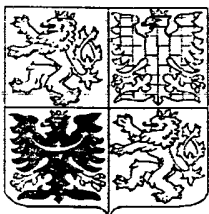


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 1418-93

(13) A3

5(51)

B 23 K 26/08

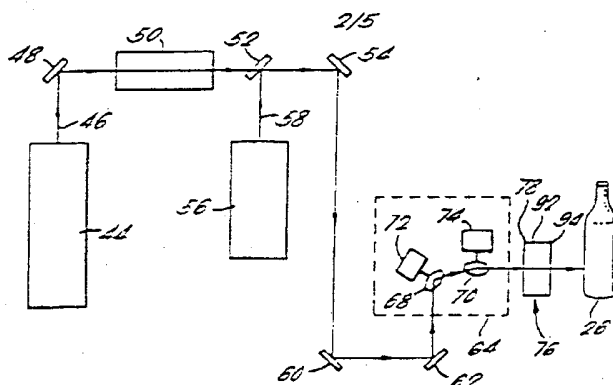
- (22) 15.01.92
(32) 15.01.92, 17.01.91, 08.05.91, 05.11.91
(31) 92GB/9200084, 91/1063, 91/9935, 91/23609
(33) WO, GB, GB, GB
(40) 15.12.93

(71) UNITED DISTILLERS PLC, Edinburgh, GB;

(72) Clement Robert Marc, Swansea, GB;
Ledger Neville Richard, Swansea, GB;

(54) **Způsob a zařízení pro značení pohybujícího se předmětu**

(57) Při způsobu označování pohybujícího se předmětu (26) se na pohybující se předmět (26) usměřňuje paprsek s vysokou hustotou energie. Tento paprsek se potom soustřeďuje pro vytvoření osvětlovacího bodu v místě na povrchu nebo uvnitř pohybujícího se předmětu (26) a tento bod se přemísťuje souhlasně s výslednicí dvou pohybových složek, z nichž první je rovna rychlosti pohybu předmětu (26) a druhá se vztahuje k pohybujícímu se předmětu (26) k vytvoření značky předem stanoveného tvaru. Zařízení k provádění tohoto způsobu obsahuje ústrojí pro tvorbu paprsku (46, 58) s vysokou hustotou energie a usměrňování tohoto paprsku (46, 58) na pohybující se předmět (26), ústrojí pro soustřeďování paprsku (46, 58) a vytvoření osvětleného bodu v místě na pohybujícím se předmětu (26) nebo uvnitř pohybujícího se předmětu (26) a ústrojí pro ovládání pohybu tohoto osvětleného bodu souhlasně s výslednicí dvou pohybových složek.



171 332/JT

Způsob a zařízení pro označování pohybujícího se předmětu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu a zařízení pro značkování pohybujícího se předmětu pomocí paprsku s vysokou hustotou energie.

Dosavadní stav techniky

Mnoho výrobků se vyrábí nebo zpracovává na výrobních linkách, na kterých se předměty a výrobky dopravují plynulým pohybem z jedné pracovní stanice do další, dokud neproběhne celý výrobní proces nebo dokud se neuskuteční všechny pracovní operace. Do výrobních linek je často zařazováno značení zpracovávaných předmětů, které ovšem vyvolává požadavek, aby zařízení bylo schopno označovat předměty bez výrazného ovlivnění plynulého pohybu výrobní linky.

Jedním z takových známých a v současné době používaných zařízení je inkoustový tryskový značkovač, který je schopen usměrňovat řízený paprsek inkoustu na pohybující se obal, na kterém se tak vytváří požadovaný znak nebo označení. Taková zařízení jsou schopna označit až 1000 předmětů za minutu, ale vyžadují trvalé sledování a provádění častých prohlídek, aby se předešlo ucpání trysek nebo jiným závadám ve vytváření paprsku značkovací barvy. Pro provádění těchto prohlídek je v mnoha případech nutno zastavit výrobní linku, což má za následek ztráty výrobního nebo pracovního času. Kromě toho zařízení tohoto typu mají velkou spotřebu značkovacího materiálu, například inkoustu a rozpouštědel, což vede k vysokým provozním nákladům. U tohoto značkování je také problematickou trvanlivost a nesmazatelnost vytvořených značek.

Laserové značení poskytuje na druhé straně čistou a příznivou alternativu k inkoustovému tryskovému označování předmětů a vytváří označené předměty se skutečně nesmazatel-

nou značkou.

Obecně řečeno, běžné průmyslové laserové označovací techniky spadají do jedné ze dvou základních kategorií. V první z těchto dvou kategorií paprsek nezaostřeného záření laseru prochází maskou tak, že na předmětu vytváří obrazec požadovaného tvaru, zatímco v druhé kategorii se paprsek záření laseru pohybuje po povrchu označovaného předmětu a zanechává za sebou stopu tvořící postupně požadovaný obrazec.

US-PS 4 758 703 obsahuje příklad takové označovací metody spadající do první kategorie a popisuje způsob skrytého zakódování obrazce viditelného pouze mikroskopem na povrch pohyblivého se předmětu. Při provádění tohoto způsobu se přítomnost pohyblivého se předmětu snímá a rychlost přibližování předmětu se měří, přičemž ve vhodném okamžiku, kdy předmět prochází kolem hlavy laseru, se vyšle paprsek neostřeného záření laseru, které je usměrněno na povrch předmětu přes tvarovou masku. Tato tvarová maska svým tvarem odpovídá vytvářenému obrazci značky a obsahuje clonici desku nající průřezovou plochu větší než je průřezová plocha paprsku a obsahuje soustavu otvorů, které mohou nebo nemusí být zakryty. Při svém průchodu maskou se paprsek zaostřuje, aby se zmenšila velikost obrazce vytvářeného na povrchu obalu a také aby se zvýšila intenzita paprsku. Při provádění tohoto způsobu je intenzita paprsku pečlivě kontrolována, aby výsledný obrazec byl jen zcela nepatrně vyleptán a zůstal tak prostým okem neviditelný.

GB-PA 9117521.6 stejného přihlašovatele obsahuje příklad rozkladového způsobu laserového značení povrchu předmětu a týká se způsobu a zařízení pro vytváření označených těles z materiálu s podpovrchovou značkou ve formě oblasti se zvýšenou opacitou pro elektromagnetické záření. Při provádění tohoto způsobu se usměrňuje na povrchu označovaného předmětu paprsek s vysokou hustotou energie, pro který je materiál

předmětu transparentní, paprsek se soustřeďuje do ohniska v místě vzdáleném od povrchu předmětu a nacházejícím se uvnitř předmětu tak, aby se vyvolala lokalizovaná ionizace materiálu. GB-PA 9117521.6 se kromě toho týká také předmětu označeného způsobem podle tohoto řešení nebo využití zařízení k provádění tohoto způsobu.

I když má rozkladový způsob laserového označování výhodu spočívající v tom, že tato metoda je podstatně pružnější, protože umožňuje provádět změny tvaru hotovené značky z vnějšku bez přerušování činnosti laseru, nezbytného při výměně částí clonící masky, nemohla ještě tato technika být využita v průmyslovém měřítku pro označování pohybujících se předmětů, protože byla obava, že by výsledná značka mohla být rozmazaná nebo jinak zdeformovaná ve směru pohybu předmětu. Tato obava vedla k tomu, že rozkladová laserová označovací metoda byla používána v případech, kdy byl označovaný předmět nepohyblivý, zatímco pro pohybující se předměty byla vyčleněna metoda označování předmětu paprskem procházejícím clonící maskou, i když ostrost a zřetelnost značky vytvářené touto maskovací metodou je také výrazně omezena a je závislá na rychlosti pohybujícího se předmětu.

Podstata vynálezu

Nedostatky těchto známých metod jsou odstraněny způsobem značení pohybujícího se předmětu podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na pohybující se předmět se usměrňuje paprsek s vysokou hustotou energie, tento paprsek se potom soustřeďuje pro vytvoření osvětlovacího bodu v místě na povrchu nebo uvnitř pohybujícího se předmětu a tento bod se přemísťuje souhlasně s výslednicí dvou pohybových složek, z nichž první je rovna rychlosti pohybu předmětu a druhá se vztahuje k pohybujícímu se předmětu pro vytvoření značky předem stanoveného tvaru.

V dalším výhodném provedení způsobu podle vynálezu se přídatně zjišťuje rychlost pohybujícího se předmětu. I když bylo zjištěno, že rychlost pohybu pohybujícího se předmětu může být určována snímáním rychlosti pohybu dopravního ústrojí, na kterém se pohybující se předmět dopravuje, je výhodnější určovat rychlost pohybujícího se předmětu pomocí přímého měření.

Ve výhodném provedení způsobu podle vynálezu se paprsek s vysokou hustotou energie usměrní na pohybující se předmět tak, že dráha pohybujícího se předmětu protne dráhu vyslaného paprsku s vysokou hustotou energie a že paprsek s vysokou hustotou energie se vyše v předem stanoveném čase po průchodu pohybujícího se předmětu polohou se známou vzdáleností od bodu vzájemného protnutí, přičemž tento čas je závislý na rychlosti pohybujícího se předmětu.

V jiném konkrétním provedení způsobu podle vynálezu se paprsek s vysokou hustotou energie přivede do ohniska v místě nacházejícím se uvnitř pohybujícího se předmětu, aby se vyvolala lokalizovaná ionizace materiálu a vytvářela se značka ve formě oblasti materiálu, mající zvýšenou opacitu pro elektromagnetické záření. V tomto výhodném provedení vynálezu může být pohybující se předmět z materiálu transparentního pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti, takže vytvořená značka je viditelná prostým okem. Transparentním materiálem v tomto smyslu může být sklo nebo plast. V alternativním výhodném provedení může být pohybující se předmět vytvořen z materiálu opakního pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti, takže značka může být "viděna" jen s pomocí optických přístrojů pracujících s příslušnou vlnovou délkou elektromagnetického spektra. I když tato značka není schopna plnit některé funkce viditelného označení předmětu, představuje v tomto provedení dokonale nesmazatelnou a skrytou značku.

Značka může v tomto nebo libovolném jiném provedení obsahovat nejméně jednu číslici, písmeno nebo symbol, popřípadě jejich kombinaci, přičemž tyto znaky mohou tvořit identifikační znak, ochrannou známku, strojově čitelný kód nebo libovolné jiné označení. Značka může být navíc trojrozměrná.

Podstata zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu pro označování pohybujícího se předmětu spočívá v tom, že toto zařízení obsahuje ústrojí pro tvorbu paprsku s vysokou hustotou energie a usměrňování tohoto paprsku na pohybující se předmět, ústrojí pro soustřeďování paprsku a vytvoření osvětleného bodu v místě na pohybujícím se předmětu nebo uvnitř pohybujícího se předmětu a ústrojí pro ovládání pohybu tohoto osvětleného bodu souhlasně s výslednicí dvou pohybových složek, z nichž první je rovna rychlosti pohybujícího se předmětu a druhá má takový vztah k pohybujícímu se předmětu, aby se vytvořila značka předem stanoveného tvaru.

Ve výhodném provedení zařízení podle vynálezu obsahuje ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu podle výslednice dvou pohybových složek prostředky pro ovládání pohybu tohoto bodu souhlasně s druhou pohybovou složkou, přičemž tyto prostředky zejména obsahují nejméně jedno pohyblivé zrcadlo, umístěné v dráze paprsku. Pohyb pohyblivého zrcadla může být ovládán programem počítače, umožňujícím snadné ovládání zrcadla pro vytvoření konečného tvaru značky, přičemž pohyblivé zrcadlo může obsahovat zrcadlo galvanometru. I když ovládání pohybu pohyblivého zrcadla může být zajišťováno libovolnými vhodnými prostředky a ústrojími, například servomotory nebo ručními pákovými ovladači, zrcadlo upravené jako součást galvanometru má výhodu v rychlé reakci a ve snadnosti ovládání, což poskytuje tomuto řešení značné přednosti a výhody oproti alternativním řešením ovládacích ústrojí.

V jiném konkrétním provedení zařízení podle vynálezu je ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s druhou z pohybových složek rovněž upraveno pro ovládání pohybu tohoto bodu v souladu s první z obou pohybových složek.

V dalším výhodném provedení zařízení podle vynálezu obsahuje ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s výslednicí dvou pohybových složek přídavné ústrojí pro ovládání pohybu bodu v souladu s první z obou pohybových složek, přičemž ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s první z obou pohybových složek obsahuje nejméně jedno otočně upevněné zrcadlo, jehož rychlost otáčení je měněna v souladu s rychlostí pohybujícího se předmětu.

Nejméně jedno otočně uložené zrcadlo je v dalším konkrétním provedení opatřeno soustavou broušených plošek.

V ještě jiném provedení vynálezu obsahuje ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s první z obou pohybových složek nejméně jedno zrcadlo pohyblivé stejnou rychlostí jako pohybující se předmět.

V alternativním provedení zařízení podle vynálezu obsahuje ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s první z obou pohybových složek nejméně jeden akusticko-optický nebo elektro-optický krystal.

Zařízení podle vynálezu může být podle jiného provedení opatřeno ústrojím pro zjišťování rychlosti pohybujícího se předmětu. I když bylo zjištěno, že rychlost pohybujícího se tělesa je možno určovat snínáním rychlosti pohybu dopravního prostředku dopravujícího pohybující se předmět, ovšem výhodnější je přímé určování rychlosti prováděné přímým měřením. Například ve výhodném provedení je rychlost pohybujícího se předmětu zjišťována měřením času, který pohybující se předmět

potřebuje k přemístění mezi dvěma optodetektory, umístěnými ve známém odstupu od sebe.

Za výhodné se považuje také takové provedení zařízení podle vynálezu, u kterého je paprsek s vysokou hustotou energie usměrněn na pohybující se předmět protnutím dráhy paprsku s vysokou hustotou energie drahou pohybu pohybujícího se předmětu a zařízení je opatřeno ústrojím pro vyslání paprsku s vysokou hustotou energie v předem určeném čase po průchodu pohybujícího se předmětu polohou se známou vzdáleností od průsečíku obou drah, přičemž tento čas je závislý na rychlosti pohybu pohybujícího se předmětu.

Ústrojí pro soustřeďování paprsku zejména obsahuje čočkový prvek s ohniskovou délkou, která se mění napříč jeho šířky, aby se tak kompenzoval zejména rozostřovací účinek. V alternativním provedení nebo navíc může zařízení pro soustřeďování paprsku obsahovat objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností, kterým se jednak kompenzuje zejména rozostřovací účinek nebo se umožňuje vytváření značky v různých hloubkách materiálu přemětu a tím se dosahuje vytváření trojrozměrné značky. V jiném provedení vynálezu obsahuje ústrojí pro soustřeďování paprsku rozptylnou čočku.

Jestliže je označení předmětu tvořeno povrchovou značkou, je ústrojí pro vysílání paprsku s vysokou hustotou energie tvořeno CO_2 laserem.

V jiném výhodném provedení, u kterého je označení předmětu tvořeno podpovrchovou značkou, obsahuje ústrojí pro vysílání paprsku s vysokou hustotou energie laser, který je zaostřen, aby měl špičkovou hodnotu hustoty energie nejméně 10 J/cm^2 . Této špičkové hodnoty hustoty energie je především dosaženo laserem, který je zaostřen tak, aby měl hustotu energie v ohnisku nejméně 10^7 W/cm^2 a který pracuje v impulzním

režimu s dobou trvání jednoho impulzu nejméně 10^{-6} sekundy. Jestliže za těchto podmínek je označovaný předmět transparentní pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti, potom ústrojí pro vytváření paprsku s vysokou hustotou energie obsahuje Nd-YAG (neodymový laser na dotovaném aluminio-ytritovém granátu) laser, pracující s vlnovou délkou $1,06 \mu\text{m}$.

Zařízení je v dalším výhodném provedení opatřeno sekundárním zdrojem viditelného záření laseru pro usnadnění zaměření paprsku s vysokou hustotou energie.

Dopravní pás je zejména upraven pro dopravu pohybujícího se předmětu a je opatřen ústrojí pro kontrolu příčné polohy pohybujícího se předmětu na dopravním pásu.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude blíže objasněn pomocí příkladů provedení zařízení pro označování pohybujícího se předmětu, zobrazených na výkresech, kde znázorňují obr. 1 schematický půdorysný pohled na laserovou označovací stanici podle druhého hlediska vynálezu, ve které jsou značkovací zařízení a snímací modul zobrazeny v polohách vedle plynule se pohybujícího dopravního pásu, obr. 2 axonometrický pohled na snímací modul z obr. 1, obr. 3 schematické znázornění značkovacího zařízení, obr. 4 axonometrický pohled na zapojení, kterým je ve značkovacím zařízení z obr. 1 rozváděna elektrická energie, obr. 5 postupový diagram kombinovaného sledu pracovních operací značkovacího zařízení a snímacího modulu z obr. 1, obr. 6 schematické znázornění značkovacího zařízení ve druhém příkladném provedení, obr. 7 schematické znázornění značkovacího zařízení ve třetím příkladném provedení a obr. 8 schematické znázornění značkovacího zařízení ve čtvrtém příkladném provedení.

Příklady provedení vynálezu

Laserová značkovací stanice podle vynálezu obsahuje značkovací zařízení 10 a snímací modul 12, přičemž obě tato ústrojí jsou uložena ve společné ochranné skříni 14, která je uspořádána obkročmo nad plynule se pohybujícím dopravním pásem 16.

Dopravní pás 16 má obecně dostatečnou šířku pro dopravu kusů materiálu nebo jiných předmětů, které mají být označeny, do laserové značkovací stanice a je tvořen pohybujícím se rovinným pásem 18 a dvěma svislými bočními obrubami 20, 22, vystupujícími ve svislém směru z podélných okrajů rovinného pásu 18. První svislá boční obruba 20 je pevně uchycena vzhledem k rovinnému pásu 18, zatímco druhá svislá boční obruba 22 je pohyblivá vzhledem k rovinnému pásu 18 a může se přestavovat pomocí seřizovacího šroubu 24. Dotažením seřizovacího šroubu 24 se vzájemná vzdálenost mezi oběma svislými bočními obrubami 20, 22 zmenší a tím se zúží účinná šířka dopravního pásu 16.

Označovaný předmět 26, kterým je v příkladném provedení zobrazeném na výkresech skleněná láhev, se dopravuje do laserové značkovací stanice dopravním pásem 16 a vstupuje do ochranné skříně 14 prvním otvorem 28. Potom se skleněná láhev, představující v tomto příkladném provedení předmět 26, dále dopravuje kolem snímacího modulu 12 a kolem značkovacího zařízení 10, než vyjde z ochranné skříně 14 druhým otvorem 30. Z bezpečnostních důvodů je vzdálenost mezi značkovacím zařízením 10 a každým z obou otvorů, to znamená prvním otvorem 28 a druhým otvorem 30, tak veliká, aby se zajistilo, že obsluha zařízení nemůže náhodně sáhnout dovnitř ochranné skříně 14 tak hluboko, aby se ruka dostala před značkovací zařízení 10.

Snímací modul 12 je ve zvětšeném měřítku zobrazen na obr. 2 a obsahuje dvojici optodetektorů 32, 34, umístěných vedle sebe a vedle dopravního pásu 16. Každý z optodetektorů 32, 34 obsahuje zdroj 36 světla a vhodný detektor 38 a je umístěn proti dvojici příslušných odrazných reflektorů 40, 42, umístěných na protilehlé straně dopravního pásu 16. Světlo emitované ze zdroje 36 světla směrem k protilehlým odrazným reflektorům 40, 42 a je odraženo zpět směrem k optodetektorům 32, 34, ve kterých je zachycováno detektorem 38. Pokud není mezi optodetektoem 32, 34 a odpovídajícím odrazným reflektorem 40, 42 žádná překážka, jak je to zobrazeno z druhého optodetektoru 34 na obr. 2, je množství světla zachycované detektorem 38 maximální. Je-li naproti tomu optická dráha mezi optodetektoem 32 a odpovídajícím odrazným reflektorem 40 přerušena například označovaným předmětem 26, dopravovaným na dopravním pásu 16, jak je to znázorněno na obr. 2 u prvního optodetektoru 32, potom množství světla odraženého příslušným odrazným reflektorem, v tomto případě prvním odrazným reflektorem 40, a snímaného detektorem 38 poklesne pod nastavenou prahovou hodnotu a tím se generuje odpovídající signál.

Aby se zvýšila citlivost každého z optodetektorů 32, 34, je zdroj 36 světla vybrán tak aby emitoval světlo ve viditelném pásmu nebo v pásmu blízkém infračervenému pásmu elektromagnetického spektra, zatímco detektor 38 je volen nejen s ohledem na selektivní citlivost v těchto vybraných frekvenčních rozsazích, ale také na schopnost reagovat jen na světlo mající polarizační charakteristiky zdroje 36 světla. Při této volbě je detektor 38 necitlivý na světlo emanované z jiných zdrojů než je zdroj 36 světla nebo na světlo odražené od povrchů jiných částí zařízení než jsou povrchy přiřazených odrazných reflektorů, například od povrchu předmětu 26 přiváděného k označování, protože tyto odrazy mají zpravidla jiné polarizační charakteristiky.

Značkovací zařízení 10 je zobrazeno ve zvětšeném měřítku na obr. 3 a obsahuje zdroj 44 laserového záření 46, které je usměrněno tak, aby protnul dráhu pohybujícího se předmětu 26, kterým je v tomto příkladu skleněná láhev.

V prvním příkladném provedení je značkovací zařízení 10 navrženo tak, aby usnadňovalo značení povrchu pohybujícího se předmětu 26, například skleněné láhve. Pro tento účel je laserové záření 46 s dostatečnou hustotou energie nasměrováno směrem k předmětu 26, na kterém dochází v oblastech ozářených dopadajícím paprskem k tavení materiálu a k jeho stékání, které zanechává výsledné označení. V příkladném provedení zobrazeném na obr. 3 obsahuje zdroj 44 laserového záření 46 vysokofrekvenční excitovaný simulovaný CO_2 laser s trvalou vlnou, který emituje paprsek laserového záření 46 mající délku vlny $10.6 \mu\text{m}$ a který je v důsledku toho neviditelný prostým okem. Paprsek laserového záření 46, emitovaný zdrojem 44 ve formě CO_2 laseru, naráží na první odraznou plochu 48, která usměrňuje paprsek laserového záření 46 skrze expandér 50 paprsku a polopropustné zrcadlo 52 na druhou odraznou plochu 54. Druhý zdroj laserového záření ve formě nízkovýkonového He-Ne (helium-neonového) laseru 56 je umístěn vedle zdroje 44 ve formě CO_2 laseru a emituje sekundární paprsek 58 viditelného laserového záření s vlnovou délkou 638 nm . Sekundární paprsek 58 viditelného laserového záření dopadá na polopropustné zrcadlo 52, kterým je odražen směrem k druhé odrazné ploše 54 koincidenčně s paprskem záření 46 laseru, emitovaným zdrojem 44 laserového záření 46 CO_2 laseru. Polopropustné zrcadlo 52 musí mít takové vlastnosti, aby bylo schopno propouštět elektromagnetické záření s vlnovou délkou $10.6 \mu\text{m}$, zatímco elektromagnetické záření s vlnovou délkou 638 nm by mělo odrážet. Tím je vytvořen sekundárním paprskem 58 viditelného laserového záření kombinovaný paprsek $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ laserového záření 46 se sekundárním paprskem 58, který obsahuje viditelnou složku, usnadňující optické zaměření paprsku.

Po svém sloučení jsou oba koincidenční paprsky 46. 58 odraženy druhou odraznou plochou 54 směrem k třetí odrazné ploše 60 a od této třetí odrazné plochy 60 se odrážejí dále směrem ke čtvrté odrazné ploše 62. Ze čtvrté odrazné plochy 62 se kombinovaný paprsek 46. 58 ještě jednou odráží směrem k hlavicové jednotce 64, ze které se kombinovaný paprsek 46. 58 nakonec usměrňuje tak, aby protnul dráhu pohybujícího se předmětu 26. Aby se usnadnilo značení v různých výškách od základny předmětu 26, je třetí odrazná plocha 60 upevněna společně se čtvrtou odraznou plochou 62 a společně s hlavicovou jednotkou 64 tak, aby tyto části byly nastavitelné ve svislé rovině působením neznázorněného krokového motoru 66.

Uvnitř hlavicové jednotky 64 naráží kombinovaný $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsek 46. 58 postupně na dvě pohyblivá zrcadla 68. 70. První pohyblivé zrcadlo 68 je umístěno tak, že je skloněno ke kombinovanému paprsku 46. 58, který na ně naráží po svém odrazu od čtvrté odrazné plochy 62, přičemž toto první pohyblivé zrcadlo 68 se pohybuje takovým způsobem, že vyvolává pohyb od něj odraženého paprsku ve svislé rovině. Druhé pohyblivé zrcadlo 70 je podobně skloněno, tentokrát k paprsku 46. 58, který na ně naráží po svém předchozím odrazu od prvního pohyblivého zrcadla 68, přičemž je pohyblivé takovým způsobem, že odražený paprsek 46. 58 se pohybuje ve vodorovné rovině. Z tohoto konstrukčního uspořádání je odborníkům zřejmé, že paprsek vystupující z hlavicové jednotky 64 se může pohybovat v libovolném požadovaném směru v důsledku současně probíhajících pohybů prvního odrazného zrcadla 68 a druhého odrazného zrcadla 70. Aby se usnadnilo ovládání jejich pohybů, jsou obě pohyblivá zrcadla 68 upevněna na prvním galvanometru 72 a na druhém galvanometru 74. I když je možno pohyb obou pohyblivých zrcadel 68. 70 ovládat různými ovládacími ústrojími, například samostatnými servomotory nebo ručním pákovým ovladačem, zvolené řešení kombinuje rychlost

reakce se snadností ovládání, která představuje výraznou výhodu mezi možnými alternativními provedeními ovládacích ústrojí.

Kombinovaný paprsek 46. 58. vystupující z hlavicové jednotky 64. je zaostřen při svém průchodu soustavou 76 čoček, která obsahuje jeden nebo několik čočkových prvků 78. První čočkový prvek 78 je schopen zaostřit kombinovaný paprsek 46. 58 do ohniska nacházejícího se ve zvoleném místě na povrchu označovaného předmětu 26. Jak známo, maximální hustota energie kombinovaného paprsku 46. 58 je nepřímo úměrná druhé mocnině poloměru paprsku 46. 58, dopadajícího na předmět 26 po svém zaostření čočkovými prvky 78. Tak pro paprsek 46. 58 elektromagnetického záření s vlnovou délkou λ a poloměrem R v místě dopadu na čočku s ohniskovou délkou f je přibližná hodnota hustoty energie E v ohnisku dána rovnicí:

$$E = \frac{PR^2}{\lambda 2_f^2} \quad \text{W/m}^2,$$

kde P je energie produkovaná laserem. Z této rovnice je také dobře patrná hodnota a účel expandéru 50 paprsku, protože zvětšení průměru R paprsku slouží ke zvětšení hustoty energie E v ohnisku. Čočkový prvek 78 je zejména tvořen čočkami s krátkou ohniskovou délkou, která se pohybuje v rozsahu od 70 mm do 80 mm, takže hustota energie je v ohnisku paprsku 46. 58 větší než 300 W/cm^2 . U hustoty energie tohoto řádu dochází k tepelné interakci na povrchu označovaného tělesa 26, na kterém je dopadající paprsek 46. 58 absorbován ve formě tepla. Toto lokalizované zahřívání vyvolává tavení povrchu předmětu 26, přičemž roztavený materiál může stékat do jiných míst povrchu a zanechává za sebou stopu vepsanou do povrchu označovaného předmětu 26. Pohybem ohniska paprsku 46. 58, vyvolávaným pohybem pohyblivých zrcadel 68. 70, může být značka vepsaná do povrchu předmětu 26 vytvořena v požadovaném tvaru a zejména může obsahovat nejméně jednu číslici, písmo-

no, symbol nebo jejich kombinaci, které mohou představovat ve svém celku identifikační značku, ochrannou známku nebo strojově snímatelný kód, popřípadě jiné požadované znaky.

Hustota energie, potřebná pro dosažení požadované tepelné interakce na povrchu označovaného předmětu 26, bude pochopitelně závislá na materiálu předmětu 26 a na rychlosti, jakou se paprsek 46, 58 pohybuje po povrchu předmětu 26. Materiály takového druhu jako je organické sklo mohou být označovány paprskem 46, 58 majícím hustotu energie jen asi kolem 50 W/cm^2 , zatímco pro označování některých kovových materiálů je nutno, aby paprsek 46, 58 měl hustotu energie přibližně kolem 1 MW/cm^2 . Předměty 26 ze skla jsou mezi oběma těmito extrémními případy a mohou být opatřovány označovacím znakem pomocí paprsku 46, 58 s hustotou energie větší než 300 W/cm^2 a s rychlostí pohybu po povrchu předmětu 26 kolem 3 m/sec .

V zájmu bezpečnosti jsou oba lasery 44, 56 a také jejich paprsky 46, 58 uzavřeny v bezpečnostní komoře 80, zobrazené na obr. 4, přičemž kombinovaný paprsek 46, 58 vystupuje z bezpečnostní komory 80 teprve po průchodu soustavou 76 čoček. Přístup k oběma laserům 44, 56 a k různým optickým prvkům umístěným v dráze příslušných paprsků 46, 58 je umožněn dveřním křídlem 82, které je spojeno s blokovacím ústrojím 84, které zamezuje uvedení CO_2 laseru 44 do činnosti při otevřeném dveřním křídle 82. Je třeba připomenout, že He-Ne laser 56 nemusí být nutně podobně spojen s blokovacím ústrojím, protože pracuje s velmi malým výkonem a nepředstavuje proto pro kvalifikovanou obsluhu významnější nebezpečí.

Jedna fáze hlavního elektrického přívodu o napětí 240 V je přiváděna přes blokovací ústrojí 84 dveřního panelu 82 do hlavní rozvodné jednotky 86, která je umístěna pod bezpečnostní komorou 80 a je od ní odizolována, aby se zamezilo jakýmkoliv elektrickým účinkům, které by rušily činnost laserů

44, 56. Z hlavní rozvodné jednotky 86 je hlavním přívodem přiváděna elektrická energie do CO₂ laseru 44 a do He-Ne laseru 56 a také do chladičové jednotky 88, která slouží pro chlazení CO₂ laseru 44. Dalším přívodním vodičem je elektrická energie přiváděna také ke krokovému motoru 66 a k počítači 90. Měníč střídavého proudu na proud stejnosměrný zajišťuje společně s připojeným regulátorem napětí napájení He-Ne laseru 56 regulovaným stejnosměrným napětím 9 V, 12 V a 15 V, aby se podpořil čerpací mechanismus, a také druhého blokovacího ústrojí 92, které zamezuje předčasnému spuštění CO₂ laseru 44, přičemž touto elektrickou energií je napájena také hlavicová jednotka 64 a zejména první galvanometr 72 a druhý galvanometr 74, aby se zajistil předem stanovený pohyb prvního pohyblivého zrcadla 68 a druhého pohyblivého zrcadla 70.

Sled kombinovaných pracovních operací značkovacího zařízení 10 a snímacího modulu 12 je zobrazen schematicky na obr. 5 a začíná spuštěním činnosti počítače 90 provádějícím počítačí operace nebo vyhledávání pro identifikaci následující značky, která má být vytvářena. Jestliže má být použito laserového značkovacího zařízení 10 pro označování většího počtu předmětů 26, na kterých mají vytvářené značky obsahovat postupnou řadu označovacích číslic, může počítač 90 určit formu následující značky přidáním nezbytného dodatku k označovacím číslicím, tvořícím předchozí značku. V alternativním provedení může na začátku série nebo v průběhu vytváření složitějších značkovacích postupů počítač 90 identifikovat následující značku z jednoho předem naprogramovaného seznamu značek, obsaženého ve vhodném paměťovém ústrojí. Identifikovaná následující značka však může být také zobrazena na ovládacím panelu pro informování obsluhy společně se zobrazením počtu označených předmětů 26 v dané sérii, průměrnou rychlostí přímočarého pohybu dopravovaného předmětu 26 kolem snímacího modulu 12 a také s dalšími potřebnými informacemi.

Po identifikaci značky, která má být vytvářena na pohybujícím se předmětu 26, určí počítač 90 vektory nutné pro vykreslení značky za předpokladu, že předmět 26 bude v průběhu vytváření značky stát na místě. Tyto vektory jsou potom transformovány na elektrické signály, které by v případě použití pro modulaci stejnosměrného napájecího napětí 15 V pro první galvanometr 72 a druhý galvanometr 74 produkovaly sérii pohybů prvního pohyblivého zrcadla 68 a druhého pohyblivého zrcadla 70, kterými by bylo možno ovládat pohyb ohniska laserového paprsku takovým způsobem, aby se vykreslil požadovaný tvar značky.

Při pohybu označovaného předmětu 26 do laserové značovací stanice pomocí dopravního pásu 16 se poloha pohybujícího se předmětu 26 vzhledem k pevné svislé boční obrubě 20 může měnit pomocí seřizovacího šroubu 24. Seřizovací šroub 24 v základním příkladném provedení je používán pro zmenšování šířky dopravního pásu 16 v sousedství prvního otvoru 28 ochranné skříně 14. Tímto řešením je možno dosáhnout účinné šířky dopravního pásu 16, která je jen o málo větší než je šířka pohybujícího se předmětu 26 a tím je možno dosáhnout určitého stupně ovládání příčné vzdálenosti mezi označovaným předmětem 26 a různými součástmi snímacího modulu 12 a značkovacího zařízení 10.

Po celou dobu průchodu předmětu 26 je snímací modul 12 využíván pro snímání přiblížení předmětu 26, který má být opatřován označením. Jakmile se předmět 26 přiblíží k prvnímu optodetektoru 32, jeho přední hrana přeruší optickou dráhu mezi zdrojem 36 světla, prvním odrazným reflektorem 40 a detektorem 38, takže snímané množství světla poklesne pod nastavenou prahovou hodnotu. Tím je generován odpovídající signál, který je vyslán do počítače 90, načež jsou uvedeny do chodu hodiny. Tyto hodiny se zastaví až o čas t_1 později, kdy je přední hrana pohybujícího se předmětu 26 zachycena stejným

způsobem druhým optodetektozem 34. Protože oba optodetektory 32, 34 jsou od sebe vzdáleny o známou vzdálenost d_1 , může být rychlost v pohybujícího se tělesa 26 snadno vypočtena dělením známé vzdálenosti d_1 časem t_1 změřeným hodinami podle vzorce

$$v = \frac{d_1}{t_1}$$

Aby bylo možno vytvořit kompaktní zařízení, ve kterém by se označovaný předmět 26 mohl pohybovat poměrně velkou přímočarou rychlostí, je vzdálenost d_1 mezi oběma optodetektory 32, 34 zejména co nejmenší. V krajním případě se může druhý optodetektor 34 dotýkat prvního optodetektoru 32 a tím se vzdálenost d_1 zmenší až na hodnotu 1 mm. I při této malé vzdálenosti d_1 je oscilátor, který tvoří základ hodin, schopný v průběhu typického časového intervalu t_1 produkovat pět taktů, takže zkrácení vzdálenosti d_1 nemá výraznější vliv na přesnost měření rychlosti v v pohybu předmětu 26.

Označovaný předmět 26 po svém průchodu kolem druhého optodetektoru 34 pokračuje v pohybu společně s dopravním pásem 16, dokud se v čase t_2 nedostane vedle značkovacího zařízení 10. Protože druhý optodetektor 34 a značkovací zařízení 10 jsou opět umístěny ve známé vzdálenosti d_2 od sebe, je možno čas t_2 vypočítat dělením vzdálenosti d_2 rychlostí v v pohybu označovaného předmětu 26, jak to plyne z rovnice

$$t_2 = \frac{d_2}{v}$$

nebo

$$t_2 = \frac{d_2}{d_1} \times t_1$$

Také v tomto případě je možno pro vytvoření kompaktního zařízení zmenšit vzdálenost d_2 na minimální hodnotu omezenou výpočtovou kapacitou počítače 90, přičemž tato vzdálenost

činí zpravidla kolem 5 mm.

Počítač 90 vypočte s využitím této rovnice předpokládaný čas t_2 , kdy dorazí označovaný předmět 26 vedle značkovacího zařízení 10. Tento časový interval však představuje čas, ve kterém se přední hrana posouvajícího se předmětu 26 dostane vedle značkovacího zařízení 10 a tak se, pokud požadovaná značka nemá být vytvářena od této přední hrany, přidá k času t_2 další prodleva δt a tím se získá čas t_3 , ve kterém se dostane část povrchu předmětu 26, která má být opatřena značkou, do sousedství značkovacího zařízení 10.

V čase t_3 po generování signálu druhým optodetektozem 34 se uvede do činnosti CO_2 laser 44 a kombinovaný $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsek 46, 58 se zaostří na vybranou povrchovou plochu předmětu 26. Současně se generuje elektrický signál pro modulaci napájecího stejnosměrného napětí 15 V, přiváděného k prvnímu galvanometru 72 a k druhému galvanometru 74, které produkují nejen vektory nezbytné pro vykreslení požadované značky, ale obsahují také zadané složky, které mají kompenzovat pohyb předmětu 26 rychlostí v . Modulovaným stejnosměrným napájecím napětím 15 V se vyvolává série pohybů prvního pohyblivého zrcadla 68 a druhého pohyblivého zrcadla 70, které usměrňují ohnisko kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58 takovým způsobem, aby se dosáhlo vykreslení požadované značky při současném pohybu této vykreslované značky rychlostí v , takže je umožněno dynamické sledování předmětu 26 ve skutečném čase.

Po ukončení opatřování předmětu 26 požadovanou značkou pokračuje doprava tohoto označeného předmětu 26 na dopravním pásu 16, přičemž předmět 26 vystupuje při svém dalším pohybu z ochranné skříně 14 druhým otvorem 30 a vzdaluje se od laserové značkovací stanice 10. Označený předmět 26 potom může být dopravován do dalších pracovních stanic, pokud je to nutné, zatímco počítač 90 určuje parametry pro další nanášenou značku a sled pracovních operací se opakuje od začátku.

Pro odborníky je zřejmé, že v průběhu pohybu předmětu 26 kolem značkovacího zařízení 10 se bude vzdálenost mezi soustavou 76 čoček a tou částí povrchové plochy předmětu 26, která je právě označována, plynule měnit. I kdyby stál označovaný předmět 26 v průběhu vytváření značky na místě, pokud by měla požadovaná značka dostatečnou velikost a povrch označovaného předmětu 26 měl jakékoliv zakřivení, pak se vždy objevuje změna vzdálenosti mezi soustavou 76 čoček a různými body na povrchové ploše předmětu 26. Kromě toho mohou být jednotlivé předměty 26, přiváděné postupně k označování, umístěny na dopravním pásu 16 v různých vzdálenostech od pevné svislé boční obruby 20 i přes zúžení účinné šířky dopravního pásu 16 před laserovou značkovací stanicí 10. Jestliže má první čočkový prvek 78, jak již bylo popsáno, pevnou ohniskovou délku, každý z uvedených faktorů přispěje svým dílem k tomu, že část značky přenášené na povrch předmětu 26 bude více nebo méně mimo ohnisko. Pečlivou volbou ohniskové délky čočkového prvku 78 je však možno tento problém omezit na minimum.

Jak bylo v předchozí části popisu uvedeno, ohnisková délka prvního čočkového prvku 78 je zpravidla mezi 70 mm a 80 mm a je schopna zaostřit kombinovaný paprsek $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ 46, 58 tak, aby se dosáhlo v ohnisku hustoty energie, která je zejména větší než 300 W/cm^2 . Pro čočkový prvek 78 s ohniskovou délkou v uvedených mezích je hustota energie v malé vzdálenosti δx od ohniska stále ještě dostatečná pro vyvolání tepelné interakce v předmětu 26, který má být opatřen označením. Ve výhodném příkladném provedení má čočkový prvek 78 ohniskovou délku 75 mm, která umožňuje, aby hodnota vzdálenosti δx byla pro sklo 5 mm, přičemž velikost hodnoty δx je závislá pochopitelně na materiálu, ze kterého je předmět 26 vyroben. Při použití takových čoček však může zařízení podle vynálezu účinně opatřovat značkami pohybující se předměty

26. jejichž povrchy jsou vzdáleny v malých rozsazích na obě strany od optimální vzdálenosti od soustavy 76 čoček.

V alternativním provedení nebo přídavně může být v sérii s prvním čočkovým prvkem 78 umístěn druhý čočkový prvek 92, aby se kompenzoval nejméně jeden z rozostřovacích vlivů, popsaných v předchozí části popisu. Tento druhý čočkový prvek 92 může mít ohniskovou délku, která se mění napříč šířky druhého čočkového prvku 92 a může obsahovat například čočky s rovinným polem pro kompenzaci jakéhokoliv zakřivení povrchové plochy označovaného předmětu 26.

V jiném příkladném provedení může soustava 76 čoček obsahovat třetí čočkový prvek 94 ve formě transfokátoru, jehož ohnisková délka se může měnit podle toho, jak se předmět 26 posouvá kolem značkovacího zařízení 10 a tím je udržováno ohnisko kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58 v požadovaném bodě na povrchu předmětu 26 bez ohledu na rozostřovací účinky popsané v předchozích částech popisu.

V ještě jiném příkladném provedení zařízení podle vynálezu je možno použít místo druhého čočkového prvku 92 a/nebo třetího čočkového prvku 94 neznázorněného čtvrtého čočkového prvku 95, majícího formu rozptylné čočky. Čtvrtý čočkový prvek 95 s ohniskovou délkou f_2 je umístěn s výhodou ve vzdálenosti f_2 před ohniskem, které by jinak bylo vytvořeno prvním čočkovým prvkem 78. Tímto způsobem produkuje čtvrtý čočkový prvek 95 úzký paralelní paprsek s vysokou hustotou vyzařovací energie, který může být usměrněn na pohybující se předmět 26, aby se na jeho povrchu vytvořil osvětlený bod. Tento úzký paprsek může být díky dostatečně vysoké hustotě energie využit pro usadnění povrchového značení pohybujícího se předmětu 26, přičemž současně se u něj neprojevuje citlivost na některý z rozostřovacích vlivů, popsaných v předchozí části.

V druhém příkladném provedení zařízení podle vynálezu, zobrazeném na obr. 6, je značkovací zařízení 10 opět navrženo pro provádění povrchového značení pohybujícího se tělesa 26 z různých materiálů a má podobné konstrukční řešení jako předchozí příklady s výjimkou toho, že místo přidání další složky kompenzující pohyb předmětu 26 k již tak dost složitému pohybu prvního pohyblivého zrcadla 68 a druhého pohyblivého zrcadla 70 obsahuje pátou odraznou plochu 96, kterou je pohyb předmětu 26 plně kompenzován.

Pátá odrazná plocha 96 je upevněna otočně kolem osy 98 a je umístěna tak, aby usměrňovala složený $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsek 46, 58 na pohybující se předmět 26, přičemž paprsek 46, 58 dopadá na předmět 26 po odrazu od druhého pohyblivého zrcadla 70. Při průchodu označovaného předmětu 26 kolem značkovacího zařízení 10 se pátá odrazná plocha 96 otáčí kolem osy 98 takovým způsobem, aby složený $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsek 46, 58 byl usměrněn na pohybující se předmět 26.

Pátá odrazná plocha 96 obsahuje zejména zrcadlo neznámého třetího galvanometru 100. Tímto řešením je možno dosáhnout usnadnění pohybu a ovládání páté odrazné plochy 96 stejnou rychlostí odezvy jako je tomu u prvního pohyblivého zrcadla 68 a druhého pohyblivého zrcadla 70. Za takových okolností, kdy je CO_2 laser 44 uveden v činnost a napájecí stejnosměrné napětí 15 V, přiváděné na první galvanometr 72 a druhý galvanometr 74, je modulováno pro zajištění předem stanoveného pohybu prvního odrazného zrcadla 68 a druhého odrazného zrcadla 70, je možno připojit k třetímu galvanometru 100 samostatný třetí napájecí přívod stejnosměrného napětí 15 V, přičemž toto napětí je modulováno podle předem změřených rychlostních parametrů pohybujícího se předmětu 26. Stejně jako v předchozím příkladu umožňuje složený účinek pohybu zrcadel tří galvanometrů 72, 74, 100 dynamické sledování

povrchu pohybujícího se předmětu 26 složeným $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprskem 46. 58 v reálném čase.

Na obr. 6 je pátá odrazná plocha 96 zobrazena v poloze mezi druhým odrazným zrcadlem 70 a soustavou 76 čoček, i když je odborníkům zřejmé, že pátá odrazná plocha 96 může být stejně dobře umístěna v jiném bodě optické dráhy kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46. 58, například bezprostředně za soustavou 76 čoček.

V třetím příkladném provedení zařízení podle vynálezu, které je podobné druhému příkladnému provedení v tom, že kompenzace pohybu předmětu 26 je provedena samostatně a nezávisle na tvorbě značky, je pátá odrazná plocha 96 nahrazena mnohofasetovým zrcadlem 102, opatřeným soustavou broušených plošek a zobrazeným na obr. 7. Mnohofasetové zrcadlo 102 je podobně jako pátá odrazná plocha 96 upevněno otočně kolem osy 104 a je umístěno tak, aby usměrňovalo kombinovaný $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsek 46. 58 přímo na pohybující se předmět 26, který tak dopadá na předmět v důsledku odrazu od druhého pohyblivého zrcadla 70. Prochází-li předmět 26, který má být opatřen značkou, kolem značkovacího zařízení 10, otáčí se zrcadlo 102 se soustavou broušených plošek kolem osy 104 takovým způsobem, že udržuje kombinovaný $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsek 46. 58 usměrněný na pohybující se předmět 26.

Výhoda tohoto třetího příkladného provedení zařízení podle vynálezu s jeho odlišnostmi od druhého příkladného provedení, popsány v předchozím odstavci, spočívá v tom, že pokud se označované těleso předmětu 26 pohybuje, nemusí se zrcadlo 102 se soustavou broušených plošek na rozdíl od páté odrazné plochy 96 z druhého příkladného provedení vynálezu otáčet rychle kolem osy 104 v obou směrech, aby bylo připraveno ve vhodné poloze pro následující označované těleso. Místo toho může zrcadlo 102 se soustavou broušených plošek po-

kračovat v otáčení ve stejném smyslu a takovou rychlostí, aby se umožnilo odrazení kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58 na následující označovaný předmět 26 odrazem od jiné povrchové plošky zrcadla 102 se soustavou broušených plošek. Tvar zrcadla 102 se soustavou broušených plošek však neurčuje podmínky pro vlastní rychlost otáčení, která musí být taková, aby bylo zajištěno, že se nebude otáčet o větší úhel než jaký je určen pro natočení funkční broušené plošky v průběhu časového intervalu určeného pro označení pohybujícího se předmětu 26.

Otáčení zrcadla 102 se soustavou broušených plošek může být řízeno počítačem 90, do kterého byla dodána informace o změřené rychlosti pohybu pohybujícího se předmětu 26 a je-li znám počet vektorů potřebných pro vykreslení požadované značky, ze kterého je možno odvodit dobu potřebnou pro vytvoření značky, přičemž počet vektorů umožňuje také vypočítat vzdálenost, o kterou se přemístí označovaný předmět 26 při svém označování.

Na obr. 7 je zrcadlo 102 se soustavou broušených plošek zobrazeno v poloze mezi druhým pohyblivým zrcadlem 70 a soustavou 76 čoček, i když je odborníkům zřejmé, že zrcadlo 102 se soustavou broušených plošek může být stejně dobře umístěno v jiném bodě podél optické dráhy kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58, například bezprostředně za soustavou 76 čoček.

Ve čtvrtém příkladném provedení značkovacího zařízení 10, zobrazeném na obr. 8, je pohyb předmětu 26 kompenzován příčným pohybem celé hlavicové jednotky 64 a soustavy 76 čoček. Po změření rychlosti pohybujícího se předmětu 26 se hlavicová jednotka 64 a soustava 76 čoček pohybuje ve směru rovnoběžném se směrem pohybu předmětu 26 pomocí neznázorněného motoru 106. Při pohybu hlavicové jednotky 64 a soustavy 76

čoček stejnou rychlostí jako označovaný předmět 26 může být relativní rychlost mezi těmito součástmi redukována v průběhu nanášení požadované značky na povrch předmětu 26 na nulovou hodnotu. Po nanesení značky na povrch předmětu 26 se hlavicevá jednotka 64 a soustava 76 čoček opět rychle vrátí do svých výchozích poloh opět účinkem neznázorněného motoru 106, aby tak byly připraveny pro následující označovaný předmět.

Zajištěním vedení kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58, odraženého od prvního pohyblivého zrcadla 68, ve směru rovnoběžném s dopravním pásem 16 ještě před jeho odrazem směrem k pohybuujícímu se předmětu 26 druhým pohyblivým zrcadlem 70 je odborníkům zřejmé, že pouze druhé pohyblivé zrcadlo 70 a soustava 76 čoček musí být uváděny do pohybu neznázorněným motorem 106, aby se dosáhlo požadovaného účinku. Samozřejmě kdyby byla soustava 76 čoček umístěna v optické dráze kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58 mezi čtvrtou odraznou plochou 60 a prvním pohyblivým zrcadlem 68, pak by muselo být pouze druhé pohyblivé zrcadlo 70 ovládáno ve svém pohybu neznázorněným motorem 106.

V pátém výhodném provedení zařízení podle vynálezu může být v dráze kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58 umístěn nejméně jeden neznázorněný akusticko-optický nebo elektricko-optický krystal 108 pro kompenzaci pohybu předmětu 26. Krystaly tohoto typu jsou schopny odklánět dopadající paprsek v různých úhlech, jejichž velikost je závislá na napětí přiváděném na krystal. Proto je možno přívodem vhodně měněného napětí na neznázorněné krystaly dosáhnout pokračování usměrňování kombinovaného $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58 na pohybuující se předmětu 26, pokud tento předmět 26 prochází kolem značkovacího zařízení 10.

Odborníkům je také zřejmé jednak z tohoto popisu předchozích příkladných provedení a jednak z blízkého GB-PA

9117521.6 stejného přihlašovatele, že zařízení podle vynálezu může být využíváno pro usnadnění podpovrchového značení pohybujícího se tělesa z různých materiálů, aniž by přitom docházelo k podstatným změnám v materiálu předmětu.

V dřívější době se výrobci různých předmětů spoléhali při vytváření nesmazatelných značek a jiného označení téměř výlučně na povrchové značení. Avšak jeden ze základních problémů tohoto typu značení spočívá v tom, že vytvořená značka buď může být zničena odstraněním části povrchové plochy předmětu, na kterém je značka nanесena, nebo může být snadno napodobena nanесením značky se stejným vzhledem na náhradní předmět. Použitím zařízení podobného popsanému typu zařízení může být pohybující se předmět opatřen podpovrchovou značkou usměrněním zaostřeného paprsku laserového záření s vysokou hustotou energie, pro který je materiál transparentní. Paprsek je s výhodou zaostřen do bodu vzdáleného od povrchu předmětu a nacházejícího se uvnitř předmětu, aby se tak vytvořila lokalizovaná ionizace materiálu a vytvořila se značka požadovaného tvaru ve formě oblasti se zvýšenou nepropustostí pro elektromagnetické záření bez jakékoliv zjistitelné změny povrchu.

Pro upřesnění významu použitých pojmů je třeba doplnit, že pojem "transparentní" používaný pro označovací materiály se vztahuje na materiál, kterým může paprsek s vysokou hustotou energie pronikat alespoň do hloubky, ve které je požadovaná značka vytvářena, přičemž mezi tyto materiály patří průsvitné materiály jako je barevné nebo kouřové sklo, u kterých byly přenosové charakteristiky pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti redukovány, ale nikoliv eliminovány. Pojem "transparentní" zahrnuje také takové materiály, které jsou neprůsvitné pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti, ale které jsou alespoň schopné přenášet elektromagnetické záření s vlnovou délkou

stejného rozsahu elektromagnetického spektra jako záření tvořící paprsek s vysokou hustotou energie.

Možné typy interakce mezi zářením laseru a předmětem vyrobeným z určitého materiálu mohou být roztrženy do tří skupin lišících se hustotou energie v záření laseru. Pro zvyšování hustoty energie jsou k dispozici tyto skupiny:

1. fotochemická interakce zahrnující fotoindukci a fotoaktivaci;
2. tepelná interakce, při které je dopadající záření pohlcováno jako teplo;
3. ionizační interakce, která zahrnuje netepečný rozklad ozařovaného materiálu světlem.

Rozdíl mezi prahovými hodnotami těchto tří interakcí je jasně patrný z porovnání charakteristické hustoty energie 10^{-3} W/cm², potřebné pro fotochemickou interakci, s hustotou energie 10^{12} W/cm², která je typická pro ionizační interakce, zejména pro odtavení nebo rozrušení světlem.

Aby došlo k lokalizované ionizaci materiálu, musí paprsek s vysokou hustotou energie obsahovat dostatek energie pro rozštěpení molekulových vazeb a vytvoření plazmy v místě ohniska paprsku. Po odvedení paprsku do jiného místa se plazma ochladí a vytvoří omezené oblasti poškození nebo narušení materiálu, které rozptylují všechny druhy elektromagnetického záření, dopadajícího na materiál, s tím výsledkem, že ozářené oblasti se jeví jako místa se zvýšenou neprůsvitností.

V současné době jsou jedinými na trhu dostupnými zařízeními, schopnými vyvolat ionizační interakci, lasery pracující v impulsním režimu a mající impulsní energii, která je po svém soustředění dostatečně velká pro vytvoření plazmy uvnitř zpracovávaného materiálu. Aby se mohlo uskutečnit podpovrchové značení pohybujícího se tělesa, je zdroj 41 záření 46 la-

seru nahrazen s výhodou laserem majícím hustotu energie ve svém ohnisku nejméně 10^7 V/cm² a dobu trvání jednoho impulzu nejvýše 10^{-6} sekundy. Při tomto řešení je hustota energie v každém impulzu alespoň 10 J/cm² a je dostačující pro vyvolání lokalizované ionizace materiálu v ohnisku paprsku záření.

Jestliže má být podpovrchová značka viditelná prostým okem, musí být předmět určený k takovému označení průhledný pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelném pásmu, například musí být vytvořen ze skla nebo z plastu. Označovaný předmět však nemusí být nezbytně omezen tímto požadavkem a může být vytvořen z materiálu, který je neprůsvitný pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti. Za těchto okolností je podpovrchová značka pro prosté oko skryta a může být "viděna" optickými přístroji pracujícími s příslušnou vlnovou délkou elektromagnetického spektra, která odpovídá vlnové délce paprsku s vysokou hustotou energie. I když tato značka není schopna plnit řadu funkcí svého viditelného protějšku, přece jen představuje dokonale skrytou a nesmazatelnou značku.

Za předpokladu, že podpovrchová značka má být viditelná prostým okem a že pohybující se těleso 26 je z materiálu, například ze skla nebo plastu, který je transparentní pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti elektromagnetického spektra, je třeba volit zdroj 44 záření nejen s ohledem na energetická omezení uvedená v předchozí části, ale také s ohledem na to, aby materiál předmětu 26 byl transparentní pro generované záření 46 laseru. Za těchto podmínek je vhodným zdrojem 44 záření 46 Nd-YAG laser (neodymový laser na dotovaném aluminio-ytritovém granátu), pracující s vlnovou délkou $1,06 \mu\text{m}$.

Zbývající část zařízení podle vynálezu nemusí být pod-

statněji měněna pro provádění podpovrchového označování předmětu 26, i když volba zdroje 44 záření 46 bude mít pochopitelně vliv na výběr optických prvků použitých pro usměrňování a zaostřování výsledného záření 46 laseru, protože ne všechny takové prvky budou pracovat se stejnou účinností při použití jiné vlnové délky v elektromagnetickém spektru. Předpokládá se však, že vhodný výběr prvků mohou odborníci provést při využití běžných znalostí z tohoto oboru techniky.

Soustava 76 čoček využitá k provádění podpovrchového značení pohybujícího se předmětu 26 může obsahovat třetí čočkový prvek 94 ve formě transfokátoru, takže značka může být vytvářena v různých hloubkách pohybujícího se předmětu 26, takže je možno dosáhnout vytváření prostorových značek.

Pro odborníky v tomto oboru je rovněž zřejmé, že i když popisované zařízení podle vynálezu obsahuje ústrojí pro určení rychlosti pohybujícího se předmětu 26, není takové opatření nutné, protože je možno vytvořit mechanické vazby v zařízení podle vynálezu, které udělují kombinovanému $\text{CO}_2/\text{He-Ne}$ paprsku 46, 58 pohyb odpovídající rychlosti pohybu pohybujícího se předmětu 26, aniž by bylo třeba zjišťovat, jaká je rychlost pohybu předmětu 26.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob označování pohybujícího se předmětu, v y z n a č u j í c í s e t í m , že se na pohybující se předmět usměrňuje paprsek s vysokou hustotou energie, tento paprsek se potom soustřeďuje pro vytvoření osvětlovacího bodu v místě na povrchu nebo uvnitř pohybujícího se předmětu a tento bod se přemísťuje souhlasně s výslednicí dvou pohybových složek, z nichž první je rovna rychlosti pohybu předmětu a druhá se vztahuje k pohybujícímu se předmětu pro vytvoření značky předem stanoveného tvaru.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že se přidavně určuje rychlost pohybujícího se předmětu.

3. Způsob podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m , že rychlost pohybujícího se předmětu se určuje pomocí přímého měření.

4. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 3, v y z n a č u j í c í s e t í m , že paprsek s vysokou hustotou energie se usměrní na pohybující se předmět tak, že dráha pohybujícího se předmětu protne dráhu vyslaného paprsku s vysokou hustotou energie a že paprsek s vysokou hustotou energie se vyšle v předem stanoveném čase po průchodu pohybujícího se předmětu polohou se známou vzdáleností od bodu vzájemného protnutí, přičemž tento čas je závislý na rychlosti pohybujícího se předmětu.

5. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že paprsek s vysokou hustotou energie se přivede do ohniska v místě nacházejícím se uvnitř pohybujícího se předmětu, aby se vyvolala lokalizovaná ioni-

zace materiálu a vytvářela se značka ve formě oblasti materiálu, mající zvýšenou opacitu pro elektromagnetické záření.

6. Způsob podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že pohybuující se předmět je z materiálu transparentního pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti.

7. Způsob podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že pohybuující se předmět je z materiálu opakního pro elektromagnetické záření s vlnovou délkou ve viditelné oblasti.

8. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 7, v y z n a č u j í c í s e t í m , že hotovená značka obsahuje nejméně jednu číslici, písmeno nebo symbol, popřípadě jejich kombinaci.

9. Způsob podle nejméně jednoho z nároků 1 až 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že hotovená značka je trojrozměrná.

10. Zařízení k provádění způsobu označování pohybuujícího se předmětu podle nejméně jednoho z nároků 1 až 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje ústrojí pro tvorbu paprsku (46. 58) s vysokou hustotou energie a usměrňování tohoto paprsku (46. 58) na pohybuující se předmět (26), ústrojí pro soustřeďování paprsku (46. 58) a vytvoření osvětleného bodu v místě na pohybuujícím se předmětu (26) nebo uvnitř pohybuujícího se předmětu (26) a ústrojí pro ovládání pohybu tohoto osvětleného bodu souhlasně s výslednicí dvou pohybových složek, z nichž první je rovna rychlosti pohybuujícího se předmětu (26) a druhá má takový vztah k pohybuujícímu se předmětu (26), aby se vytvořila značka předem stanoveného tvaru.

11. Zařízení podle nároku 10, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu podle výslednice dvou pohybových složek obsahuje prostředky pro ovládání pohybu tohoto bodu souhlasně s druhou pohybovou složkou.

12. Zařízení podle nároku 11, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu souhlasně s druhou z obou pohybových složek obsahuje nejméně jedno pohyblivé zrcadlo (68, 70), umístěné v dráze paprsku (46, 58).

13. Zařízení podle nároku 10, v y z n a č u j í c í s e t í m , že pohyb nejméně jednoho pohyblivého zrcadla (68, 70) je ovládán programem počítače (90).

14. Zařízení podle nároku 12 nebo 13 , v y z n a č u j í c í s e t í m , že nejméně jedno z pohyblivých zrcadel (68, 70) je zrcadlem galvanometru.

15. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 11 až 14, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s druhou z pohybových složek je rovněž upraveno pro ovládání pohybu tohoto bodu v souladu s první z obou pohybových složek.

16. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 11 až 14, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s výslednicí dvou pohybových složek obsahuje přídavné ústrojí pro ovládání pohybu bodu v souladu s první z obou pohybových složek.

17. Zařízení podle nároku 16, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s první z obou pohybových složek obsahuje nejméně

jedno otočně upevněné zrcadlo, jehož rychlost otáčení je měněna v souladu s rychlostí pohybujícího se předmětu (26).

18. Zařízení podle nároku 17, v y z n a č u j í c í s e t í m , že nejméně jedno otočně uložené zrcadlo (102) je opatřeno soustavou broušených plošek.

19. Zařízení podle nároku 16, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s první z obou pohybových složek obsahuje nejméně jedno zrcadlo pohyblivé stejnou rychlostí jako pohybující se předmět (26).

20. Zařízení podle nároku 16, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro ovládání pohybu osvětleného bodu v souladu s první z obou pohybových složek obsahuje nejméně jeden akusticko-optický nebo elektro-optický krystal.

21. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 20, v y z n a č u j í c í s e t í m , že je opatřeno ústrojím pro zjišťování rychlosti pohybujícího se předmětu (26).

22. Zařízení podle nároku 21, v y z n a č u j í c í s e t í m , že rychlost pohybujícího se předmětu (26) je zjišťována pomocí přímého měření.

23. Zařízení podle nároku 22, v y z n a č u j í c í s e t í m , že rychlost pohybujícího se předmětu (26) je zjišťována měřením času, který pohybující se předmět (26) potřebuje k přemístění mezi dvěma optodetektory (32, 34), umístěnými ve známém odstupu od sebe.

24. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 23, v y z n a č u j í c í s e t í m , že paprsek (46, 58) s vysokou hustotou energie je usměrněn na pohybující se předmět

protnutím dráhy paprsku (46, 58) s vysokou hustotou energie drahou pohybu pohybujícího se předmětu (26) a zařízení je opatřeno ústrojím pro vyslání paprsku (46, 58) s vysokou hustotou energie v předem určeném čase po průchodu pohybujícího se předmětu (26) polohou se známou vzdáleností od průsečíku drah, přičemž tento čas je závislý na rychlosti pohybu pohybujícího se předmětu (26).

25. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 24, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro soustřeďování paprsku (46, 58) obsahuje čočkový prvek (78) s ohniskovou délkou, která se mění napříč jeho šířky.

26. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 25, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro soustřeďování paprsku (46, 58) obsahuje objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností.

27. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 24, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro soustřeďování paprsku (46, 58) obsahuje rozptylnou čočku.

28. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 27, v y z n a č u j í c í s e t í m , že značka obsahuje povrchovou značku.

29. Zařízení podle nároku 28, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro vysílání paprsku (46) s vysokou hustotou energie obsahuje CO_2 laser.

30. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 26, v y z n a č u j í c í s e t í m , že značka obsahuje podpovrchovou značku.

31. Zařízení podle nároku 30, v y z n a č u j í c í s e

t í m , že ústrojí pro vysílání paprsku s vysokou hustotou energie obsahuje laser, který je zaostřen, aby měl špičkovou hodnotu hustoty energie nejméně 10 J/cm^2 .

32. Zařízení podle nároku 30 nebo 31, v y z n a č u - j í c í s e t í m , že ústrojí pro vytváření paprsku s vysokou hustotou energie obsahuje laser, který je zaostřen tak, aby měl hustotu energie v ohnisku nejméně 10^7 W/cm^2 a který pracuje v impulzním režimu s dobou trvání jednoho impulzu nejméně 10^{-6} sekundy.

33. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 30 až 32, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ústrojí pro vytváření paprsku (58) s vysokou hustotou energie obsahuje Nd-YAG laser.

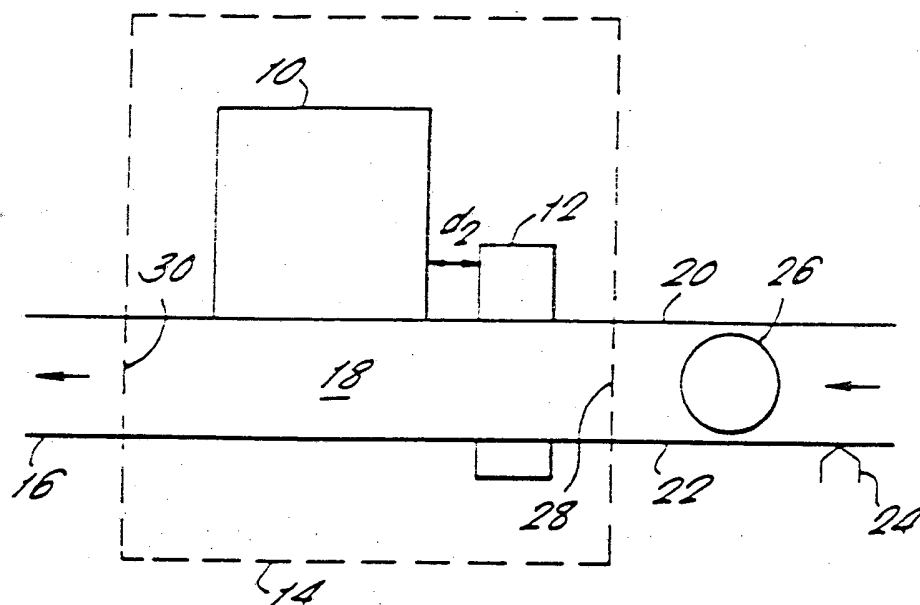
34. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 33, v y z n a č u j í c í s e t í m , že je opatřeno sekundárním zdrojem viditelného záření laseru pro usnadnění zaměření paprsku (58) s vysokou hustotou energie.

35. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 10 až 35, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dopravní pás (16) je upraven pro dopravu pohybujícího se předmětu (26).

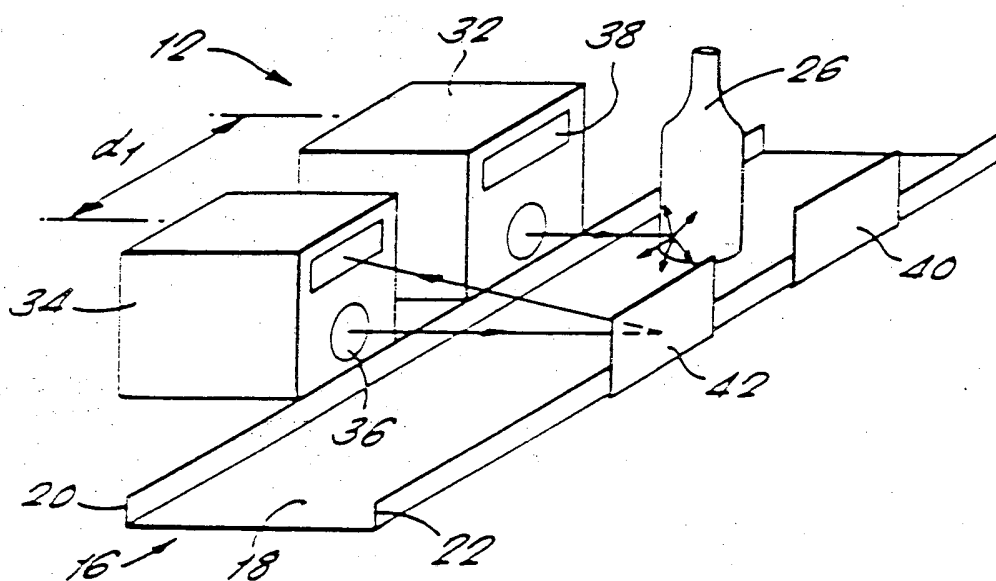
36. Zařízení podle nároku 35, v y z n a č u j í c í s e t í m , že je opatřeno ústrojím pro kontrolu příčné polohy pohybujícího se předmětu (26) vzhledem k dopravnímu pásu (16).

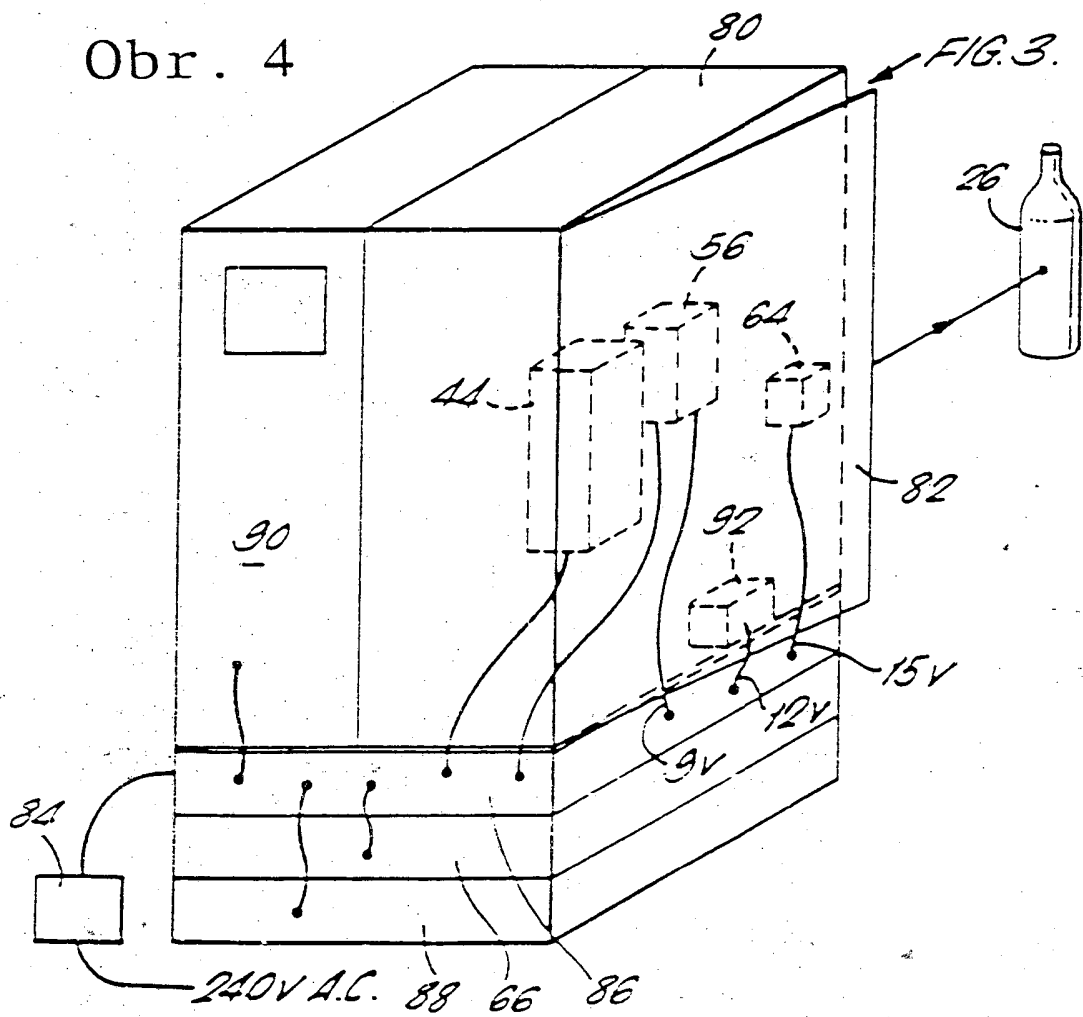
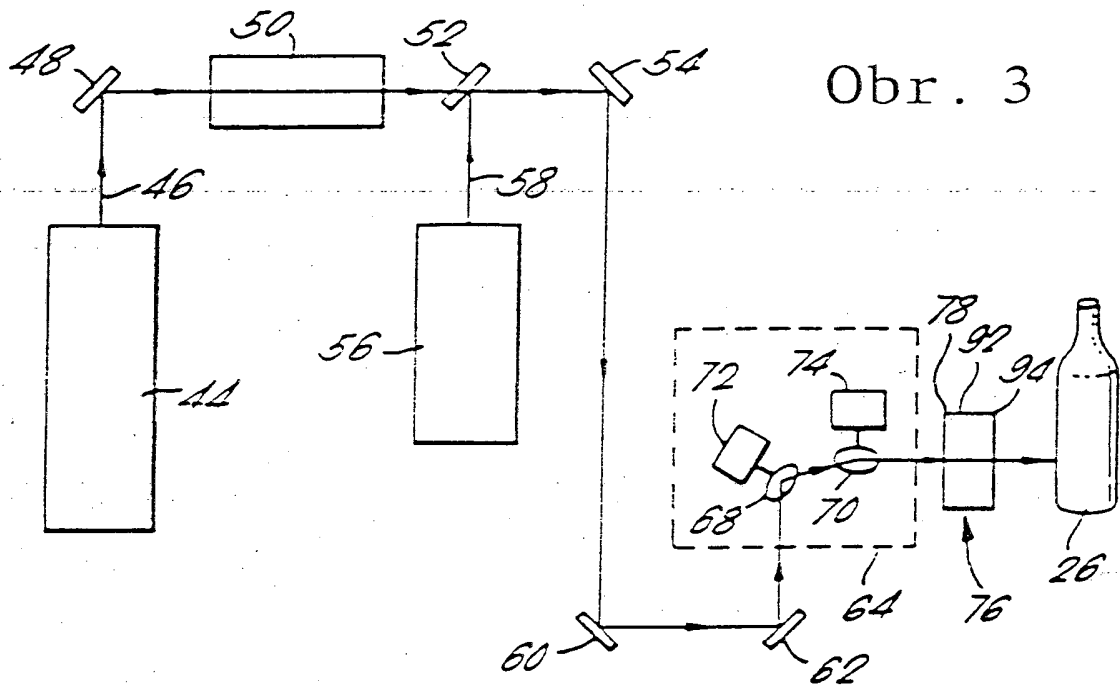
- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 10 - značkovací zařízení | 80 - bezpečnostní komora |
| 12 - snímací modul | 82 - dveřní křídlo |
| 14 - ochranná skříň | 84 - blokovací ústrojí |
| 16 - dopravní pás | 86 - hlavní rozvodná jednotka |
| 18 - rovinný pás | 88 - chladičová jednotka |
| 20 - svislá boční obruba | 90 - počítač |
| 22 - svislá boční obruba | 92 - druhý čočkový prvek |
| 24 - seřizovací šroub | 94 - třetí čočkový prvek |
| 26 - předmět | 96 - pátá odrazná plocha |
| 28 - první otvor | 98 - osa |
| 30 - druhý otvor | 100 - třetí galvanometr |
| 32 - první optodetektor | 102 - zrcadlo |
| 34 - druhý optodetektor | 104 - osa |
| 36 - zdroj | 106 - motor |
| 38 - detektor | |
| 40 - první odrazný reflektor | |
| 42 - druhý odrazný reflektor | |
| 44 - zdroj | |
| 46 - záření | |
| 48 - první odrazná plocha | |
| 50 - expandér | |
| 52 - polopropustné zrcadlo | |
| 54 - druhá odrazná plocha | |
| 56 - He-Ne laser | |
| 58 - sekundární paprsek | |
| 60 - třetí odrazná plocha | |
| 62 - čtvrtá odrazná plocha | |
| 64 - hlavicová jednotka | |
| 66 - krokový motor | |
| 68 - první pohyblivé zrcadlo | |
| 70 - druhé pohyblivé zrcadlo | |
| 72 - první galvanometr | |
| 74 - druhý galvanometr | |
| 76 - soustava | |
| 78 - první čočkový prvek | |

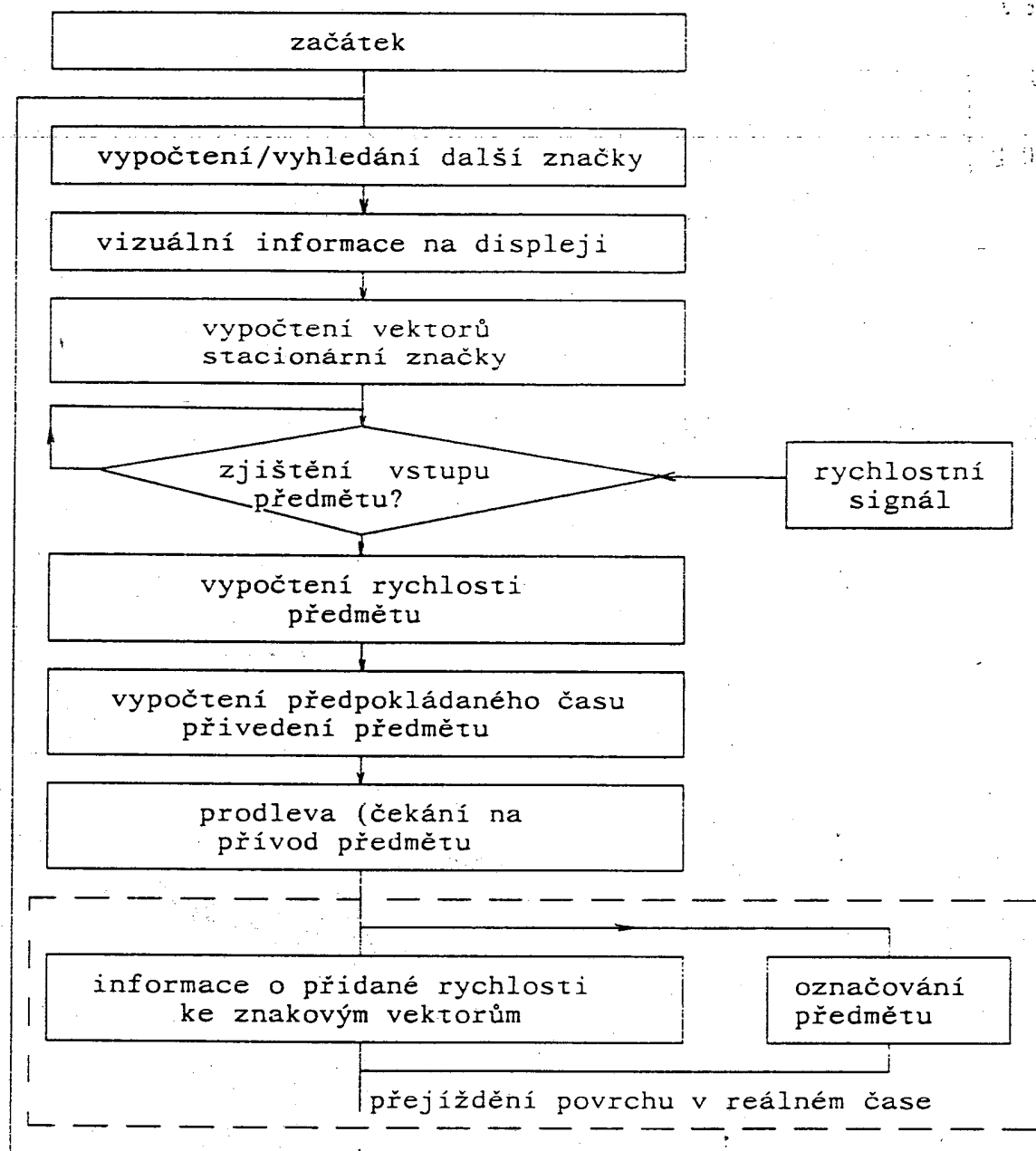
Obr. 1



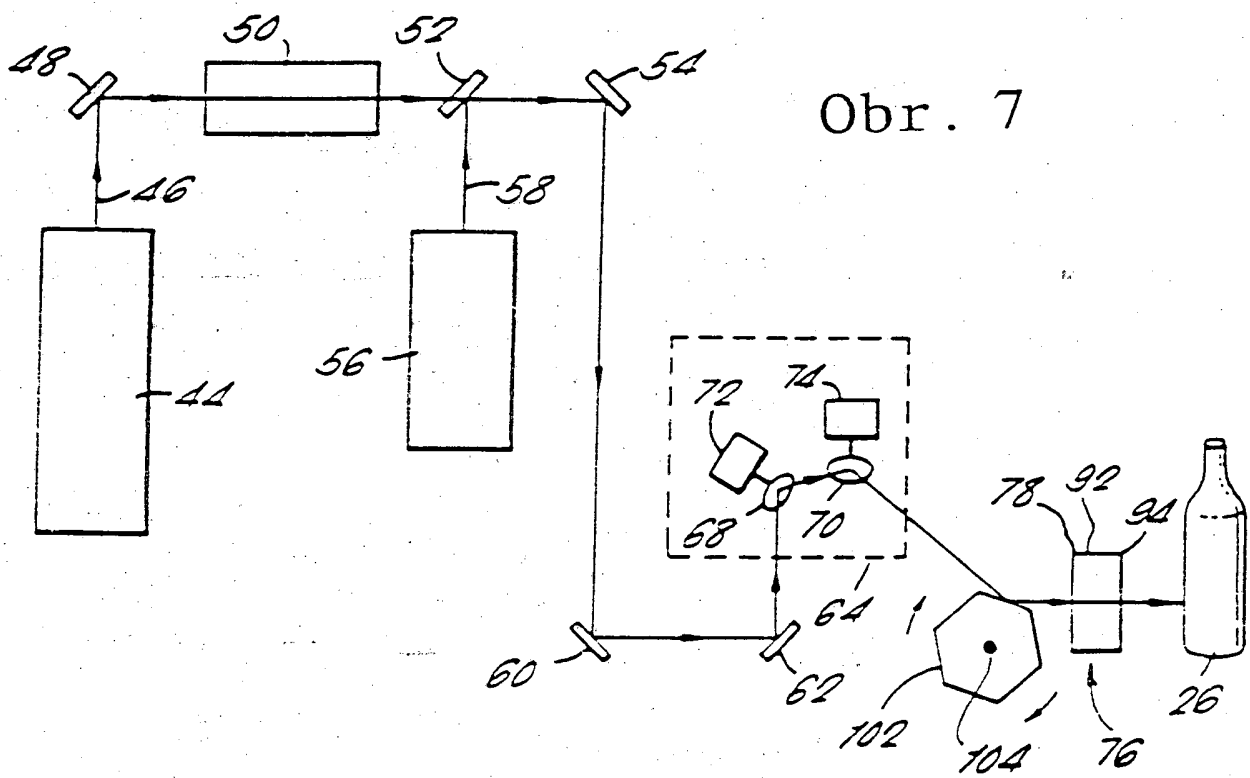
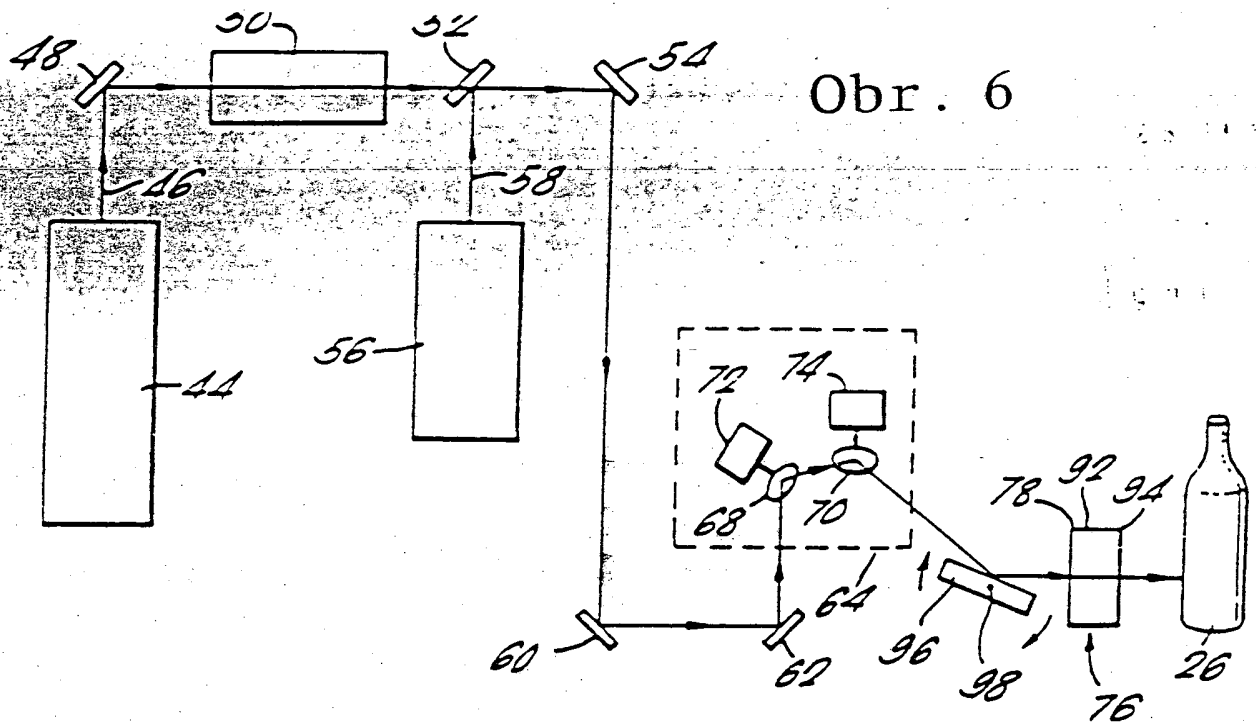
Obr. 2







Obr. 5



Obr. 8

