popisu či jiného vyobrazení termalizuje pomocí laserového záření. Vlnová délka tohoto laserového záření se nachází v infračervené oblasti, cca 1 až 11 μm. Tím lze pro daný účel použít lasery vyzařující v této oblasti a s výkonem dostačující pro termalizaci, například Nd:YAG, Er:YAG, CO2 lasery. Nakonec se z povrchu vzorku plastu s termochemickou reakcí vzniklým barevným popisem či jiným vyobrazením odstraní nežádoucí zbytky pigmentu.

V některých případech, zejména když se jedná o plasty s vysokým leskem povrchu, je výhodné, když se povrch vzorku plastu před nanášením vrstvy pigmentu zdrsní například chemickými nebo mechanickými prostředky.

Jako kapalné médium pro smíchání s pigmentem lze použít vodu, čistý líh nebo xylen v poměru 1:3.

Jako laser lze použít zdroj elektromagnetického záření v intervalu 1 až 11 μm. Ve výhodných provedeních se použije laser s regulovatelným výkonem.

17.12.01

Výhodou uvedeného způsobu barevného popisování plastických hmot pomocí laseru je, že kromě obecných výhod laserového popisu – rychlost, přesnost, snadná změna šablony, bezkontaktní způsob, možnost popisu nerovných povrhů - se zde navíc vytvoří i barevný popis nezávislý na chemickém složení a původní přípravě plastu.

Přehled obrázků na výkresech

Na obr.1 je uveden schematicky příklad uspořádání zařízení pro provádění způsobu barevného popisování plastů podle předkládaného řešení. Na obr.2 a 3 jsou uvedeny příklady uspořádání pro regulaci výkonu laserového svazku.

Příklady provedení vynálezu

Nejprve je uveden stručně celý postup a poté je věnován podrobnější popis jednotlivým krokům.

Předkládaný proces barevného popisování plastů laserem je založen na přímém spojení respektive svaření pigmentu s plastem. Tuto metodu je možné použít pro většinu plastů.

Při provádění způsobu barevného popisování plastických hmot podle uvedeného řešení se nejprve povrch vzorku plastu který bude popisován, zbaví nečistot a cizích materiálů. Na takto očištěný povrch se nanese rovnoměrná vrstva pigmentu smíchaného s vodou. Vytvoří se vrstva o tloušťce v rozmezí 50-100 μm. Tato vrstva se nechá vyschnout a poté se v celé své hloubce v místech požadovaného vzniku barevného popisu či jiného vyobrazení prohřeje pomocí laseru vyzařujícího v infračervené oblasti, například pomocí CO_2, který pracuje v rozmezí vlnových délek 9,6-10,6 μm. Tím dojde k termochemické reakci všech složek, jejímž výsledkem je vytvoření požadovaného popisu na povrchu vzorku

17.12.01

plastu. Nakonec se pomocí vody odstraní z povrchu vzorku nežádoucí zbytky pigmentu.

Nejprve se tedy musí připravit plasty pro barvení. Metody, které se používají k barvení plastů jsou techniky jako je natírání, nanášení ponorem, proudem a všechny kombinace postřikování a rotační atomizace. S příchodem UV záření a používání nízkých teplot, je možné dokonce použít na určitých plastech naprašování.

Je důležité podotknout, že hodnoty fyzikálních vlastností jako je povrchová energie, elektrická a tepelná vodivost, tepelná odolnost atd. jsou pro různé plasty obecně velmi, někdy až extrémně, rozdílné. Také chemické složení plastů je velmi rozdílné a k tomu lze přiřadit i možnost modifikace vlastností polymeru přídavkem dalších aditiv jako jsou plniva, změkčovadla, maziva, modifikátory houževnatosti, pigmenty, nadouvadla světelné stabilizátory, biocidy a tak dále. Povaha a množství těchto příměsí významně změní barvitelnost základního plastu. Také hnětení, vytlačování, vstřikování nebo jiný formovací proces používaný k výrobě vlastního produktu, může hrát důležitou roli v barvitelnosti tohoto materiálu.

Chemické složení polymeru určuje ve velké míře jeho povrchovou energii. Obecně je povrch s vyšší povrchovou energií rychleji smáčen barvou a je lépe barvitelný a přilnavost nátěru bude tedy lepší. Nízká polarita molekul v plastech jako je například polyetylen a polypropylen bývá příčinou nízké povrchové energie a špatné barvitelnosti těchto plastů. Zvýšení povrchové energie je jedním z hlavních důvodů předzpracování takových plastů.

Následně dochází k čištění povrchu plastů. Tak jako u každého jiného povrchu, který má být barven, tak i plasty potřebují být dostatečně zbaveny různých nečistot nebo cizích materiálů. Obecné nečistoty nacházející se na plastech jsou otisky prstů, prach, mastnota a z formy uvolněné zbytky. Čištění detergentem může obvykle uspokojivě odstranit sůl a oleje, které byly na plast nanesené při dotyku holýma rukama.

17.12.01 01-4550

Většina plastů jsou špatné vodiče elektrického proudu. Důsledek toho je, že je u nich tendence ke vzniku statického náboje, který přitahuje a pevně drží částice prachu. Stírání speciální látkou nedokáže všechny odstranit. Výborná metoda pro odstranění staticky přitahované špíny je použíti deelektrizujícího proudu upraveného vzduchu u kterého jsou předem vygenerování pozitivní a negativní náboje. Vzduch je filtrován a proudí přes plast, a pozitivní a negativní ionty neutralizují všechny statické náboje. Vzduchový proud jemně odfoukne pryč prach a znečišťující částice do vakua, aby se předešlo jejich zpětné depozici. Deelektrizaci je třeba provést bezprostředně před barvením, takže plasty vstupují čisté do barvicího procesu. Při zpoždění mezi deelektrizací a barvením se náboje zreformují a jako následek toho budou přitahovat další částice k jejich povrchu.

Většina plastů má povrchy, které nemají jen nízkou povrchovou energii, ale také velmi hladký povrchový profil. Hladké povrchy budou mít tendenci ke špatné přilnavosti barvy, ledaže by byl povrch nejdříve zdrsněn chemickými nebo mechanickými prostředky a až potom barvený. Konverzní nátěry na kovech přispívají k barvové přilnavosti vznikem mikro-drsné povrchové anorganické vrstvy, která se vytváří na kovu. Nejobecnější cesta k překonání povrchové hladkosti plastů je mikro-leptání povrchu chemickým činidlem, které generuje mikro-drsnost, která bude poskytovat přilnavostní záchytná místa pro barvu. Jestliže je leptání rozpouštědly provedeno, může být hned aplikována barva. Použití rozpouštěla je ale poněkud kritické, protože různá rozpouštědla leptají plasty v různé míře.

Když rozpouštědlový lept není efektivní nebo jinak nežádoucí, lze použít chemickou reakci k vytváření polárních oxidovaných skupin na povrchu. Toto je obzvláště dobré pro extrémně nepolární plastické povrchy. Dva příklady z nepolárních plastů jsou polypropylen a polyetylen. Tyto polymery a podobné nepolární plasty mohou být krátce vystaveny otevřenému plameni z plynového hořáku, což iniciuje oxidační chemickou reakci, která vytvoří dostatek polárních skupin na povrchu, jež poskytne výbornou barvovou přilnavost. Projitím plastu přes elektrický koronový výboj, který generuje ozón, je také možno způsobit povrchovou oxidaci. Korona produkuje excitované kyslíkové atomy, z kterých vzniká ozón, který oxiduje plast a produkuje polární skupiny, hydroxylovou, karbonylovou a karboxylovou.

17.12.01

U nepolárních plastů je možné také oxidovat povrch použitím světlo citlivých chemikálií a potom je vystavit ultrafialovému světlu. UV světlo "přetrhá" molekuly fotocitlivé směsi a vytvoří se volné radikály. Volné radikály jsou extrémně reaktivní, takže se v tomto procesu spojují s kyslíkem ze vzduchu.

K předzpracování plastu a oxidaci povrchu může být použita chladná plyn-plazmová metoda, která dramaticky zlepšuje povrchové vlastnosti pro barvovou přilnavost. Když je plyn donucen pohlcovat mnoho energie, stává se ionizovaným, nebo v podstatě plazmou. Excitace je zajišťována vysokofrekvenčním generátorem. Obloukové svařování a fluorescenční osvětlení jsou příklady jevu, ve kterém je záření způsobeno excitovanými ionty přecházejícími na základní energetický stav. S ohledem na bezpečnost se v tomto procesu může použít jakýkoliv plyn, nebo směs plynů, kyslík, dusík, helium, argon, vzduch, a čpavek.

Plazmový reaktor je typicky vakuová nádoba osazená dveřmi pro zavádění výrobků dovnitř a ven. Lze pozorovat zářivý výboj, když reaktor běží. Plyn-plazma mikro-leptá a aktivuje povrch. Krátké působení vytvoří polární povrch, který má vysokou povrchovou energii, umožňuje být zcela smáčen a samozřejmě také barven. Plazmové procesy obvykle nemění povrchový vzhled, takže inertní materiály mohou být opracovány bez způsobení odbarvení. Vystavení plazmatu umožňuje plastům, aby byly barveny s dobrou přilnavostí. Tato výborná přilnavost může být dosažena se stejnými barvami používanými na kovech. Důležitá výhoda pro některé výrobce je, že plast a kovové komponenty mohou být obarvovány souběžně při použití stejného nátěru.

Méně efektivní je užití chemických oxidačních činitelů k barvení samému pomocí dostatečné oxidace povrchu plastu pro zlepšení barvové přilnavosti. Tato oxidace povrchu některých plastů dosahuje dostatečného stupně polarity, který poskytuje dobrou barvovou přilnavost. Reflexní infračervená spektroskopie ověřila, že tyto způsoby opracování produkují stejné oxy skupiny, tedy hydroxyl, karbonyl a karboxylové, na povrchu plastu, jako jiné oxidační procesy.

17.12.01

Po přípravě povrchu vzorku plastu jeho očištěním po případném předzpracování a zdrsnění se na povrch aplikuje vrstva pigmentu smíchaná s kapalným mediem jako je například voda či čistý líh a podobně. Je důležité, aby se vytvořila rovnoměrná vrstva o tloušťce v rozmezí 20-50 μm Pigmenty jsou barevné sloučeniny, nerozpustné ve vodě a v pojivech, na rozdíl od barviv, která jsou rozpustná. Pigmenty se dělí na anorganické a organické, a obě skupiny mohou být přírodní nebo umělé. Přírodní se připravují mletím, plavením a sušením přírodního materiálu, umělé chemickými postupy, a to zejména srážením z vodných roztoků nebo tepelným rozkladem. Za organické pigmenty se považují také tzv. barevné laky, které se připravují vysrážením přírodních organických barviv na anorganickém substrátu.

Barevnost látek je určena absorpcí a odrazem záření ve viditelné části spektra. Je vyvolána přítomností chromoforů, mezi které patří v případě anorganických pigmentů ionty přechodných kovů Mn - mangan, Co - kobalt, Ni - nikl, Fe - železo, Cu - měď, Cr – chrom a v případě organických barviv násobné vazby, tzv. konjugované systémy. V obou případech dochází k přenosu elektronů mezi sousedními atomy a molekulami. Barevnost zvyšují auxochromy a tuto funkci zastávají v organických barvivech hlavně skupiny -OH, C=O, -N=N- a $-NH_2$, v anorganických pigmentech přítomnost síry a kyslíku.

Jednou z nejdůležitějších vlastností pigmentů je krycí mohutnost, která charakterizuje schopnost pigmentu zakrýt podklad. Závisí na indexu lomu pigmentu, přesněji na rozdílu mezi indexem lomu pigmentu a pojiva. Krycí mohutnost je tím větší, čím je tento rozdíl větší. Další vlastnost, která ovlivňuje kryvost, je velikost zrn pigmentu. Pro každý pigment existuje optimální velikost zrna, pro kterou je kryvost nejvyšší. Obecně platí, že hrubozrnné pigmenty o velikost zrna >10 μm získávají třením respektive rozmělňováním větší kryvost. Zmenšování velikostí zrna pod velikost srovnatelnou s vlnovou délkou viditelného světla se kryvost opět zmenšuje. Krystalická struktura částic zvyšuje kryvost, amorfní struktura kryvost naopak snižuje v důsledku zmenšení odrazu světla.

17.12.01

Barvící schopnost pigmentu je schopnost obarvit bílý pigment nebo v případě světlého pigmentu zesvětlit barevný pigment. Pro černé pigmenty je to schopnost ztmavit bílý pigment. Barvící schopnost je specifická vlastnost pro každý pigment a nezávisí na velikostí částic.

Po zaschnutí aplikované vrstvy pigmentu smíchaného s kapalným médiem je vzorek v místech, kde má vzniknout popis, značka či jiné vyobrazení, vystaven působení laserového záření v infračervené oblasti. Výkon laseru se volí takový, aby došlo k prohřátí vrstvy v celé její hloubce.

Dále je popsán příklad zařízení pro realizaci výše popsaného způsobu popisování vzorků plastu – obr.1. Používaný laser 1 pro popisování se skládá z laserové trubice naplněné směsí plynů $C0_2$, helia a dusíku. Optický rezonátor je typu Z a obsahuje dvě zadní zrcadla o 5m radiusu a dvě rovinná zrcadla, přičemž výstupní zrcadlo má 35% propustnost a ostatní zrcadla jsou 100%. Chlazení je uskutečněno průtokem vody. Vnitřní okruh s destilovanou vodou, jdoucí do laseru, je chlazen vnějším okruhem, který přivádí chladící kapalinu z vodovodního řádu. Optimální teplota chlazení se pohybuje v rozmezí 18 až 20°C. Laser 1 je opticky propojen přes první a druhé odrazné zrcadlo 2 a 3, která jsou nastavitelná v rovině X-Y, přes zaostřovací čočku 4 posouvatelnou v rovině Z s místem uložení vzorku 5.

Napájecí vysokofrekvenční zdroj laseru 1 pracuje na frekvenci 40,68 MHz. Tento vysokofrekvenční zdroj je řízen TTL napětím s maximální opakovací frekvencí 20 kHz. Zároveň se dodávají do vysokofrekvenčního zdroje udržovací, tak zvané tiklovací, 1μs impulsy s opakovací frekvencí 5 kHz pro udržení výboje v laseru. Řízení laseru a posuvy prvního a druhého zrcadla 2 a 3 se uskutečňují řídícím obvodem jenž je ovládán počítačem 6.

Protože 10,6 μm je pro lidské oko neviditelné záření, používá se k navedení paprsku na pracovní desku červený paprsek z laserové diody. Samotné popisování je prováděno pomocí X-Y posuvů pracovního stolu.

Při zkoušení uvedeného způsobu byly používány tři způsoby regulace výkonu laseru.

Prvním způsobem byla regulace výstupního výkonu laseru pomocí změny délky impulsu přicházejícího z řídícího obvodu do vysokofrekvenčního zdroje.

Druhým způsobem byla regulace výkonu vložením germaniového zrcadla 7 do dráhy paprsku. Při tomto způsobu regulace se používá germaniové zrcadlo 7 s udávanou reflexí 77% (viz Obr. 2). Tím je poměrná část výkonu odkloněna mimo optické dráhy. Z bezpečnostních důvodů je do dráhy odkloněného svazku zařazená tzv. grafitová cihla 8, která tento svazek pohlcuje a nedovoluje jeho rozptýlení do okolí.

Konečně jako třetí způsob byla vyzkoušena regulace výkonu pomocí NaCl (chlorid sodný) zrcátka 9 respektive klínu. Při tomto způsobu regulace se nahradí Au zrcátko s 99% reflexí NaCl zrcátkem které odráží do optické dráhy svazku pouze poměrnou část – 8% (resp. v případě klínu – 4%) (viz Obr. 3).

Proces barevného popisování byl ověřen s třemi vzorky pigmentů, a to BAYTERROX 110 – červený, CHROMOX GR GX – zelený a BAYTERROX 3920 – žlutý. Přitom byly použité plasty vyráběné firmou KAUČUK Kralupy se složením polystyren, houževnatý polystyren a ABS. Regulace výstupního výkonu laseru podle prvního výše uvedeného způsobu se ukázala méně efektivní tím, že laser v tomto režimu pracuje nestabilně, a to zvláště při kreslení křivek. Jako nejlepší a kvalitnější se projevila regulace výkonu podle třetího způsobu, která tyto potíže odstraňuje.

V realizováních experimentech byla nalezená optimální hustota energie laserového záření pro spojení daného plastu s pigmentem. Nejlepších výsledků bylo dosažení při hustotách energie v okolí 8-10 J/cm^2 a při rychlosti posuvu paprsku 1mm/s.

17.12.01 01-4550

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob barevného popisování plastických hmot pomocí laseru **vyznačující se tím, že** se povrch vzorku plastu, který má být opatřen barevným popisem či jiným vyobrazením, zbaví nečistot a cizích materiálů, na takto očištěný povrch se nanese rovnoměrná vrstva pigmentu smíchaného s kapalným médiem v poměru1:3, kde tloušťka této vrstvy po zaschnutí je v rozmezí několika desítek μm, tato vrstva se nechá vyschnout a poté se v celé své hloubce v místech požadovaného vzniku barevného popisu či jiného vyobrazení termalizuje pomocí laserového záření s vlnovou délkou nacházející se v infračervené oblasti, načež se z povrchu vzorku plastu s termochemickou reakcí vzniklým barevným popisem či jiným vyobrazením odstraní nežádoucí zbytky pigmentu.

2. Způsob podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** povrch vzorku plastu se před nanášením vrstvy pigmentu zdrsní.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2 **vyznačující se tím, že** pigment se smíchá s vodou v poměru 1:3.

4. Způsob podle nároku 1 nebo 2 **vyznačující se tím, že** pigment se smíchá s čistým lihem v poměru 1:3.

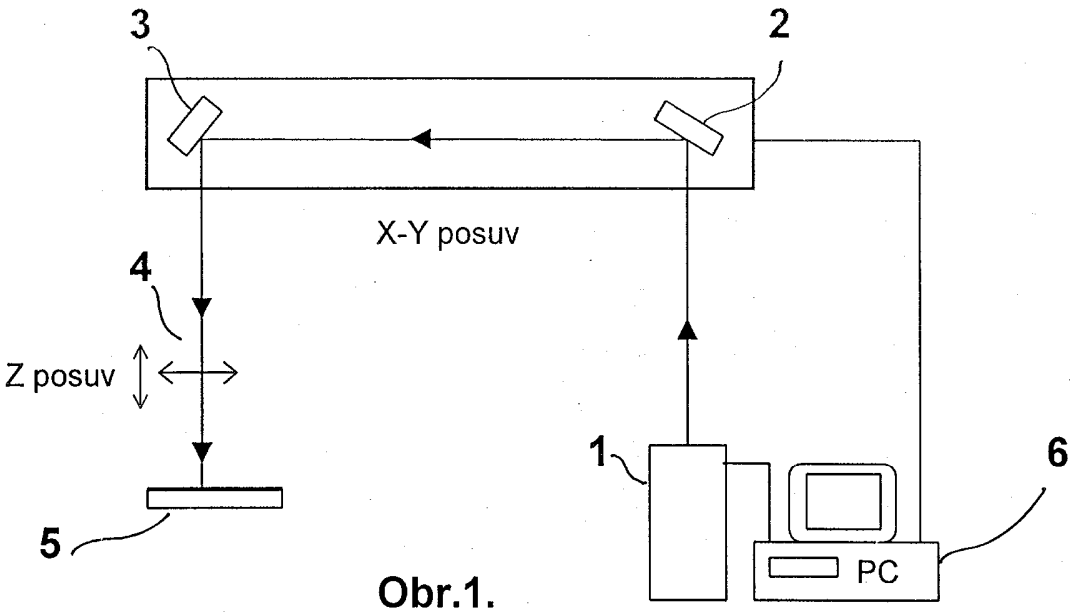
5. Způsob podle nároku 1 nebo 2 **vyznačující se tím, že** pigment se smíchá s xylenem v poměru 1:3.

6. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 5 **vyznačující se tím, že** jako laser je použit zdroj elektromagnetického záření v intervalu 1 až 11 μm.

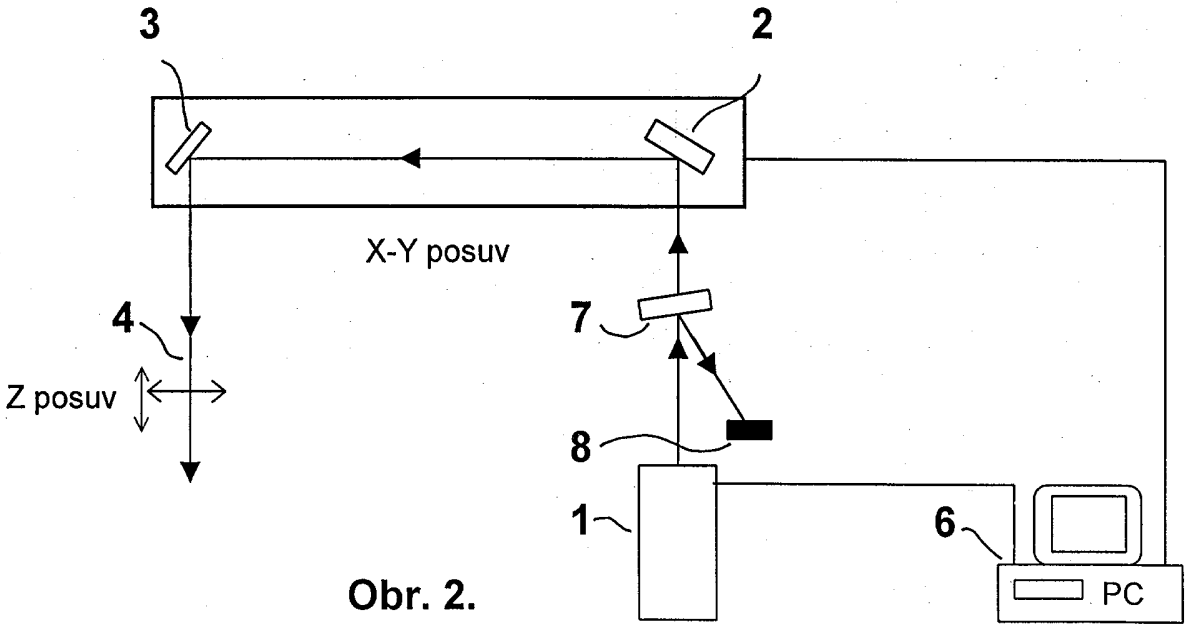
7. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 6 **vyznačující se tím, že** je použit laser s regulovatelným výkonem.

17.12.01

01-4550



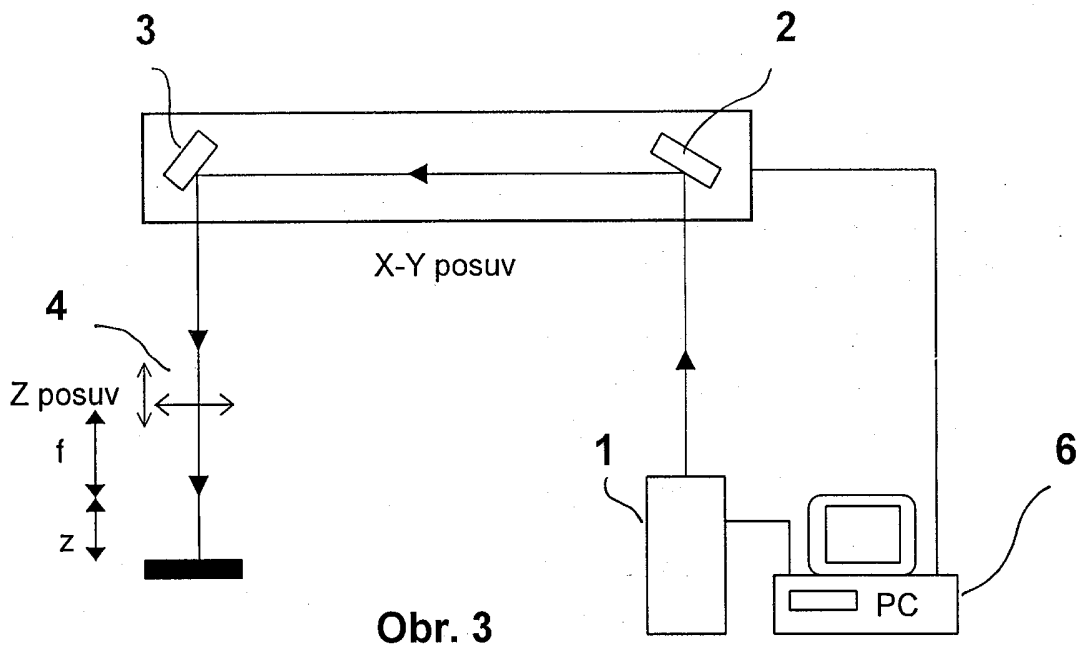
Obr.1.



Obr. 2.

17.12.01

01-4550



Obr. 3