



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206570

(11)

(B1)

/22/ Přihlášeno 09 01 76
/21/ /PV 154-76/

(51) Int. Cl.³
G 03 F 7/00

(40) Zveřejněno 15 09 80

(45) Vydáno 15 12 82

(75)
Autor vynálezu

KOSTYŠIN MAXIM TIMOFEJEVIČ a ROMANĚNKO PETR FEDORoviČ, KYJEV /SSSR/

(54) Způsob zhotovení reliéfních výrobků

1

Vynález se týká způsobu zhotovení reliéfních výrobků dané konfigurace za pomoci materiálů, které jsou citlivé na elektromagnetické a korpuskulární aktinické záření.

Tento způsob může být použit pro zhotovení hologramů, ohýbacích mřížek, polarizátorů elektromagnetického záření, fotošablon, prvků mikroobvodů, desek s tištěnými spoji, paměťových buněk, typografických štoček apod.

Je znám způsob zhotovení reliéfových výrobků daných konfigurací při použití materiálu citlivého na elektromagnetické záření, např. z USA-patentového spisu č. 3 647 381, který předpokládá následující operace: nanesení kovové vrstvy na podložku, nanesení vrstvy anorganické látky na kovovou vrstvu, která působením elektromagnetického záření vstupuje s kovovou vrstvou do chemických reakcí, přičemž se vytvářejí produkty těchto proměn, které se vyznačují jinými fyzikálními a chemickými vlastnostmi, než má kovová vrstva a vrstva anorganické látky, přičemž se jako materiál pro kovovou vrstvu používá prvek ze skupiny zahrnující Ag, Cu, Pb, Cd, Zn, Fe, Sn, As, Bi, Co, Ge, Mg, Hg, Ni, Se, Si, Tl, Te a V a jako materiál vrstvy anorganické látky se volí prvek nebo sloučenin ze skupiny zahrnující S, Se a sloučeniny nebo směsi M-X-Y, kde M značí kov ze skupiny sestávající z As, Sb, Bi, Se, Te, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, Cr, Ga, In, Tl, Ge, Sn, Fe, Co, Ni a Ag a že znamená prvky volené ze skupiny sestávající z halogenů, síry, selénu a teluru, projekci obrazu zadané konfigurace na nanesené vrstvy, exponování a odstranění přebytečných ploch vrstev až k dosažení reliéfního výrobku dané konfigurace.

Při použití známého způsobu zhotovení reliéfních výrobků je třeba pro exponování použít elektromagnetické záření velkých proudových intenzit, protože materiály citlivé na elektromagnetické záření použité v tomto postupu, které jako kovovou vrstvu obsahují libovolný z

výše jmenovaných prvků s výjimkou Ag a Cu, mají velmi nízkou citlivost ($> 10 \text{ J/cm}^2$). Zhotovení hologramů vyhovujících rozměrů, například $60 \times 90 \text{ mm}$, podle známého způsobu je prakticky velmi obtížné i při použití laserů o ještě silnějším výkonu.

Mimo to nemůže být použití známého postupu pro zhotovení reliéfních výrobků použito elektromagnetické záření spektra červené nebo infračervené oblasti. Tato okolnost je spojena s tím, že materiály citlivé na elektromagnetické záření použité ve známém způsobu jsou citlivé pouze vůči ultrafialovému, fialovému, modrému a zelenému rozsahu spektra, zatímco vůči červené oblasti a oblasti blízké infračervené části spektra jsou prakticky necitlivé (například As_2S_3 -Ag, As_2S_5 -Ag, /AsS-J/-Ag a další), takže zhotovení reliéfních výrobků při použití takovýchto materiálů je pomocí známého způsobu obtížně realizovatelné.

I v tomto případě, kdy se jako kovové vrstvy použije stříbro, jsou nutná elektromagnetická záření vysokých proudových intenzit. Použije-li se jako kovová vrstva měď, pak jsou získané materiály citlivé na elektromagnetické a korpuskulární záření v důsledku toho, že mezi vrstvou mědi a vrstvou anorganické látky spontánně probíhají chemické přeměny, chemicky v čase nestabilní.

Vynález má za úkol vyvinout způsob zhotovení reliéfních výrobků dané konfigurace, který umožňuje použít při exponování elektromagnetické a korpuskulární proudy slabších intenzit, pro ozáření uplatnit elektromagnetické záření červené spektrální oblasti a oblasti blízké infračervené oblasti a dále aplikovat jako materiál pro vrstvu anorganické látky širokou třídu anorganických látek.

Výše uvedené nedostatky nemá způsob zhotovování reliéfních výrobků podle vynálezu zahrnující nanesení kovové vrstvy na podložku, nanesení vrstvy anorganické látky na kovovou vrstvu, která může s kovovou vrstvou vstupovat do chemických reakcí a vytvářet přitom produkty přeměn, které se vyznačují chemickými a fyzikálními vlastnostmi odlišnými od vlastností kovové vrstvy a vrstvy anorganické látky, projekci obrazu zadané konfigurace na nanesené vrstvy, exponování a odstranění přebytečných oblastí vrstev až k dosažení reliéfního výrobku dané konfigurace, jehož podstata spočívá v tom, že se na kovovou vrstvu, před nanesením vrstvy anorganické látky, nanese závěrná vrstva z látky, která je odlišná od kovové vrstvy a od vrstvy anorganické látky, a která je vůči kovové vrstvě a vrstvě anorganické látky v případě, že se nevyskytuje elektromagnetické a korpuskulární záření, inertní, přičemž tloušťka závěrné vrstvy je dostatečná, aby zabránila chemickým proměnám mezi kovovou vrstvou a vrstvou anorganické látky v případě, že se elektromagnetické a korpuskulární záření nevyskytuje, avšak aby tyto přeměny při existenci elektromagnetického a korpuskulárního záření dovolovala, přičemž se v procesu odstraňování přebytečných oblastí vrstev také odstraní přebytečné oblasti závěrné vrstvy.

Uvedené operace mohou být prováděny také v jiném pořadí, tzn. že se nanáší způsobem, který obsahuje následující operace: nanesení vrstvy anorganické látky na podložku, nanesení kovové vrstvy na vrstvu anorganické látky, která může vstupovat do chemických reakcí s vrstvou anorganické látky, přičemž se vytváří produkty reakce, které mají jiné fyzikální a chemické vlastnosti, než má vrstva anorganické látky a kovová vrstva, projekce obrazu zadané konfigurace na nanesené vrstvy, exponování a odstranění přebytečných oblastí vrstev až k dosažení reliéfního výrobku dané konfigurace, přičemž se podle vynálezu na vrstvu anorganické látky nanese před nanesením vrstvy kovu závěrná vrstva z materiálu, který je odlišný od materiálu kovové vrstvy a vrstvy anorganické látky a vystupuje vůči kovové vrstvě a vrstvě anorganické látky v nepřítomnosti elektromagnetického a korpuskulárního záření jako látka inertní, přičemž tloušťka závěrné vrstvy musí být dostatečná, aby v nepřítomnosti elektromagnetického a korpuskulárního záření zabránila chemickým přeměnám mezi kovovou vrstvou a vrstvou anorganické látky a zároveň aby tyto přeměny při výskytu elektromagnetického a korpuskulárního záření připouštěla, a v procesu odstraňování přebytečných

oblastí vrstev se provede též odstranění přebytečných oblastí závěrné vrstvy. Pro zjednodušení technologie výroby je účelné nanášet závěrnou vrstvu pomocí zpracování povrchu kovové vrstvy v atmosféře plynného kyslíku a/nebo fluoru, chloru, bromu, jódu, síry, selenu nebo teluru.

Pro zlepšení kvality zhotovování výrobků je účelné nanášet závěrnou vrstvu vylučováním ve vakuu.

Závěrná vrstva může být nanášena chemickým vylučováním.

Pro zjednodušení technologie zhotovení reliéfových výrobků je vhodné nanášet závěrnou vrstvu ponořováním do roztoku, který obsahuje látku závěrné vrstvy.

Je účelné nanášet závěrnou vrstvu ponořováním do aktivního média, které může vstupovat s kovovou vrstvou do reakcí, při kterých se tvoří závěrná vrstva. Závěrná vrstva může být také nanášena poléváním.

V případě, že se po exponování odstraní vrstva anorganické látky, které nevstoupila do chemické reakce s vrstvou kovu, je účelné pro zhotovení kvalitních reliéfních výrobků odstranit závěrnou vrstvu po odstranění vrstvy anorganické látky z neexponovaných míst.

V případě, že se po exponování odstraní vrstva kovu, která nevstoupila do chemické reakce s vrstvou anorganické látky, je účelné odstranit po odstranění kovové vrstvy z neexponovaných míst závěrnou vrstvu.

Pro výrobu velmi kvalitních reliéfních výrobků je účelné odstraňovat přebytečné oblasti závěrné vrstvy chemickým leptáním.

Pro zjednodušení technologie zhotovování reliéfních výrobků je účelné odstraňovat přebytečné oblasti závěrné vrstvy mechanickou cestou.

Přebytečné oblasti závěrné vrstvy mohou být odstraněny také tepelně pomocí tepelné sublimace.

Pro zvyšování citlivosti systému je účelné před exponováním přiložit na materiál elektrické pole.

Způsob zhotovování reliéfních výrobků zadaných konfigurací, prováděný podle vynálezu, má následující výhody.

Při zhotovování reliéfních výrobků se použije pro exponování menších intenzit elektromagnetických a korpuskulárních proudů, než ve známých postupech a použije se elektromagnetického záření červené oblasti spektra a oblasti blízké infračervené.

Je výhodná možnost použití celé řady látek pro vytvoření vrstvy anorganické látky a kovové vrstvy, které ve známých postupech prakticky nemohou být použity v důsledku intenzivně probíhajících spontánních chemických reakcí mezi kovovou vrstvou a vrstvou anorganické látky.

Dále bude vynález podrobněji vysvětlen pomocí popisů příkladů jeho provedení a pomocí obrázků, kde značí obr. 1 uspořádání na podložce nanesených vrstev materiálu citlivého na elektromagnetické a korpuskulární záření; obr. 2 uspořádání na podložce v opačném pořadí nanesených vrstev materiálu citlivého na elektromagnetické a korpuskulární záření; obr. 3 schéma ozáření materiálu znázorněného na obr. 1; obr. 4 materiál po jeho expozici aktinickým zářením; obr. 5 materiál po odstranění vrstvy anorganické látky a závěrné vrstvy z neexponovaných míst; obr. 6 materiál po odstranění kovové vrstvy z míst nechráněných produkty reakce; obr. 7 hotový reliéfní výrobek; obr. 8 schéma ozařování materiálu znázorněného na obr. 2; obr. 9 materiál po jeho exponování aktinickým zářením; obr. 10 hotový reliéfní výrobek z materiálu znázorněného na obr. 2; obr. 11 analogický materiál k materiálu

znázorněnému na obr. 1 a schéma jeho ozařování přes šablony rozdílné transparency; obr. 12 materiál po jeho exponování aktinickým zářením; obr. 13 hotový reliéfní výrobek; obr. 14 materiál, který má vrstvu anorganické látky provedenu v plynné fázi, a schéma ozařování tohoto materiálu; obr. 15 materiál analogický k materiálu znázorněnému na obr. 14 po jeho ozařování aktinickým zářením; obr. 16 hotový reliéfní výrobek; obr. 17 materiál analogický k materiálu na obr. 15 po odstranění závěrné vrstvy a kovové vrstvy z neexponovaných míst; obr. 18 hotový reliéfní výrobek; obr. 19 materiál, který má vrstvu anorganické látky provedenu v kapalně fázi, a schéma ozařování tohoto materiálu; obr. 20 materiál analogický k materiálu znázorněnému na obr. 19 po jeho ozařování aktinickým zářením; obr. 21 hotový reliéfní výrobek; obr. 22 uspořádání vrstev materiálu, které jsou nanášeny na spodní vrstvě ležící ze své strany na podložce; obr. 23 uspořádání vrstev materiálu, jak je znázorněno na obr. 22 a schéma jeho ozařování; obr. 24 uspořádání vrstev materiálu po jeho exponování aktinickým zářením; obr. 25 uspořádání vrstev materiálu po odstranění vrstvy anorganické látky a závěrné vrstvy z míst, která nebyla chráněna produkty reakce; obr. 26 uspořádání vrstev po odstranění kovové vrstvy a spodní vrstvy na místech nechráněných produkty reakce; obr. 27 uspořádání vrstev po odstranění produktů reakce a obr. 28 hotový reliéfní výrobek.

Obr. 1 znázorňuje podložku 1, na kterou je podle vynálezu nanášena kovová vrstva 2, závěrná vrstva 3, a vrstva 4 anorganické látky, která může vstupovat do chemických reakcí s kovovou vrstvou 2, jak při působení elektromagnetického a korpuskulárního záření, tak i bez působení tohoto záření, a vytváří přitom produkty reakce, které se ve svých fyzikálních a chemických vlastnostech liší od kovové vrstvy 2 a od vrstvy 4 anorganické látky. Jako podložka 1 se použije dielektrikum, např. sklo, křemík, slída, keramika, apod., polovodiče, kovy, organické vrstvy, například teflon, lavsan, papír, dřevo apod. Tloušťka a rozměry podložky 1 jsou libovolné a volí se v závislosti na konkrétním účelu použití a podle rozměrů vyráběného výrobku. Kvalita opracování povrchu podložky 1, na kterou se nanáší kovová vrstva 2, závisí rovněž na zhotovovaném výrobku. Povrch podložky 1 může být surový, broušený, leštěný, leptaný apod.

Jako kovová vrstva 2 se používá stříbro, měď a jiné kovy a jejich slitiny a směsi, které mohou vstupovat do chemických reakcí s vrstvou 4 anorganické látky, jak při působení elektromagnetického a korpuskulárního záření, tak i bez tohoto působení a vytváří přitom produkty reakce. Tloušťka kovové vrstvy 2 se volí v oblasti od několika desítek Å do několika milimetrů.

Zvláště vhodné tloušťky kovové vrstvy 2 jsou tloušťky, které leží v oblasti 30 až 200 nm. Závěrná vrstva 3 je zpravidla zhotovena z látky odlišné od látky kovové vrstvy 2 a vrstvy 4 anorganické látky, vůči kterým se jeví v nepřítomnosti elektromagnetického a korpuskulárního záření jako inertní, přičemž tloušťka závěrné vrstvy 3 se volí tak velká, aby byla dostatečná pro zabránění vzniku chemické reakce mezi kovovou vrstvou 2 a vrstvou anorganické látky 4 v nepřítomnosti elektromagnetického a korpuskulárního záření, a aby tyto reakce při působení elektromagnetického a korpuskulárního záření umožňovala. Jako závěrná vrstva může být použito mnoho organických a anorganických látek. Například může být pro tento účel použito kovů, jako je Au a/nebo Zn, Cd, Mg, Al, Ga, Te, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Mo, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, jejich slitiny a dále kyslíčnky, sirníky, teluridy, halogenidy, fosfidy těchto kovů.

Jako závěrná vrstva 3 mohou být také použity organické látky, jako je polyetylén, polystyrol, polypropylén, polymetakrylát, polykarbonát, polyvinylchlorid, polytetrafluoretylén, epoxidové pryskyřice, kalafuna, antracén a další. Tloušťka závěrné vrstvy 3 se volí v rozmezí 2 až 30 nm. Pokusy ukázaly, že zvláště vhodné tloušťky závěrné vrstvy jsou tloušťky od 3 do 15 nm.

Jako vrstva 4 anorganické látky se volí anorganické látky, jako je síra, selén, selény, a halogenidy obsahující látky, například S, Se, Se-J, Se-Br, Se-Cl, Bi₂₂S₃, As₂Se₃,

Bi_2Se_3 , GeSe , GeSe_2 , As-Se-J , As-Se-Br , Bi-Se-J , Sb-Se-J , KAsSe_2 , NaAsSe_2 a další. Tloušťka vrstvy 4 anorganické látky se volí v intervalu od několika nanometrů do několika milimetrů. Zvláště vhodné jsou tloušťky vrstvy anorganické látky volené v rozmezí od 20 do 300 nm.

Postup pro zhotovení reliéfových výrobků zadaných konfigurací obsahuje ve smyslu vynálezu na sebe navazující nanášení na podložku 1 (obr. 1) kovové vrstvy 2, závěrné vrstvy 3 a vrstvy 4 anorganické látky. Metody pro nanášení těchto vrstev mohou být různé, např. oxidace povrchu kovové vrstvy, nanášení ve vakuu, chemické vysrážení, ponoření na určitou dobu do roztoku, polití atd., čímž je dáno mnoho možností. To umožňuje připravovat výrobky vyšší jakosti. Například se nanese na leštěnou skleněnou podložku ve vakuu 2,66 mPa vrstva 2 ze stříbra o tloušťce 200 nm, závěrná vrstva 3 ze sirníku arsenitého o tloušťce 70 nm a vrstva 4 ze selenidu arsenitého.

Při použití vakuového zařízení se třemi ohřívací se provádějí všechny tři operace bez rušení ve vakuu. Tento postup zaručuje dobrou vzájemnou soudržnost vrstev a snižuje znečištění hranic mezi vrstvami okolím.

V jiném případě se nanáší kovová vrstva 2 na podložku ve vakuu, závěrná vrstva 3 ponořením podložky 1 s kovovou vrstvou 2 do roztoku, například do slabého alkoholického roztoku kalafuny, a pak se ve vakuu nanáší vrstva 4 anorganické látky.

V třetím případě se nanáší kovová vrstva 2 chemickým vysrážením a závěrná vrstva 3 a vrstva anorganické látky 4 se nanáší ve vakuu.

Existují také další kombinace metod nanášení jednotlivých vrstev.

Způsob zhotovení reliéfních výrobků daných konfigurací předpokládá také ve smyslu tohoto vynálezu případ, kdy kovová vrstva 2 je značně silná, například kovová fólie, kovová deska, a slouží sama jako podložka. V tomto případě chybí podložka 1 (obr. 1). Například se nanáší na 1 mm silnou měděnou desku ve vakuu 2,66 mPa 3 nm silná závěrná vrstva 3 z chromu a potom 65 nm silná vrstva 4 ze sirníku arsenitého.

Postup pro zhotovení reliéfových výrobků zadaných konfigurací předpokládá ve smyslu tohoto vynálezu také opačné nanášení vrstev na podložku. Na obr. 2 je znázorněna podložka 1, na kterou se nejprve nanese vrstva 4 anorganické látky, poté závěrná vrstva 3 a konečně kovová vrstva 2.

Například se nanáší na podložku 1 ze skla ve vakuu o tlaku např. 1,33 mPa postupně 20 nm silná vrstva ze selenidu germania, 5 nm závěrná vrstva 3 ze sirníku arsenitého a 50 nm silná vrstva ze stříbra. Použití materiálu s opačným uspořádáním vrstev je užitečné například při zhotovování holografických difrakčních mřížek, protože tímto způsobem můžeme zhotovit výrobek s hlubokým reliéfem a tím i s vysokou difrakční účinností.

Obr. 3 znázorňuje stejné uspořádání vrstev, jako je na obr. 1, schéma projekce obrazu na materiál a exponování. Přes šablonu 2, která má propustné oblasti 7 a nepropustné oblasti 6, se v souladu s žádanou konfigurací zhotovovaného reliéfového výrobku ozařuje materiál aktinickým zářením 8. Jako šablona 2 může být použit obyčejný fotografický negativ, kovová maska s průchozími otvory, které jsou volné, nebo na které je pevně připevněna podložka, která je průchozí pro aktinické záření. Jako elektromagnetické a korpuskulární záření 8 se používá světlo - ultrafialové, viditelné, infračervené, proudy elektronů, rentgenové paprsky a jiná záření. Projekce obrazu na uspořádání vrstev, které je znázorněno na obr. 1 a 2, probíhá podle metody kontaktního tlaku nebo pomocí optické projekce, například pomocí zvětšovacího přístroje nebo při záznamu hologramů projekcí interferenčního obrazu tvořeného dvěma svazky laserových paprsků.

Ozařování uspořádání vrstev, které je znázorněno na obr. 1 a obr. 2 elektromagnetickým zářením, se provádí jak ze strany horních vrstev (vrstva 4 na obr. 1 a vrstva 2 na obr. 2), tak i ze strany podložky, pokud je tato pro aktinické záření transparentní.

Probíhá-li ozařování ze strany vrstvy 4 anorganické látky, jak je znázorněno na obr. 3, pak se volí tak velká tloušťka vrstvy 4, aby aktinické záření v podstatě dosáhlo oddělovacích hranic vrstev 4, 3 a 2. Při větších tloušťkách vrstvy 4 je aktinické záření v podstatné míře ve vzdálenosti od obou jmenovaných dělicích hranic absorbováno a stimuluje proces chemických přeměn mezi vrstvou 4 a vrstvou 2. Zvláště vhodné tloušťky vrstvy 4 jsou v tomto případě tloušťky zvolené v rozmezí 10 až 300 nm.

Probíhá-li ozařování ze strany kovové vrstvy 2, například pro uspořádání vrstev znázorněné na obr. 2, pak se používá vrstva 2, která je transparentní pro aktinické záření. V tomto případě se volí tloušťka kovové vrstvy 2 obvykle z oblasti od několika nanometrů do 70 nm.

V procesu expozice vstupuje vrstva 4 anorganické látky s místy kovové vrstvy 2, které byly ozařeny elektromagnetickým nebo korpuskulárním zářením, do chemické reakce, při které se tvoří produkty 2 této reakce, jak je znázorněno na obr. 4. Tloušťka produktů reakce je úměrná expozici, to znamená součinu z intenzity osvětlení a ozařování doby.

Obr. 4 znázorňuje případ, kdy působením elektromagnetického záření je část vrstvy 4 anorganické látky v chemické reakci s kovovou vrstvou 2. V závislosti na tloušťce vrstvy 4 a vrstvy 2 a na expozici se v žádaném případě vytváří produkty reakce přes celou tloušťku jedné z vrstev 2 a 4 nebo obou vrstev. Produkty 2 reakce obsahují ve všech případech části závěrné vrstvy 3, které se nachází na ozařovaných místech.

V závislosti na látce závěrné vrstvy 3 vytváří uvedené části závěrné vrstvy 3 v jednom případě současně s vrstvou 4 produkty 2 reakce s vrstvou 2 kovu, v druhém případě, je-li jako závěrná vrstva 3 použito kovu, současně s vrstvou 2 produkty 2 reakce s vrstvou 4 anorganické látky. V třetím případě, jestliže látka závěrné vrstvy 3 nemá schopnost vstupovat pod vlivem elektromagnetického a korpuskulárního záření do chemické reakce s vrstvou 2 a vrstvou 4, je látka závěrné vrstvy 3 zabudována do produktu 2 reakce.

Obr. 5 znázorňuje stejné uspořádání vrstev, jako je na obr. 4, po odstranění vrstvy 4 anorganické látky, která nevstoupila při působení elektromagnetického a korpuskulárního záření do chemické reakce s vrstvou 2. Odstranění vrstvy 4 probíhá pomocí chemického leptání, to znamená pomocí roztoku, který rozpouští vrstvu 4 anorganické látky. Použije-li se jako vrstva 4 například anorganická sloučenina, jako je sirník arsenitý, selenid arsenitý, selenid germanitý, pak se provádí odstranění vrstvy 4, která nevstoupila do chemické reakce s vrstvou 2, pomocí 5 až 10% roztoku vody s hydroxidem draselným, hydroxidem sodným, apod. Doba odstraňování vrstvy 4 závisí na tloušťce vrstvy 4, koncentraci roztoku, teplotě roztoku a pohybuje se v rozmezí od několika vteřin do několika minut. Je-li například zvolena vrstva 4 ze sirníku arsenitého, pak činí čas potřebný pro její odstranění při její tloušťce okolo 100 nm v 1% vodním roztoku hydroxidu draselného několik sekund.

Jak je možno vidět z obr. 6, je závěrná vrstva 3 na neozařených místech rovněž odstraněna. Odstranění závěrné vrstvy 3 může probíhat buď současně s vrstvou 4, nebo také odděleně. Jestliže se například použije jako vrstva 4 selenid arsenitý a jako závěrná vrstva 3 selenid germania, pak se odstraní pomocí vrstvy 5% vodného roztoku hydroxidu draselného současně jak vrstva 4, tak i závěrná vrstva 3.

Jestliže se v procesu zhotovení reliéfových obrazů zadaných konfigurací použije uspořádání vrstev podle obr. 2, pak se po expozici odstraní nejprve kovová vrstva 2, která chemicky nereagovala s vrstvou 4 anorganické látky. Pro odstranění kovové vrstvy 2 se použijí roztoky kyselin, jako je kyselina sírová, dusičná, fluorovodíková, solná a další. Použije-li

se jako vrstva 2 stříbro, pak se provádí odstranění oblastí této vrstvy pomocí směsi kyseliny a chromu ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

Závěrná vrstva 3 se z neozářených míst odstraňuje v závislosti na tom, z jaké látky je, současně s vrstvou 2 nebo odděleně. Je-li závěrná vrstva 3 zhotovena z kovu, pak se odstraňuje zároveň s vrstvou 2 pomocí roztoků kyselin, jako je kyselina sírová, dusičná, fluorovodíková, solná a další. Je-li závěrná vrstva 3 zhotovena ze sklovitých chalkogenitových látek, pak se odstraňuje pomocí vodního roztoku hydroxidu draselného nebo hydroxidu sodného, hydroxidu amonného a jiných.

V případě, že je závěrná vrstva 3 zhotovena z organické látky, se závěrná vrstva 3 odstraňuje z neosvětlených míst pomocí organických rozpouštědel, jako je benzol, aceton, alkohol, éter, bromid uhličitý, terpentýn a další. Je-li například závěrná vrstva 3 zhotovena z polyetylenu, pak se odstraňuje pomocí bromidu uhličitého, je-li z kalafuny, odstraňuje se pomocí etylalkoholu apod.

Obr. 5 znázorněný hotový reliéfní výrobek v řezu. Reliéf je tvořen produkty 9 reakce, které vyčnívají z povrchu kovové vrstvy 2. Tímto způsobem se zachycují amplitudově fázové hologramy prostorových předmětů, difrakčních mřížek a jiné holografické výrobky.

Holografické amplitudově fázové difrakční mřížky se obdrží pomocí projekce na uspořádání vrstev, které je znázorněno na obr. 1 nebo 2, která se děje pomocí interferenčního obrazu tvořeného dvěma laserovými paprsky, exponováním a po expozici odstraněním oblastí vrstvy 4 anorganické látky a oblastí závěrné vrstvy 3, které nebyly ozářeny.

Změnou úhlu mezi laserovými paprsky se mění prostorová frekvence difrakční mřížky. Takovéto metody pro zhotovení difrakčních mřížek jsou jednoduché a nevyžadují žádná komplikovaná zařízení.

Ve smyslu tohoto vynálezu mohou být zhotovovány difrakční mřížky pomocí laserů, které nevysílají jen záření ultrafialového, modrého a zeleného spektra, ale také spektrum červené a blízké infračervenému, například helioneonový laser, vlnová délka $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. To je velmi výhodné, protože helioneonové lasery mají velkou životnost a velmi stabilní záření. Nanesení závěrné vrstvy 3 na kovovou vrstvu 3 před nanesením vrstvy 4 anorganické látky umožňuje v postupu pro zhotovení reliéfních výrobků konfigurace použít ve smyslu tohoto vynálezu jako vrstvu 4 celou řadu anorganických látek, které dohromady s kovovou vrstvou tvoří materiál citlivý i na oblasti červeného spektra a oblasti blízké spektru infračervenému. Bez nanesení závěrné vrstvy 3 naráží zhotovování difrakčních mřížek pomocí helioneonových laserů na velké potíže, které jsou spojeny s chemickou nestabilitou materiálu citlivého na elektromagnetické a korpuskulární záření.

Je třeba podotknout, že produkty 9 reakce, které tvoří reliéf výrobku znázorněného na obr. 5, částečně mění v procesu skladování a použití reliéfních výrobků své vlastnosti, což vede ke zhoršování kvality reliéfních výrobků v čase. Pro zhotovování reliéfních výrobků zadané konfigurace, jejichž vlastnosti jsou v čase stabilní a v některých případech vykazují hlubší reliéf, se provádí další leptání reliéfního výrobku znázorněného na obr. 5, vedoucí například k odstranění kovové vrstvy 2 na místech, která nejsou chráněna produkty 9 reakce (obr. 6). Produkty 9 reakce se v tomto případě používají jako ochranná maska při leptání kovové vrstvy 2. Odstranění kovové vrstvy 2 se provádí pomocí roztoků kyselin, jako je kyselina sírová, fluorovodíková, solná, dusičná, směsi chromu s kyselinou ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) apod.

Po odstranění kovové vrstvy 2 na místech, která nejsou chráněna produkty reakce, se odstraní produkty 9 reakce.

Obr. 7 znázorňuje hotový reliéfní výrobek po odstranění produktů 2 reakce, který byl zachycen na obr. 6. Produkty 2 reakce se odstraňují chemickým leptáním, mechanickým oděrem, tepelně apod. Odstranění produktů 2 reakce pomocí chemického leptání se provádí pomocí koncentrovaných vodních roztoků alkálií, hydroxidu amonného a jiných. V některých případech se odstraňují produkty 2 reakce také mechanickou cestou pomocí oděru tkaninou nebo tepelně pomocí zahřátí na teplotu, při níž produkt 2 reakce sublimuje s povrchu kovové vrstvy 2.

Reliéfní výrobek znázorněný na obr. 7 sestává z podložky 1 a z oblastí kovové vrstvy 2, které jsou na místech ozářených elektromagnetickým a korpuskulárním zářením. Tímto způsobem se zhotovují takové reliéfní výrobky, jako jsou difrakční mřížky, polarizátory elektromagnetického záření, fotošablony, tiskové desky, elektricky vodivé prvky mikroobvodů apod.

Jestliže se při zhotovení reliéfního výrobku použije opačné uspořádání vrstev, které je znázorněno na obr. 2, odstraňuje se v tomto případě po odstranění kovové vrstvy 2, která nevstoupila vlivem elektromagnetického a korpuskulárního záření do reakce s vrstvou 4 anorganické látky a po odstranění závěrné vrstvy 3 z neozářených míst, vrstva 4 anorganické látky a po odstranění závěrné vrstvy 3 z neozářených míst, vrstva 4 anorganické látky z míst, které nejsou chráněny pomocí reakce 2 produktů, které se použijí jako ochranná maska. Poté se v požadovaném případě odstraní také produkty 2 reakce. Reliéfní výrobek je v tomto případě analogicky představován výrobkem znázorněným na obr. 9 - produkty nejsou odstraněny - nebo výrobkem znázorněným na obr. 7 - produkty jsou odstraněny - s tím rozdílem, že má místo oblastí kovové vrstvy 2 oblasti vrstvy 4 anorganické látky.

Vynález pro zhotovování reliéfních výrobků dané konfigurace umožňuje zhotovovat výrobky o hloubce reliéfu až do několika set nanometrů.

Obr. 4 znázorňuje uspořádání vrstev a schéma projekce obrazu na tuto strukturu, které je analogické k obr. 9 s tím rozdílem, že tloušťka kovové vrstvy 2 je podstatně větší než tloušťka vrstvy 4 anorganické látky. V tomto případě dostáváme po expozici obraz znázorněný na obr. 9. Protože je tloušťka kovové vrstvy 2 podstatně větší než tloušťka vrstvy 4 anorganické látky, rozpínají se v tomto případě produkty 2 reakce přes celou hloubku vrstvy 4 anorganické látky a pouze přes část tloušťky kovové vrstvy 2. Je-li například kovová vrstva 2 tvořena vrstvou stříbra několik set nanometrů silnou, jako závěrná vrstva 3 je použita 3 nm silná vrstva siřníku arsenitého, a jako vrstva 4 anorganické látky 60 nm silná vrstva selenidu arsenitého, pak vstupuje po expozici takového uspořádání prováděné ozařováním rtuťovou lampou, např. o výkonu 250 W ze vzdálenosti 30 cm po dobu 2 minut, do chemické reakce celá vrstva 4, zatímco pouze část vrstvy 2 chemicky reaguje s vrstvou 4.

Po expozici se odstraňují části vrstvy 4, které nevstoupily do chemické reakce s vrstvou 2, dále pak po odstranění vrstvy 4 odkryté oblasti závěrné vrstvy 3 a produkty reakce. Odstraňování všech těchto vrstev se provádí buď jedním, nebo více leptadly volenými pro každou vrstvu. Pro odstranění těchto vrstev se používají leptadla, která byla uvedena výše při popisu obr. 4 až 7.

Hotový reliéfní výrobek, získaný po odstranění těchto vrstev, je znázorněn na obr. 10. Tento výrobek je představován podložkou 1, na níž je kovová vrstva 2 s vyvýšeninami 10 a prohloubeninami 11 v souladu s danou konfigurací. Tímto způsobem se zhotovují fázové hologramy, difrakční mřížky, polygrafické štočky apod. Hloubka reliéfu takovýchto reliéfních výrobků dosahuje 100 až 500 nm.

Takovéto difrakční mřížky se například zhotovují na 300 nm silné stříbrné vrstvě nebo na 500 nm silné vrstvě z mědi.

Obr. 11 znázorňuje uspořádání vrstev, analogické k uspořádání na obr. 1, a schéma ozařování těchto vrstev přes šablonu 5', která má v různých bodech různou transparentci. Šablona 5' má neprůhledné oblasti 6, transparentní oblasti 7, poloprůhledné oblasti 12 a oblasti 13 proměnné transparency. Takovéto schéma ozařování se realizuje při ozařování vrstev přes obyčejný polonegativ nebo při záznamu holografických obrazů objektů.

Na obr. 12 je znázorněno uspořádání vrstev po jejich ozaření elektromagnetickým zářením přes šablonu 5', která má v různých bodech různou transparentci. Protože tloušťka produktů 9 reakce je úměrná expozici, je možno z obr. 12 zjistit, že tloušťka produktů 9 reakce je v různých bodech v závislosti na transparentci šablony 5' různá.

Po odstranění vrstvy 4 anorganické látky, která nevstoupila do chemické reakce s kovovou vrstvou, a závěrné vrstvy 3 z neozářených míst, se obdrží hotový reliéfový výrobek znázorněný na obr. 15. Tímto způsobem se zhotovují hologramy difrakčních řídicích objektů. Záznam holografického obrazu se provádí pomocí ozařování hélioneonovým laserem a redukcí obrazu v záření laserů - argonový laser, hélioneonový laser - rtuťových lamp s použitím filtrů a jiných zdrojů.

Obr. 14 znázorňuje uspořádání vrstev materiálu citlivého na elektromagnetické a korpuskulární záření, který má vrstvu 2 kovu a závěrnou vrstvu 3 nanesenou na podložce 1 a vrstvu 4' anorganické látky má provedenu v plynné fázi kontaktující se závěrnou vrstvou 3. Je zde také znázorněna šablona 5'', přes kterou se provádí ozařování. Tento případ se realizuje tím způsobem, že se podložka 1 s vrstvou 2 a závěrnou vrstvou 3 umístí do hermeticky utěsněné nádoby, která obsahuje páry anorganické látky. Tohoto stavu se dosáhne zahříváním nádoby s anorganickou látkou na teplotu, která dovoluje dosáhnout nutné elasticity per látky. V případě, že se například jako vrstva 4 použije siřník arsenitý, zahřívá se křemíková nádoba dohromady s touto látkou na teplotu 250 až 200 °C.

Působením elektromagnetického záření, které prostoupilo transparentními oblastmi 7 šablony 5'', se dostává vrstva 4 anorganické látky nacházející se v plynné fázi do chemické reakce s kovovou vrstvou 2, při níž se vytváří produkty 9 reakce, jak je znázorněno na obr. 15. V nepřítomnosti elektromagnetického záření zabráňuje vzniku reakce mezi vrstvou 2 a vrstvou 4 závěrná vrstva 3. Po expozici se podložka 1 s vrstvou 2 a závěrnou vrstvou 3 a produkty 9 reakce vyjme z plynného média a pak takovéto uspořádání vrstev představuje již hotový reliéfní výrobek. V případě potřeby se provádí další zpracování tohoto výrobku, například ve formě odstraňování produktů reakce, jak je znázorněno na obr. 16. Závěrná vrstva nemůže být odstraněna zvláště v těch případech, použije-li se pro ni látka, která je odolná vůči působení okolí, (například Cr, Au apod.). Reliéfový výrobek obsahuje vyvýšeniny 14 a prohlubeniny 15.

V dalších případech se nejprve neodstraňují produkty 9' reakce, ale používají se jako ochranná maska při odstraňování oblastí závěrné vrstvy 3 a kovové vrstvy 2 z neozářených míst 16. Teprve poté se odstraní produkty 9' reakce a tím se obdrží hotový reliéfový výrobek znázorněný na obr. 18.

Obr. 19 znázorňuje uspořádání vrstev materiálu citlivého na elektromagnetické a korpuskulární záření, který má kovovou vrstvu 2 a závěrnou vrstvu 3 nanesenou na podložku 1, a vrstvu 4'' anorganické látky provedenu v tekuté fázi. Tento případ se realizuje pomocí umístění podložky 1 s kovovou vrstvou 2 a závěrnou vrstvou 3 do vany 17, ve které se nachází roztavená anorganická látka. Tekutá vrstva 4'' anorganické látky se nanáší na závěrnou vrstvu 3 také povlečením povrchu závěrné vrstvy tenkou vrstvou práškovité anorganické látky, například práškem selenidu arsenitého, který byl jemně pomlet v moždíři. V návaznosti se pak provádí zahřátí podložky 1 s vrstvou 2, vrstvou 3 a vrstvou 4'' na tavicí teplotu anorganické látky. Přitom se anorganická látka roztaví a rozprostře se přes povrch závěrné vrstvy 3 v tenké vrstvě.

Působením elektromagnetického záření 8, které postupuje transparentními oblastmi 7 šablony 5'', vstupuje vrstva 4'' anorganické látky, která se nachází v tekuté fázi, do chemické reakce. Přitom se vytváří produkty 9'' reakce. V nepřítomnosti elektromagnetického záření zabráňuje závěrná vrstva 3 vzniku chemické reakce mezi vrstvou 4'' a vrstvou 2. Po exponování se vyjme podložka 1 s vrstvou 2, závěrnou vrstvou 3 a produkty 9'' reakce (obr. 20) z tekutého média a umývá se v roztoku, který odstraňuje usazené částičky anorganické látky, které nevstoupily do chemické reakce s kovovou vrstvou 2. Tímto způsobem se získá hotový reliéfní výrobek, který je znázorněn na obr. 20. V požadovaných případech se odstraní produkty 9'' reakce a obdrží se reliéfní výrobek znázorněný na obr. 21.

Způsob zhotovení reliéfních výrobků dané konfigurace podle vynálezu umožňuje získání reliéfních výrobků, nejen z dohromady sestavených vrstev materiálu citlivého na elektromagnetické a korpuskulární záření, to znamená z kovové vrstvy 2 nebo z vrstvy 4 anorganické látky, ale také ze spodní vrstvy odlišné od vrstvy 2 a vrstvy 4. Obr. 22 až 28 znázorňují etapy zhotovení reliéfových výrobků podle tohoto vynálezu ze spodní vrstvy 18, která je nanášena na podložku 1. V tomto případě se použije materiál citlivý na elektromagnetické a korpuskulární záření, jako fotoodporový materiál, pro vytvoření krycí masky požadované konfigurace určené pro navazující leptání spodní vrstvy 18.

Způsob podle vynálezu pro zhotovování reliéfních výrobků dané konfigurace předpokládá postupné nanášení (obr. 22) spodní vrstvy 18, kovové vrstvy 2, závěrné vrstvy 3 a vrstvy anorganické látky 4 na podložku 1. Jako látka pro spodní vrstvu 18 přichází v úvahu kovy, zvláště pak kovy široce používané v současné době v mikroelektronice a ostatních oborech, například křemík, germanium, arsenid galný, organické vrstvy apod. Spodní vrstva 18 může být nanášena na podložku 1 jako vrstva, ale pokud je dostatečně pevná, může též sama sloužit jako podložka. V tomto případě chybí podložka 1. Nanášení spodní vrstvy 18 na podložku 1 se provádí libovolnou známou metodou, např. vyloučení ve vakuu, chemické vyloučení, roztavení apod. Nanášení vrstvy 2, závěrné vrstvy 3 a vrstvy 4 anorganické látky probíhá podle stejných metod, které byly popsány dříve při projednávání o obr. 1 a obr. 2. Pro zhotovení vysoce kvalitních výrobků se nanáší spodní vrstva 18, kovová vrstva 2, závěrná vrstva 3 a vrstva 4 anorganické látky ve vakuu. V jiném případě se nanáší spodní vrstva 18 a vrstva 4 vysrážením ve vakuu. V třetím případě se spodní vrstva 18 nanáší chemickým vysrážením, vrstva 2 a vrstva 4 vysrážením ve vakuu a závěrná vrstva 3 ponořením do roztoku obsahujícího látku závěrné vrstvy. Pro nanášení vrstev je možno použít také dalších kombinací metod.

Způsob zhotovování reliéfních výrobků dané konfigurace předpokládá také případ, kdy se na spodní vrstvu 18 nanese nejprve vrstva 4 anorganické látky, potom pomocí libovolné známé metody závěrná vrstva 3 a teprve nakonec kovová vrstva 2. Jako látky pro vrstvu 2, závěrnou vrstvu 3 a vrstvu 4 anorganické látky se používají látky jmenované výše při popisu obr. 1 a obr. 2.

Obrázek 23 znázorňuje stejné uspořádání vrstev, jako je na obr. 22 a schéma projekce obrazu přes šablonu 5, která má neprůchodné oblasti 6 a transparentní oblasti 7, včetně elektromagnetického a korpuskulárního záření. Obraz na vrstvách může být dosažen libovolným známým postupem, jako příklad lze uvést kontaktní tisk, konvenční optický systém, holografický postup, atd.

Působením elektromagnetického a korpuskulárního záření 8, která prochází transparentními oblastmi 7 šablony 5, vstupuje vrstva 4 anorganické látky do chemické reakce s kovovou vrstvou 2, přičemž se vytváří produkty 9 reakce (obr. 24). V nepřítomnosti elektromagnetického a korpuskulárního záření 8 zabráňuje závěrná vrstva 3 vzniku chemické reakce mezi vrstvou 4 a vrstvou 2. Po expozici se odstraní část vrstvy 4 anorganické látky, které nevstoupily do chemické reakce s kovovou vrstvou 2, a závěrná vrstva 3 z míst neozářených elektromagnetickým a korpuskulárním zářením (obr. 25). Odstranění těchto vrstev probíhá podle metod popsanych při výkladu obr. 4, 5, 12, 13 - chemické leptání, mechanicky, teplotně atd.

Použije-li se například pro vrstvu 4 selenid arsenitý a pro závěrnou vrstvu 3 siřník arsenitý, pak se odstranění obou těchto vrstev provádí pomocí 5 až 10% vodného roztoku hydroxidu draselného.

Na obr. 26 je znázorněno uspořádání vrstev po odstranění kovové vrstvy 2 a spodní vrstvy 18 z míst, která nebyla ozářena elektromagnetickým a korpuskulárním zářením. Jestliže je spodní vrstva 18 provedena z kovu, pak probíhá odstranění jak oblastí vrstvy 2, tak i oblastí spodní vrstvy 18 pomocí roztoků kyselin, jako je kyselina sírová, solná, dusičná, fluorovodíková, směs chromu a kyseliny apod. Jestliže je například spodní vrstva 18 provedena z chromu a vrstva 2 ze stříbra, pak se pomocí 1% vodného roztoku kyseliny dusičné odstraní oblasti kovové vrstvy 2 ze stříbra a pomocí 15% roztoku kyseliny sírové oblasti spodní vrstvy 18 z chromu. Produkty 2 reakce se v tomto případě používají jako ochranná maska při leptání vrstvy 2 a spodní vrstvy 18.

Po provedení této operace se odstraní produkty 2 reakce a obdrží se uspořádání vrstev znázorněné na obr. 27, dále se odstraní oblasti vrstvy 2 nacházející se pod produkty 2 reakce a obdrží se hotový reliéfový výrobek znázorněný na obr. 28. Odstranění produktů 2 reakce se provádí pomocí chemického leptání, mechanicky nebo tepelně. Odstranění kovové vrstvy 2 se provádí pomocí chemického leptání nebo pomocí jiného známého postupu. Jestliže se například jako spodní vrstva 18 použije chrom, jako vrstva 2 stříbro, jako závěrná vrstva 3 siřník germania, jako vrstva 4 selenid arsenitý, pak se provádí odstranění vrstvy 4, která nevstoupila do chemické reakce s vrstvou 2 a oblastí závěrné vrstvy 3 z míst, která nebyla ozářena elektromagnetickým a korpuskulárním zářením, pomocí 5 až 10% vodného roztoku hydroxidu sodného, odstranění oblastí vrstvy 2 z míst nechráněných produkty 2 reakce pomocí 1% vodného roztoku kyseliny dusičné.

Odkryté oblasti spodní vrstvy 18 se odstraňují pomocí 15% vodného roztoku kyseliny sírové, pomocí koncentrovaných vodních roztoků hydroxidu amonného se odstraňují produkty 2 reakce, pomocí 1% vodného roztoku kyseliny dusičné se odstraňují oblasti vrstvy 2 nacházející se pod produkty 2 reakce a tím se obdrží výrobek znázorněný na obr. 28. Tímto způsobem se vyrábí fotošablony z chromu, niklu, mědi. Postup ve smyslu tohoto vynálezu umožňuje zhotovovat optické prvky, jako difrakční mřížky, měřicí mikrostupnice a mikrosítě, prvky mikroobvodů, typografické štočky.

Pro lepší porozumění podstatě navrhovaného postupu budou dále uvedeny konkrétní příklady provedení vynálezu.

P ř í k l a d 1

Na podložku 1 (obr. 1), kterou tvoří planparalelní izolovaná deska ze skla s rozměry 90 x 60 mm a o tloušťce 2 mm, se ve vakuu 2,66 mPa postupně nanese 400 nm silná vrstva 2 ze stříbra, 6 nm silná závěrná vrstva ze siřníku arsenitého, 60 nm silná vrstva 4 anorganické látky ze selenidu arsenitého. Pak se na citlivý materiál projektuje interferenční obraz s prostorovou frekvencí 1 200 čar/mm, který je tvořen dvěma koherentními svazky světelných paprsků z helionového laseru, vlnové délky $\lambda = 632,8$ nm. Na obr. 3 je tento případ znázorněn jako průchod záření šablonou 5, která má neprůchodné oblasti 6 a transparentní oblasti 7.

Při výkonu laserového záření dopadajícího na povrch citlivého materiálu $3 \cdot 10^{-4}$ W/cm² činí doba expozice, která je nutná pro dosažení maximální difrakční účinnosti odpovídající černění 30 až 40 sekund. Působením elektromagnetického záření 8 došlo k chemickým reakcím vrstvy 3 a vrstvy 4 se stříbrnou vrstvou 2, při nichž se vytvářely produkty 2 reakce (obr. 4). Po expozici byla podložka 1 s vrstvami 2, 3 a 4 ponořena do 10% vodného roztoku hydroxidu draselného, s jehož pomocí byly odstraněny části vrstvy 2, které nevstoupily do chemické reakce s vrstvou 4 selenidu arsenitého, a části závěrné vrstvy 3 ze siřníku arsenitého (obr. 5). Pak se podložka 1 s vrstvami umyla v destilované vodě a osušila. Tímto

způsobem bylo dosaženo amplitudově fázového hologramu, který představuje difrakční mřížku pracující na základě reflexe.

V požadovaném případě se odstranila pomocí roztoku obsahujícího 10 g $K_2Cr_2O_7$, 50 g H_2SO_4 , 500 ml H_2O stříbrná vrstva 2 z míst, která nejsou chráněna produkty 2 reakce (obr. 6). V požadovaném případě se pomocí 25% vodného roztoku NH_4OH odstranily produkty 2 reakce. Pomocí těchto operací byl na podložce 1 získán reliéfní obraz, který sestává z proužků stříbrné vrstvy 2 (obr. 7). Po povlečení obrazu znázorněného na obr. 7 vrstvou hliníku 200 nm silnou byla získána čistá fázová mřížka, která se vyznačuje vysokou stabilitou.

P ř í k l a d 2

Na 3 mm silnou podložku 1 (obr. 11) z umělé hmoty o rozměrech 80 x 80 mm se ve vakuu 3,99 mPa postupně nanasla 150 nm silná stříbrná vrstva 2, 4 nm silná závěrná vrstva 3 ze sirníku germania a 70 nm silná vrstva 4 ze selenidu arsenitého. Pomocí záření hélioneonového laseru o vlnové délce $\lambda = 632,8$ nm se provedl záznam holografického obrazu difusního řídicího objektu. Na obr. 11 je tento případ znázorněn jako záření procházející přes šablonu 5, která vykazuje na různých místech různou transparentci. Objekt byl osvětlen pomocí kolimátoru rozšířeného na 70 mm paralelního svazku laserového záření o výkonu okolo $6 \cdot 10^{-4} \text{ W/cm}^2$.

Světlo odražené od objektu dopadalo na uspořádání vrstev. Na toto uspořádání vrstev byl pomocí zrcadel směřován opěrný svazek, který byl reflektován skleněnou deskou umístěnou v úhlu 45° k hlavnímu svazku. Na materiálu citlivém na elektromagnetické a korpuskulární záření byl registrován interferenční obraz tvořený opěrnou vlnou a vlnou odraženou od objektu. Doba expozice činila 2 až 3 minuty. Působením elektromagnetického záření 8 došlo k chemickým reakcím vrstev 3 a 4 s vrstvou stříbra 2, které měly za následek vytváření produktů 2 reakce (obr. 12).

Protože doba expozice byla pro celý povrch konstantní, byla tloušťka produktů 2 reakce úměrná intenzitě dopadajícího záření. Poté byly pomocí 10% roztoku hydroxidu sodného odstraněny části vrstvy 4 sirníku arsenitého, které nevstoupily do chemické reakce se stříbrnou vrstvou 2 a závěrná vrstva 3 sirníku germania. Pak byl vzorek umyt v destilované vodě a osušen. Tímto způsobem byl získán reliéfový obraz, který představuje amplitudo-fázový hologram objektu (obr. 13). Byly získány velmi kvalitní holografické obrazy objektu. Tyto obrazy byly redukovány jak pomocí laserového záření, tak i zářením rtuťových lamp s použitím filtrů.

P ř í k l a d 3

Na podložku 1 (obr. 1), která je tvořena 2 mm silnou planparalelní deskou z roztaveného křemíku s rozměry 50x50 mm, byly ve vakuu o tlaku 5,32 mm postupně naneseny 200 nm silná vrstva 2 mědi, 4 nm silná závěrná vrstva 3 ze stříbra, a 45 nm silná vrstva 4 ze sirníku arsenitého. Poté byl na uspořádání vrstev projektován interferenční obraz o prostоровé frekvenci 1800 čar/mm, který byl tvořen dvěma koherentními světelnými svazky argonového laseru o vlnové délce $\lambda = 488$ nm. Na obr. 3 je tento případ znázorněn jako záření procházející šablonou 5, která má neprůhledné oblasti 6 a transparentní oblasti 7.

Při výkonu laserového záření dopadajícího na povrch vrstev okolo $2 \cdot 10^{-3} \text{ W/cm}^2$ činila doba expozice, která byla nutná pro dosažení maximální difrakční účinnosti odpovídajícího černění 2 až 3 minuty. Působením elektromagnetického záření 8 docházelo k chemickým reakcím vrstvy 4 s vrstvami 3 a 2, přičemž se vytvářely produkty 2 reakce (obr. 4). Po expozici byly pomocí 2% vodného roztoku hydroxidu draselného odstraněny části vrstvy 4 sirníku arsenitého, které nevstoupily do chemické reakce s vrstvami 2 a 3. Poté byly z míst nechráněných produkty 2 reakce pomocí roztoku obsahujícího 10 g $K_2Cr_2O_7$, 50 g H_2SO_4 , 500 ml H_2O odstraněny závěrná vrstva 3 ze stříbra a měděná vrstva 2. Tímto způsobem byl na podložce

získán reliéfní obraz (obr. 6), představující difrakční mřížku. V požadovaném případě byly pomocí 25% roztoku NH_4OH odstraněny produkty reakce. Pak byl na podložce 1 získán reliéfní obraz z mědi.

P ř í k l a d 4

Na podložku 1 (obr. 14), kterou představovala 5 mm silná planparalelní leštěná deska z roztaveného křemíku o rozměrech 60x60 mm, byly postupně ve vakuu 2,66 mPa nanесeny 300 nm silná měděná vrstva 2, 4 nm silná závěrná vrstva 3 z chromu. Poté byla podložka 1 dohromady s vrstvami 2 a 3 umístěna do křemíkové nádoby, která byla naplněna plynným médiem ze sirníku arsenitého o teplotě 260 až 270 °C a atmosférickém tlaku. Pomocí fotografického zvětšovacího přístroje byl na systém vrstev projektován přes šablonu 5'' obraz (obr. 14). Jako zdroj záření byla použita vysokotlaká rtuťová lampa (250 W).

Na ozářených místech došlo k chemické reakci plynného média - vrstva 4' - s vrstvou 2, při které se vytvářely produkty 9' reakce. Závěrná vrstva 3 zabráňovala samovolným chemickým reakcím mezi plynnou vrstvou 4' a vrstvou 2 na místech, která nebyla ozářena elektromagnetickým zářením. Doba expozice činila 1,5 až 2 minuty. Poté byla podložka 1 s vrstvami 2, 3 a s produkty 9' reakce vyňata z nádoby. Dále byly pomocí 25% vodného roztoku NH_4OH odstraněny produkty 9' reakce a byl získán reliéfní obraz znázorněný na obr. 16. Podle poněkud odlišné varianty se nejprve produkty 9' reakce neodstraňovaly a sloužily jako ochranná maska pro odleptání částí závěrné vrstvy 3 a vrstvy 2 z míst, která nebyla ozářena elektromagnetickým zářením - obr. 17. Odstranění částí závěrné vrstvy 3 z chromu probíhalo v 15% vodném roztoku kyseliny dusičné a odstranění částí měděné vrstvy 2 v roztoku, který obsahoval 10 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 50 g H_2SO_4 , 500 ml H_2O . Poté byly pomocí leptadla, které bylo v tomto příkladu výše popsáno, odstraněny také samotné produkty 9' reakce. Tímto způsobem byl získán reliéfní výrobek znázorněný na obr. 18.

P ř í k l a d 5

Na podložku 1 (obr. 19), kterou tvořila 3 mm silná planparalelní leštěná deska ze skla o rozměrech 50x50 mm, byly postupně ve vakuu 3,99 mPa nanесeny 250 nm silná stříbrná vrstva 2, 3 nm silná závěrná vrstva 3 z chromu. Poté byla podložka 1 s vrstvami 2 a 3 umístěna do křemíkové lázně 17, uložena horizontálně a to tím způsobem, že vrstvy 3 a 2 ležely nahore. Povrch závěrné vrstvy 3 byl povlečen tenkou vrstvou práškového selenidu arsenitého. Potom byla podložka 1 s vrstvami 2 a 3 a s práškem zahřáta pomocí zahřívání lázně 17 na tavící teplotu selenidu arsenitého (360 °C). Při této teplotě se selenid arsenitý roztavil a rozprostřel se ve formě tekuté vrstvy 4'' přes povrch závěrné vrstvy 3.

Poté byl pomocí fotografického zvětšovacího přístroje projektován na systém vrstev obraz šablony 5'' (obr. 19). Jako zdroj záření byla použita vysokotlaká xenonová lampa o výkonu 5 000 W. Na ozářených místech došlo k reakce chemické mezi tekutou vrstvou 4'' a vrstvou 2, při které se vytvářely produkty 9'' reakce (obr. 20). Závěrná vrstva 3 zabráňovala vzniku spontánních chemických reakcí mezi tekutou vrstvou 4'' a vrstvou 2 na místech, která nebyla ozářena elektromagnetickým zářením. Doba expozice činila 20 až 30 sekund. Po ozáření byl systém vrstev vyňat z lázně 17. Pomocí 25% vodného roztoku NH_4OH byly odstraněny produkty 9'' reakce a byl získán reliéfní výrobek znázorněný na obr. 21.

P ř í k l a d 6

Na podložku 1 (obr. 1), kterou tvořila 1 mm silná fólie z niklu, byla ve vakuu 1,66 mPa nanесena 150 nm silná vrstva 2 ze slitiny $\text{Ag}_{70}\text{Mn}_{30}$. Pak byla podložka 1 s vrstvou 2 ponořena do 1% alkoholického roztoku kalafuny, vyňata z roztoku a vysušena, přičemž se vytvořila slabá závěrná vrstva 3. Poté byla ve vakuu 3,99 mPa nanесena 70 nm silná vrstva 4 z chalkogenního skla $\text{As}_{35}\text{Se}_{55}\text{J}_{10}$. Na systém vrstev byl projektován interferenční obraz

o prostorové frekvenci 1 600 čar/mm, který byl tvořen dvěma koherentními světelnými svazky z helionového laseru o vlnové délce $\lambda = 632,8$ nm. Při výkonu laserového záření dopadajícího na povrch vrstvy 4 okolo $3 \cdot 10^{-4}$ W/cm² činila doba expozice 3 až 4 minuty. Po ozáření byly pomocí 5% vodného roztoku hydroxidu draselného odstraněny části vrstvy 4, které nevstoupily do chemické reakce s vrstvou 2. Tímto způsobem byl získán amplitudově řízený fázový hologram znázorňující difrakční mřížku.

P ř í k l a d 7

Na 4 mm silnou měděnou desku o rozměrech 80 x 80 mm byly ve vakuu 2,66 mPa postupně nanášeny 4 nm silná závěrná vrstva 3 z SiO₂, 65 nm silná vrstva selenidu germanatého. Na systém vrstev byl projektován interferenční obraz tvořený analogicky jako v příkladu 6 laserovými svazky. Expoziční doba činila 5 až 6 minut. Po ozáření byly odstraněny pomocí 10% vodného roztoku hydroxidu draselného části vrstvy selenidu germanatého, které nevstoupily do chemické reakce s mědí. Tímto způsobem byl získán amplitudově fázový hologram znázorňující difrakční mřížku.

P ř í k l a d 8

Na podložku 1 (obr. 22), která je tvořena 4 mm silnou planoparalelní skleněnou leštěnou desku o rozměrech 70 x 70 mm, byla pomocí chemického vysrážení nanášena 200 nm silná spodní vrstva 18 z chromu. Poté byly ve vakuu 2,66 mPa postupně nanášeny 120 nm silná stříbrná vrstva 2, 5 nm silná závěrná vrstva 3 ze sirníku arseničného a 50 nm silná vrstva 4 ze selenidu arsenitého. Pak bylo provedeno ozařování přes šablonu 2, jak je znázorněno na obr. 23.

Jako zdroj světla byla použita rtuťová lampa o výkonu 250 W, umístěná od vrstev ve vzdálenosti 20 cm. Doba expozice byla do 20 sekund. Na ozářených místech se vytvořily produkty 2 reakce (obr. 24). Poté byly pomocí 10% vodného roztoku hydroxidu draselného odstraněny části vrstvy 4 ze selenidu arsenitého a závěrné vrstvy 3 ze sirníku arseničného, které nevstoupily do chemické reakce s vrstvou 2 stříbra (obr. 25). Pak byly pomocí 1% vodného roztoku kyseliny dusičné odstraněny z míst, které nebyly chráněny produkty 2 reakce, části stříbrné vrstvy 2 a pak pomocí 15% vodného roztoku kyseliny solné části spodní vrstvy 18 ze stejných míst (obr. 26). Tímto způsobem byla zhotovena fotošablona, která obsahovala transparentní a neprůhledné oblasti.

V požadovaných případech byly pomocí 30% vodného roztoku hydroxidu amonného odstraněny produkty 2 reakce (obr. 27). Pomocí 1% vodného roztoku kyseliny dusičné byly odstraněny také zachované části stříbrné vrstvy 2 a tím byla získána velmi stabilní fotošablona znázorněná na obr. 28.

P ř í k l a d 9

Na 2 mm silnou planoparalelní desku ze skla o rozměrech 40 x 40 mm byla ve vakuu 3,99 mPa nanášena 150 nm silná zlatá vrstva při zakrytí 1/4 desky maskou. Poté byla maska přemístěna na druhý konec podložky a byla nanášena 300 nm silná vrstva selenidu arsenitého, která překryla volnou část podložky a větší díl zlaté vrstvy. Dále byla volná část zlaté vrstvy a velká část vrstvy selenidu arsenitého, která byla na zlatou vrstvu nanášena, překryta maskou. Pak byla nanášena 20 nm silná vrstva hliníku a dále 25 nm silná vrstva stříbra. Pomocí stříbrné pasty byly na stříbrnou vrstvu a na volnou část zlaté vrstvy připevněny kontakty pro přívod elektrického pole.

Poté byl na materiál projektován obraz šablony. Jako zdroj záření byl použit heliový laser. V nepřítomnosti elektrického pole vykazoval materiál vůči záření nízkou citlivost, protože v nepřítomnosti elektromagnetického záření zabráňovala hliníková závěrná vrstva chemickou reakci mezi vrstvou selenidu arsenitého a vrstvou stříbra, a při výskytu elektro-

magnetického záření tyto reakce zeslabovala. Při přiložení elektrického pole na materiál silně narůstala citlivost systému vůči záření hélioneonového laseru, protože se přitom snižoval vliv závěrné vrstvy, a obraz šablony byl zaznamenán během několika sekund.

Je třeba podotknout, že zvýšení citlivosti materiálu bylo prokázáno jenom v tom případě, když byl na horní elektrodu, hliník-stříbro, přiložen kladný potenciál. Velikost napětí přiváděného na elektrody ze stejnosměrného zdroje činila 8 až 10 V. Po expozici byla odstraněna pomocí roztoku obsahujícího 15 g $K_2Cr_2O_7$ 60 g H_2SO_4 a 500 ml H_2O stříbrná vrstva, která nevstoupila do chemické reakce s vrstvou selenidu arsenitého. Pak byla odstraněna pomocí 5% roztoku KOH hliníková vrstva z míst, která nebyla chráněna produkty reakce, a byla až do dosažení určité hloubky, závisející na době leptání, podle doby leptání, odleptána vrstva selenidu arsenitého. Tímto způsobem byl získán výrobek s hlubokým reliéfem.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zhotovování reliéfních výrobků dané konfigurace při použití materiálu citlivého na elektromagnetické a korpuskulární záření, spočívající v nanesení kovové vrstvy na podložku, v nanesení vrstvy anorganické látky na kovovou vrstvu, způsobil s ní chemicky reagovat a vytvářet přitom reakční produkty, které se ve svých fyzikálních a chemických vlastnostech liší od fyzikálních a chemických vlastností kovové vrstvy a vrstvy z anorganické látky, dále v promítnutí obrazu s danou konfigurací na nanesené vrstvy, v exponování a v odstranění přebytečných částí vrstev při dosažení reliéfního obrazu s danou konfigurací, vyznačující se tím, že před nanesením vrstvy anorganické látky na kovovou vrstvu se na kovovou vrstvu nanese závěrná vrstva z látky, která je schopná působením elektromagnetického a korpuskulárního záření buď být inertní vůči kovové vrstvě a vrstvě z anorganické látky nebo s jednou z nich chemicky reagovat a která představuje v nepřítomnosti elektromagnetického a korpuskulárního záření inertní látku vůči kovové vrstvě a vrstvě z anorganické látky, přičemž tloušťka závěrné vrstvy dostačuje k tomu, aby se v nepřítomnosti elektromagnetického a korpuskulárního záření zabránilo chemickým reakcím mezi kovovou vrstvou a vrstvou z anorganické látky, ale aby tyto probíhaly při výskytu elektromagnetického a korpuskulárního záření, a při procesu odstraňování přebytečných částí vrstev se odstraní též přebytečné části závěrné vrstvy.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se závěrná vrstva nanáší zpracováváním povrchu kovové vrstvy v atmosféře plyných kyselin a/nebo fluóru, chlóru, bromu, jódu, síry, selénu nebo telurů.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se závěrná vrstva nanáší vylučováním ve vakuu.

4. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se závěrná vrstva nanáší chemickým vysrážením.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se závěrná vrstva nanáší ponořením do roztoku obsahujícího látku závěrné vrstvy.

6. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se závěrná vrstva nanáší ponořením do chemicky aktivního tekutého prostředí.

7. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se závěrná vrstva nanáší poléváním.

8. Způsob podle bodu 1, u něhož se po exponování odstraňuje vrstva anorganické látky, která chemicky nereagovala s kovovou vrstvou, vyznačující se tím, že se závěrná vrstva po odstranění vrstvy anorganické látky odstraňuje z neexponovaných míst.

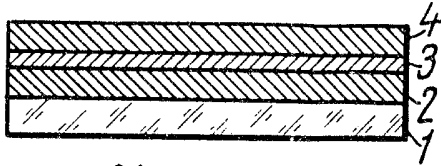
9. Způsob podle bodu 8, vyznačující se tím, že se odstraňování přebytečných částí závěrné vrstvy provádí chemickým leptáním.

10. Způsob podle bodu 8, vyznačující se tím, že se odstraňování přebytečných částí závěrné vrstvy provádí mechanickou cestou.

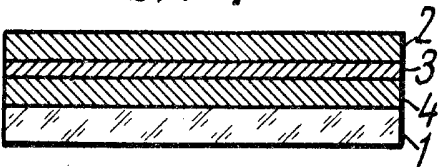
11. Způsob podle bodu 8, vyznačující se tím, že se odstraňování přebytečných částí závěrné vrstvy provádí tepelně tepelnou sublimací.

12. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se při expozici přiloží na materiál elektrické pole.

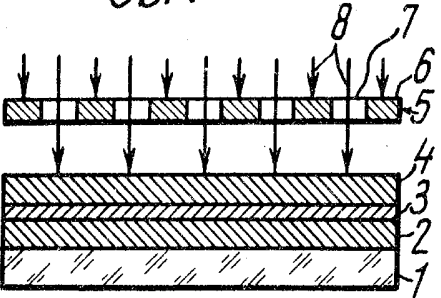
2 listy výkresů



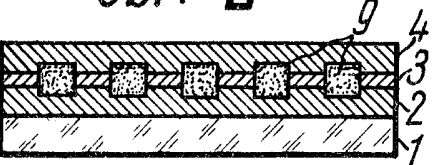
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



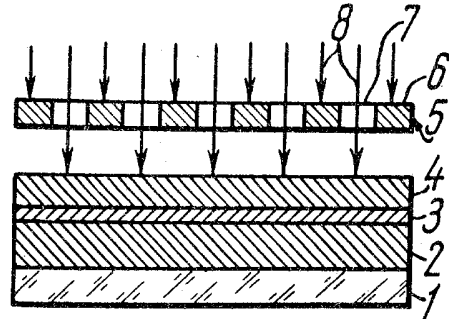
Obr. 5



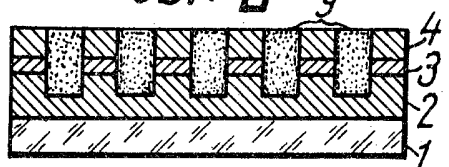
Obr. 6



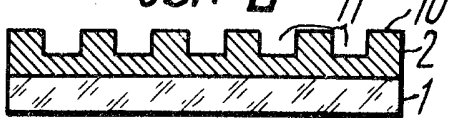
Obr. 7



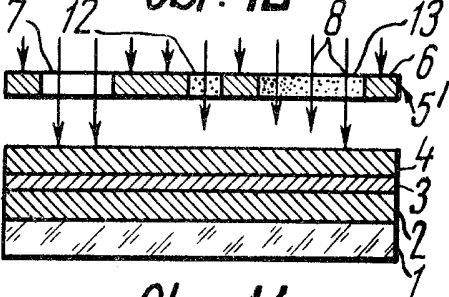
Obr. 8



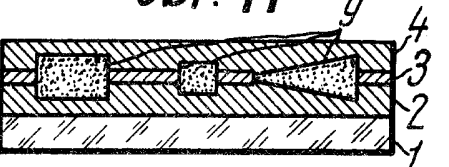
Obr. 9



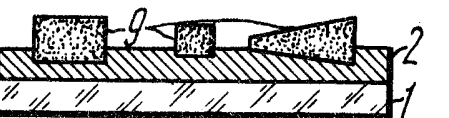
Obr. 10



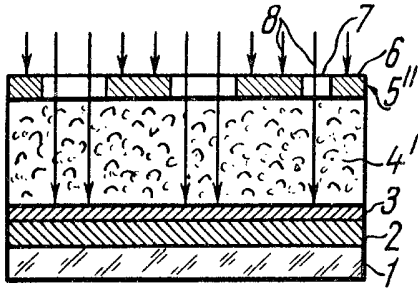
Obr. 11



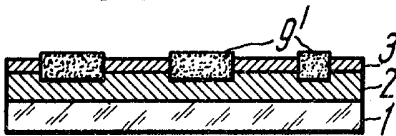
Obr. 12



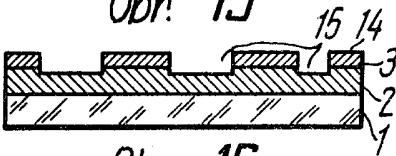
Obr. 13



Obr. 14



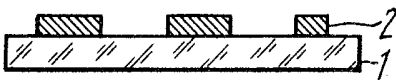
Obr. 15



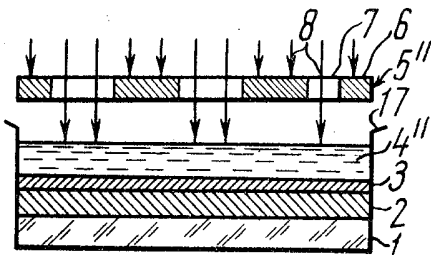
Obr. 16



Obr. 17



Obr. 18



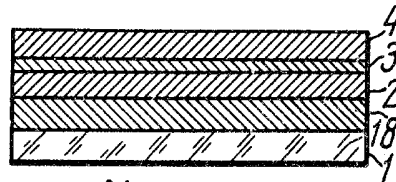
Obr. 19



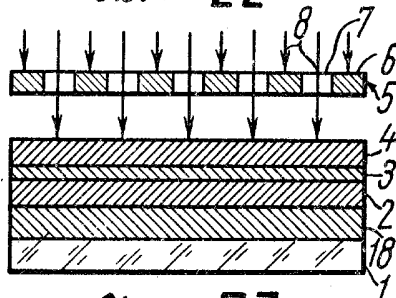
FIG. 20



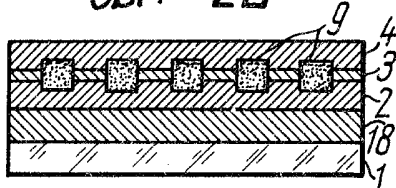
Obr. 21



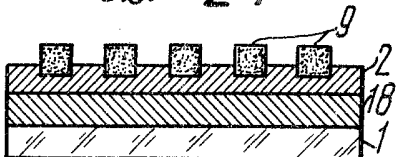
Obr. 22



Obr. 23



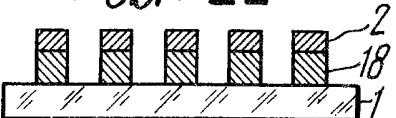
Obr. 24



Obr. 25



Obr. 26



Obr. 27



Obr. 28