

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



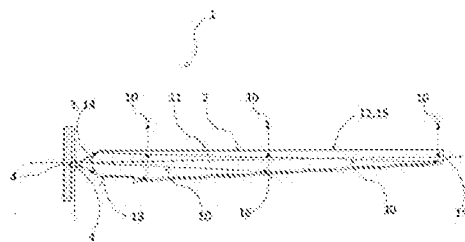
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2020-178
(22) Přihlášeno: 30.03.2020
(40) Zveřejněno: 02.06.2021
(Věstník č. 22/2021)
(47) Uděleno: 22.04.2021
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 02.06.2021
(Věstník č. 22/2021)

F21S 41/24 (2018.01)
F21V 13/04 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)
B60Q 1/00 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
CZ 307985 B6; CZ 307329 B6; US 20070230216 A1; US 2002/0005991 A1; US 6049649.

(73) Majitel patentu:
Varroc Lighting Systems, s.r.o., Šenov u Nového
Jičína, CZ
(72) Původce:
Bc. Michal Juhaňák, Kopřivnice, CZ
Ing. Tomáš Gloss, Vítkov, CZ
Ing. RNDr. Jakub Hruška, Ph.D., Hlučín, CZ
(74) Zástupce:
Hainz - Patentová a známková kancelář, JUDr. Ing.
Miloslav Hainz, Pobřežní 18/16, 186 00 Praha 8,
Karlín



(54) Název vynálezu:
**Světlovodivá optická jednotka pro světelné
zařízení motorových vozidel**

(57) Anotace:
Světlovodivá optická jednotka (1) pro světelné zařízení motorových vozidel obsahuje světlovod (2), který zahrnuje alespoň jednu směrovací plochu (3), a alespoň jeden světelný zdroj (4) ke generování světelných paprsků (10). Světlovod (2) dále zahrnuje horní povrch (12), jehož alespoň část je tvořena výstupní plochou (15), a spodní povrch (13) protilehlý hornímu povrchu (12) a opatřený prismatickou strukturou (16) obsahující odrazné plochy (7). Směrovací plocha (3) a odrazné plochy (7) jsou vzájemně uspořádány tak, že směrovací plocha (3), pomocí směrování lomem na této ploše (3) nebo odrazem od této plochy (3), směřuje světelné paprsky (10) na prismatickou strukturu (16) tak, že přímo nasvěcuje světelnými paprsky (10) pouze odrazné plochy (7), přičemž odrazné plochy (7) jsou konfigurovány pro směrování světelných paprsků (10), které na ně takto dopadly přímo ze směrovací plochy (3), na výstupní plochu (15) tak, že světelné paprsky (10) vystupují výstupní plochou (15) ven ze světlovodu (2).

Světlovodivá optická jednotka pro světelné zařízení motorových vozidel

Oblast techniky

Vynález se týká světlovodivé optické jednotky pro světelné zařízení motorových vozidel, obsahující světlovod deskového nebo tyčového tvaru, k vedení světla emitovaného světelným zdrojem.

Dosavadní stav techniky

Společnou nevýhodou známých světlovodů používaných pro světelná zařízení motorových vozidel je skutečnost, že světlo se materiálem světlovodu pohybuje nekontrolovaně, což znemožňuje efektivní vyvážení světla v požadovaném směru a dosažení vyššího stupně kolimace světla a zesílení maximálních intenzit.

V oblasti konstrukce světlovodu a světlovodných systémů je tedy trvalou snahou navrhnout taková jejich řešení, která přinesou vyšší míru kontroly světelného výstupu ve smyslu posílení intenzit v nějakém požadovaném směru při zachování homogenity výstupního světelného svazku. Nižší maximální intenzity výstupu s sebou nesou vyšší požadavky na množství světelných zdrojů, zejména LED. To s sebou přináší nejen vyšší finanční náklady, ale rovněž i vyšší nároky na elektronickou výbavu světelného zařízení a tím i zvýšené náklady na výrobu světelného zařízení.

Množství světelných zdrojů se dá eliminovat úpravou návrhu optického konceptu. Například v dokumentech WO 2018189086 A1, CZ 307985 B6, CZ 307329 B6 jsou popsány světlovodivé optické systémy, které se snaží prostřednictvím světlovodivého tělesa vyrobeného z opticky transparentního materiálu efektivně využít světlo vyzařované světelným zdrojem. Světlovodivé těleso plošného tvaru obsahuje přidružený kolimační element, kterým je světlo efektivně směřováno již při navazování světelných paprsků ze světelného zdroje. Kolimované světelné paprsky jsou pak zasílány k odrazným plochám světlovodivého tělesa, které jsou často navrhovány jako rovinné, a vůči směru světelných paprsků nakloněné o 45° pro totální odraz alespoň části na ně dopadajících světelných paprsků, přičemž alespoň část takto odražených světelných paprsků je směřována dále do vnitřní struktury světlovodivého tělesa. Část světelných paprsků je pak prostřednictvím prismatické struktury vyvazována ze světlovodu do požadovaného směru, zpravidla ve směru optické osy. Nevýhodou těchto světlovodivých systémů je skutečnost, že při totálním odrazu je část světelných paprsků ztracena nebo je zasílána nežádoucím směrem. Další jejich nevýhodou je, že není možné dosáhnout vysoké světelné účinnosti a současně rovnoměrného rozložení světelné intenzity na výstupní ploše.

Například v dokumentu US 2002071267 A1 je popsáno řešení, kdy optický systém je vybaven plošně tvarovaným světlovodivým tělesem, které zahrnuje primární optický prvek, kterým světelné paprsky vstupují do vnitřní struktury světlovodivého tělesa, přičemž světelné paprsky jsou kolimovány do oblasti prismatické struktury tak, aby ve vnitřní struktuře nedocházelo k totálním odrazům. Prostřednictvím zubovité prismatické struktury jsou světelné paprsky směřovány požadovaným směrem. Nevýhodou tohoto řešení je, že primární optický prvek je kolimační a prismatickou strukturu nasvěcuje pouze v úzké oblasti. Pro rovnoměrné rozložení světelné intenzity na větší výstupní ploše je nutné použití relativně velkého počtu světelných zdrojů situovaných blízko sebe.

V dokumentu US 7160010 B1 je popsáno řešení, v němž je optický systém vybaven plošně tvarovaným světlovodivým tělesem, a které zahrnuje primární optický prvek obsahující čočku pro kolimování světelných paprsků v jednom směru a v druhém směru má šíření světelných paprsků radiální charakter. Primární optický prvek má nepřímý charakter, kdy světelné paprsky jsou z přímého směru směřovány do bočního směru. Nevýhodou tohoto řešení je, že účinnost systému

využívá osové souměrnosti vyzařovací charakteristiky zdroje, a podle toho je navržena především primární optika. Maximální účinnosti systém nabývá pro funkce osově symetrického tvaru a s klesající mírou symetrie úměrně klesá.

- 5 Další nevýhodou současného stavu techniky je, že vyvazovací prismatická struktura zahrnuje stupňovitě uspořádané primární a sekundární povrchové úseky. Primární povrchové úseky jsou situovány v podstatě souběžně se směrem kolimovaného světelného svazku. Tyto primární povrchové úseky mohou být opatřeny optickými prvky pro rozptylování světelných paprsků nebo pro odraz světelných paprsků na ně dopadajících. Sekundární povrchové úseky jsou uzpůsobeny
10 ke směřování světelných paprsků na ně dopadajících směrem k výstupní ploše. Takovéto uspořádání má svá omezení z hlediska z konstrukčního, technologického a optického designu osvětlovacího zařízení. Například při výrobě prismatické struktury dochází vlivem nenulového průměru výrobního nástroje k zaoblení přechodu ve spoji mezi primárním a sekundárním úsekem, což v konečném důsledku má vliv na velikost účinné plochy jednotlivých povrchových úseků.

- 15 Předkládaný vynález má za cíl řešit problém zvýšení světelné účinnosti světlovodivé optické jednotky, aniž by bylo k tomu nutno využít velké množství světelných zdrojů k zajištění požadované světelné charakteristiky. Úkolem vynálezu je tedy navrhnout světlovodivou optickou jednotku, která umožňuje splnit požadovanou světelnou funkci, včetně vysoké světelné účinnosti
20 a rovnoměrného rozložení světelné intenzity ve výstupní ploše, při použití relativně malého počtu světelných zdrojů. Dalším cílem je zajistit, aby světlovodivá optická jednotka byla přizpůsobitelná požadavkům vyplývajícím z konstrukčního, technologického a optického designu osvětlovacího zařízení.

25 Podstata vynálezu

- Shora uvedené cíle vynálezu splňuje světlovodivá optická jednotka pro světelné zařízení motorových vozidel obsahující světlovod, který zahrnuje alespoň jednu směřovací plochu, a
30 alespoň jeden světelný zdroj ke generování světelných paprsků. Světlovod dále zahrnuje horní povrch, jehož alespoň část je tvořena výstupní plochou, a spodní povrch protilehlý hornímu povrchu a opatřený prismatickou strukturou obsahující odrazné plochy. Směřovací plocha a odrazné plochy jsou vzájemně uspořádány tak, že směřovací plocha, pomocí směřování lomem na této ploše nebo odrazem od této plochy, směřuje světelné paprsky na prismatickou strukturu tak,
35 že přímo nasvětluje světelnými paprsky pouze odrazné plochy, přičemž odrazné plochy jsou konfigurovány pro směřování světelných paprsků, které na ně takto dopadly přímo ze směřovací plochy, na výstupní plochu tak, že světelné paprsky vystupují výstupní plochou ven ze světlovodu.

- Podle jednoho z výhodných provedení prismatická struktura dále obsahuje spojovací plochy, přičemž každá spojovací plocha je umístěna mezi dvojicí sousedních odrazných ploch a spojuje
40 horní konec té odrazné plochy z uvedené dvojice, která je bližší směřovací ploše, s dolním koncem druhé odrazné plochy z uvedené dvojice, přičemž zaoblení v místě spojení spojovací plochy s dolním koncem je umístěno ve stínu tvořeném uvedenou odraznou plochou, která je bližší směřovací ploše, takže na zaoblení nedopadají ze směřovací plochy žádné přímé světelné paprsky.

- 45 Podle dalšího výhodného provedení, ve směru od směřovací plochy, horní konec každé odrazné plochy je blíže hornímu povrchu světlovodu než dolní konec následující odrazné plochy a vzdálenější od horního povrchu světlovodu než je horní konec uvedené následující odrazné plochy.

- 50 Podle dalšího výhodného provedení odrazné plochy jsou nelomené a ve směru od směřovací plochy vzhledem k hornímu povrchu stoupající.

- Podle dalšího výhodného provedení odrazné plochy jsou lomené a obsahují alespoň dva úseky, které jsou ve směru od směřovací plochy vzhledem k hornímu povrchu stoupající.

55

Podle dalšího výhodného provedení spojovací plochy jsou nelomené a ve směru od směrovací plochy vzhledem k hornímu povrchu klesající.

- 5 Podle dalšího výhodného provedení spojovací plochy jsou lomené a obsahují alespoň dva úseky, z nichž alespoň jeden úsek je ve směru od směrovací plochy vzhledem k hornímu povrchu klesající.

- 10 Podle dalšího z výhodných provedení je směrovací plocha konfigurována k vytváření rovnoběžného nebo mírně divergentního svazku světelných paprsků ve svislé rovině. Alternativně může být konfigurována k vytváření divergentního svazku paprsků ve vodorovné rovině.

Podle dalšího z výhodných provedení je směrovací plocha konfigurována k vytváření rovnoběžného svazku paprsků ve vodorovné rovině.

- 15 Směrovací plocha může být s výhodou součástí povrchu světlovodu.

Směrovací plocha může být zároveň navazovací plochou pro navazování světelných paprsků do světlovodu.

- 20 Podle dalšího z výhodných provedení světlovodivá optická jednotka obsahuje kolimátor, který je umístěn vně světlovodu. Alternativně může být kolimátor integrální součástí světlovodu.

Směrovací plocha nebo její část může být pokovená a/nebo odrazné plochy mohou být pokoveny.

- 25 Podle jednoho z výhodných provedení má světlovod tvar zakřivené nebo rovinné desky.

Podle dalšího z výhodných provedení mají podélné osy odrazných ploch prismatické struktury tvar oblouků, jejichž přibližné středy zakřivení leží v místě světelného zdroje.

- 30 Podle dalšího z výhodných provedení má světlovod tyčový tvar, přičemž je přímý nebo zakřivený. Světlovod může mít čtvercový, obdélníkový, nebo hříbový profil.

Objasnění výkresů

- 35 Předkládaný vynález bude blíže vysvětlen pomocí neomezuujících příkladů uskutečnění vynálezu s odkazem na připojené výkresy, na nichž znázorňuje:

- obr. 1 ve svislém řezu příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu,
- 40 – obr. 2 pohled shora na světlovodivou optickou jednotku z obr. 1,
- obr. 3A a obr. 3B prismatickou strukturu známou ze stavu techniky a její detail,
- 45 – obr. 4A příklad prismatické struktury podle vynálezu použité ve světlovodivé optické jednotce podle vynálezu,
- obr. 4B detail prismatické struktury podle vynálezu z obr. 4A,
- 50 – obr. 5 až 7 ve svislém řezu další příklady provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu,
- obr. 8 axonometrický pohled zdola na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu,

55

- obr. 9 zjednodušený schematický pohled ve svislém řezu na detail prismatické struktury podle vynálezu použité ve světlovodivé optické jednotce z obr. 8,
- 5 – obr. 10, 11, 12 zjednodušené schematické pohledy ve svislém řezu na detaily dalších příkladů prismatické struktury podle vynálezu,
- obr. 13 pohled zespodu na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu, která obsahuje světlovod tyčového tvaru, jehož součástí je kolimátor,
- 10 – obr. 14 pohled z boku na světlovodivou optickou jednotku z obr. 13,
- obr. 15 pohled na detail E prismatické struktury světlovodivé optické jednotky z obr. 14,
- obr. 16 axonometrický pohled na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu, která obsahuje tyčový světlovod,
- 15 – obr. 17 zjednodušený pohled na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu, která obsahuje tyčový světlovod, ve svislém řezu,
- 20 – obr. 18 axonometrický pohled zdola na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu,
- obr. 19A detail F provedení prismatické struktury z obr. 18,
- 25 – obr. 19B řez A-A' prismatickou strukturou z obr. 19A,
- obr. 20 axonometrický pohled zdola na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu,
- 30 – obr. 21 pohled shora na světlovodivou optickou jednotku z obr. 21,
- obr. 22 axonometrický pohled zdola na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu,
- 35 – obr. 23 pohled na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu ve svislém řezu, a
- obr. 24 pohled na ještě další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu ve svislém řezu.
- 40

Příklady uskutečnění vynálezu

- 45 V textu této přihlášky používaná adjektiva „horní“ a „spodní“ se vztahují k poloze zachycené na připojených obrázcích (s výjimkou obr. 2, který zachycuje pohled shora) a tato adjektiva nijak nepředikují nebo neurčují skutečnou polohu světlovodu 2 vzhledem vozidlu, v němž je světlovodivá optická jednotka 1 při svém použití namontována. Adjektiva „předcházející“ a „následující“ vyjadřují relativní pořadí ve směru postupu světelných paprsků 10 od směrovací plochy 3 dále do světlovodu 2. „Svislou rovinou“ míníme zobrazovací rovinu obrázků (s výjimkou obr. 2) a „vodorovnou rovinou“ rovinu kolmou na svislou rovinu.

- 55 Na obr. 1 a obr. 2 je znázorněn příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 podle předkládaného vynálezu. Světlovodivá optická jednotka 1 obsahuje světlovod 2 a směrovací plochu 3 volného tvaru - „free-form“ směrovací plochu 3. V tomto příkladu provedení se jedná o refrakční směrovací plochu 3 (obecně může jít o katadioptrickou směrovací plochu), která může

- být, jako je tomu v tomto příkladu provedení, zároveň navazovací plochou. Směrovací plocha 3 je navržena pro nasměrování světelných paprsků 10 vyzařovaných ze světelného zdroje 4 tak, aby světelné paprsky 10 směřovaly a byly vedeny v podstatě výlučně přímo na odrazné plochy 7 prismatické struktury 16, takže odrazné plochy 7 jsou přímo nasvíceny těmito světelnými paprsky 10, jak bude vysvětleno podrobněji níže. Zobrazená směrovací plocha 3 je plochou free-form čočky (čočka volného tvaru). Světlovod 2 je deskového tvaru, takže má přibližně tvar desky 11, která může být rovinná (viz zobrazený příklad provedení), kdy je horní povrch 12 světlovodu 2 rovinný, nebo zakřivená, tj. s horním povrchem 12 zakřiveným (např. vypuklým, vydutým, zvlněným apod.). Termín „deska“ 11 se tedy neomezuje pouze na „rovinné“ desky. Horní povrch 12 a protilehlý spodní povrch 13 světlovodu 2 jsou vzájemně spojené bočním povrchem 14. Horní povrch 12 je alespoň z části tvořen výstupní plochou 15, kterou vystupují ven ze světlovodu 1 světelné paprsky 10, a spodní povrch 13 obsahuje stupňovitě uspořádanou prismatickou strukturu 16 pro směrování světelných paprsků 10 požadovaným směrem.
- Směrovací plochou 3 obecně míníme plochu, ať už refrakční (na níž probíhá lom) nebo odraznou, od níž jsou světelné paprsky 10, které na ní dopadají nebo se na ní lámou, směřovány přímo na odrazné plochy 7. Směrováním „přímo“ rozumíme, že optická cesta světelného paprsku 10 mezi směrovací plochou 3 a odraznou plochou 7 je přímá, takže na ní nedochází k žádnému přesměrování (například přesměrování totálním odrazem od výstupní plochy 15) světelných paprsků 10. Směrovací plocha 3 je konfigurována tak, aby vysílala na odrazné plochy 7 ve svislé rovině svazek rovnoběžných nebo mírně divergentních paprsků 10. Ve vodorovné rovině pak směrovací plocha 3 může vysílat svazek divergentních světelných paprsků 10 (viz. obr. 2), což je vhodné zejména u světlovodu 2 deskového tvaru, nebo svazek rovnoběžných světelných paprsků 10, což je praktické zejména u světlovodů tyčového tvaru (viz. obr. 16). V posledně jmenovaném případě, kdy je ze směrovací plochy 3 nebo ploch 3 směřován svazek rovnoběžných paprsků 10, je zvláště výhodné využít kolimátor 19. Kolimátor 19 může být umístěn v odstupu od směrovací plochy 3 (viz. obr. 14, 16, 20), přičemž buď může být součástí světlovodu 2 (viz. 14, 20), anebo je umístěn v odstupu od světlovodu 2 (viz. obr. 16).
- Obr. 2 ukazuje pohled shora na světlovodivou optickou jednotku 1. V tomto příkladu provedení jsou jednotlivé odrazné plochy 7 a spojovací plochy 8 prismatické struktury 16 umístěny svými podélnými osami na částech kruhových oblouků, obecně jsou však možná umístění i v jiném tvaru. Středy kruhových oblouků leží s výhodou přibližně v místě světelného zdroje 4. Přestože v příkladu provedení světlovodivé optické jednotky 1 zobrazeném na obr. 1 a 2 obsahuje světlovodivá optická jednotka 1 pouze jeden světelný zdroj 4, vynález počítá s provedeními, kdy je ke světlovodu přiřazeno více světelných zdrojů a směrovacích ploch, které směřují světelné paprsky emitované ze světelných zdrojů do světlovodu.
- Obr. 3A ukazuje ve svislém řezu prismatickou strukturu známou ze stavu techniky, přičemž její detail C je znázorněn na obr. 3B. Prismatická struktura světlovodu 2 obsahuje první odrazné plochy 17 a druhé odrazné plochy 18, které jsou rovnoběžné s výstupní plochou 15 a spojují každé dvě sousední první odrazné plochy 17. První odrazné plochy 17 mají horní konce 17a a spodní konce 17b. Z detailu C je vidět, že první odrazná plocha 17 obsahuje oblast A, od níž se světelné paprsky 10 ze světelného zdroje 4 odráží požadovaným směrem tak, že tyto světelné paprsky 10 vystoupí ze světlovodu jeho výstupním povrchem 15. Světelné paprsky však dopadají rovněž na oblast B u spodního konce 17b první odrazné plochy 17, která je dána oblastí zaoblení 9, a odrážejí se od ní v podobě odkloněných světelných paprsků 10a, které postupují nežádoucími směry. Nežádoucími proto, že tyto směry se výrazně liší od směrů světelných paprsků 10 odražených od prvních odrazných ploch 7, čímž dochází k narušení homogenity, směrové jednotnosti a snižování celkové světelné účinnosti světlovodu. Zaoblení 9 nevyhnutelně vzniká při výrobě světlovodu, neboť nástroj použitý při výrobě nemá absolutně ostré hrany, ale v praxi je vždy v místě teoreticky ostrých hran zaoblen. Dále, část světelných paprsků dopadá na druhou odraznou plochu 18, od níž se odráží rovněž v podobě odkloněných světelných paprsků 10a, které také postupují nežádoucími směry. Nežádoucími jak ze shora uvedených důvodů, tak i proto, že vzhledem k úhlu dopadu těchto odkloněných paprsků 10a jejich část nevystoupí ze světlovodu jeho výstupním povrchem 15, ale

dojde na něm k totálnímu odrazu a postupu odkloněných světelných paprsků 10a dále světlovodem. Celkově tedy z pohledu vynálezu jsou odkloněné světelné paprsky 10a z hlediska homogenity, světelné účinnosti světlovodu a intenzity výstupního svazku vycházejícího z výstupní plochy 15 nežádoucí, protože zhoršují uvedené fyzikální vlastnosti či veličiny výstupního svazku.

5

Nyní výše uvedený dosavadní stav techniky popsany v souvislosti s obr. 3A porovnáme s příkladem řešení prismatické struktury 16 podle vynálezu, zachyceným na obr. 4A a s detailem C této prismatické struktury 16 znázorněným na obr. 4B. Vidíme, že oblast B zahrnující zaoblení 9, které, jak bylo popsáno výše, nevyhnutelně vzniká při výrobě světlovodu, neboť nástroj použitý při výrobě nemá absolutně ostré hrany, ale v praxi je vždy v místě teoreticky ostrých hran zaoblen. Oblast B zahrnující zaoblení 9 se nachází ve stínu vytvářeném horním koncem 7a předcházející odrazné plochy 7, takže na následující odraznou plochu 7 dopadají světelné paprsky 10 přímo ze směrovací plochy (není pro zjednodušení na obr. 3B zakreslen) pouze do oblasti A, která je odraznou oblastí, od níž se světelné paprsky 10 odráží požadovaným směrem k výstupní ploše 15 pod úhlem, který umožní výstup světelných paprsků 10 ven ze světlovodu výstupní plochou 15, takže nedochází k rušivým odrazům světelných paprsků 10 od zaoblení 9. Navíc, prismatická struktura 16 je uspořádána tak, aby byly světelné paprsky 10 směrovány ze směrovací plochy 3 výlučně přímo na odrazné plochy 7, které jsou u tohoto příkladu provedení nelomené (v profilu jsou zobrazeny jako nelomená křivka), takže všechny odražené světelné paprsky 10 směřují v podstatě ve stejném směru k výstupní ploše 15. Je tak zajištěn maximálně efektivní výstup světelných paprsků 10 ze světlovodu 2, a to v jednom směru. Jedná se tedy o výrazné zdokonalení ve srovnání s popsáním stavem techniky. U řešení podle vynálezu je vyvazující optika daná prismatickou strukturou 16 napočtena tak, že nedochází k přímému nasvícení oblasti B, takže je světlo vyvazováno oblastí A, která není ovlivněna zaoblením 9, čímž je dosaženo kontrolovaného světelného výstupu. Je vhodné zmínit, že horní konce 7a a spodní konce 7b jsou liniemi (viz obr. 2), které se ve svislých řezech na obrázcích zobrazují jako body.

30

K demonstrování další výhody vynálezu oproti známému stavu techniky, obrázky 3A a 4A oba vyznačují stejně dlouhý úsek daný vzdáleností d od světelného zdroje 4. Z porovnání obou řešení je zjevné, že na stejné vzdálenosti d je u řešení podle vynálezu možno umístit více vyvazovacích prvků – odrazných ploch 7. Pokud by se měl umístit na vzdálenosti d u známého stavu techniky stejný počet vyvazovacích ploch – tedy prvních odrazných ploch 17 (obr. 3A) jako je počet odrazných ploch 7 na této vzdálenosti d u vynálezu (obr. 4A), musely by se první odrazné plochy 17 poměrově zmenšit, čímž by se zvýraznil vliv zaoblení 9, anebo by musel být světlovod 2 na vstupu výrazně širší, aby se dosáhlo stejné vzdálenosti d.

35

Prismatická struktura 16 podle vynálezu obecně obsahuje odrazné plochy 7 a spojovací plochy 8. Odraznou plochu definujeme u tohoto vynálezu jako lomenou nebo nelomenou plochu (tj. plochu zobrazující se ve svislém řezu na obrázcích jako lomená nebo nelomená křivka), na kterou nebo na alespoň její část jsou přímo směrovány světelné paprsky 10 ze směrovací plochy 3, přičemž ve směru postupu světelných paprsků 10 od směrovací plochy 3 se odrazná plocha 7 vždy sklání směrem k výstupní ploše 15, označujeme ji proto zjednodušeně jako „stoupající plochu“. Příkladem nelomené odrazné plochy 7 jsou odrazné plochy 7 z obrázků 4A, 9, 11, 12, a příkladem lomené odrazné plochy 7 jsou odrazné plochy 7 z obr. 10, které zahrnují úseky 7c a 7d. Spojovací plocha 8 podle vynálezu je buď nelomená, přičemž v takovém případě je klesající, anebo lomená. Je-li lomená, obsahuje vždy první úsek 8a, který vychází z horního konce předcházející odrazné plochy 7 a který je klesající, a druhý úsek 8b, který může být klesající, rovnoběžný (vůči výstupní ploše 15) nebo rostoucí. Na spojovací plochu 8 nejsou směrovány světelné paprsky 10 od směrovací plochy 3, tedy spojovací plocha 8 ani její část neslouží k odrazu světelných paprsků 10, ale pouze ke spojení sousedních dvou odrazných ploch 7. Příkladem nelomené spojovací plochy 8 jsou spojovací plochy 8 z obrázků 4A, 10, a příkladem lomené spojovací plochy 8 jsou spojovací plochy 8 z obr. 9, 11, 12, které zahrnují úseky 8a a 8b.

50

Ukazuje se, že z hlediska celkové světelné účinnosti světlovodu 2 může být výhodné, aby směrovací plochy 3 odrazného typu a/nebo odrazné plochy 7 prismatické struktury 16 byly

55

pokoveny, a to zejména v případech, kdy úhly dopadu na tyto plochy se vzhledem k volbě materiálu světlovodu 2 blíží úhlům kritickým. Na pokovených plochách dochází při odrazu sice k nevyhnutelným ztrátám, ale protože při úhlech blízkých kritickému úhlu se účinnost totálního odrazu snižuje, uvedené pokovení může vést ke zvýšení celkové optické účinnosti světlovodu 2 ve srovnání s variantou bez pokovení. Příklady řešení s pokovením ukazují obr. 23 a obr. 24.

Nyní se vraťme opět k popisu jednotlivých výhodných provedení. Na obr. 5 až 7 jsou zobrazeny další příklady provedení světlovodivé optické jednotky 1 podle vynálezu, které využívají prismatickou strukturu 16 obdobného uspořádání jako je uspořádání z obr. 4A, 4B.

Obr. 5 znázorňuje ve svislém řezu další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 podle předkládaného vynálezu, která obsahuje odraznou plochu 5, která je situována proti spodnímu povrchu 13 světlovodu 2 v oblasti prismatické struktury 16 a je uzpůsobena pro odraz nebo difuzi světelných paprsků 10 uniklých ze světlovodu 2 skrze prismatickou strukturu 16.

Na obr. 6 je znázorněn další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 podle předkládaného vynálezu, která obsahuje světelný filtr 6, který je situován u výstupní plochy 15 a je uzpůsoben pro směřování/odklon světelných paprsků 10 do požadovaného směru. Alternativně nebo navíc k uvedenému uzpůsobení pro směřování může být světelný filtr 6 konfigurován též pro difuzi světelných paprsků 10.

Na obr. 7 je znázorněn další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 podle předkládaného vynálezu, kde prismatická struktura 16 je uzpůsobena k zasilání světelných paprsků do směru odkloněného od směru kolmého k výstupní ploše 15, podobně jako tomu bylo u předchozího příkladu provedení, čehož se však dosahuje na rozdíl od řešení z obr. 6 vlastní geometrickou konfigurací prismatické struktury 16 a následným lomem světelných paprsků 10 na výstupní ploše 15.

Obr. 8 a 9 ukazují další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 a v ní použité prismatické struktury 16 podle vynálezu. Prismatická struktura 16 obsahuje nelomené (hladké) odrazné plochy 7 a lomené spojovací plochy 8, které se skládají z úseků 8a, 8b. Prismatická struktura je tedy konfigurována tak, že světelné paprsky 10 jsou ze směřovací plochy 3 směřovány pouze přímo na odrazné plochy 7 tak, že nedopadají na zaoblení 9 vytvořené mezi úseky 8a a 8b spojovací plochy 8 a mezi úsekem 8a a odraznou plochou 7. Obě tato zaoblení 9 se tedy nachází ve stínu vytvořeném předchozí odraznou plochou 7. Úsek 8a spojovací plochy 8 je klesající a úsek 8b je stoupající.

Obr. 10 ukazuje další příklad provedení prismatické struktury 16 podle vynálezu. Prismatická struktura 16 obsahuje lomené odrazné plochy 7 zahrnující úseky 7c a 7d a nelomené (hladké) spojovací plochy 8. Prismatická struktura 16 je tedy konfigurována tak, že světelné paprsky 10 jsou ze směřovací plochy 3, směřovány přímo na úseky 7c, 7d odrazné plochy 7 tak, že nedopadají na zaoblení 9 vytvořené mezi spojovací plochou 8 a úsekem 7c odrazné plochy 7 a toto zaoblení 9 se tedy nachází ve stínu vytvořeném předchozí odraznou plochou 7. Úseky 7c a 7d svírají úhel, který je blízký přímému úhlu, takže rušivý efekt spojení obou úseků 7c a 7d je v případě dopadu světelných paprsků 10 na toto spojení zanedbatelný. Světelné paprsky 10 se odráží od obou úseků 7c, 7d téměř stejným směrem a dopadají na výstupní plochu 15 pod úhlem dopadu menším než je úhel kritický, takže je umožněn výstup těchto paprsků 10 ven ze světlovodu 2 výstupní plochou 15. Jak bylo výše řešeno, odrazné plochy 7 jsou u vynálezu stoupající, takže i úseky 7c, 7d odrazné plochy 7 jsou stoupající.

Obr. 11 ukazuje další příklad provedení prismatické struktury 16 podle vynálezu. Prismatická struktura 16 obsahuje nelomené (hladké) odrazné plochy 7 a lomené spojovací plochy 8, které se skládají z úseků 8a, 8b. Prismatická struktura je tedy konfigurována tak, že světelné paprsky 10 jsou ze směřovací plochy 3 směřovány pouze přímo na odrazné plochy 7 tak, že nedopadají na zaoblení 9 vytvořené mezi úseky 8a a 8b spojovací plochy 8 a mezi úsekem 8a a odraznou plochou

7. Obě tato zaoblení 9 se tedy nacházejí ve stínu vytvořeném předchozí odraznou plochou 7. Úsek 8a spojovací plochy 8 je klesající a úsek 8b je vzhledem k výstupní ploše 15 rovnoběžný.

Obr. 12 ukazuje zjednodušeně a schematicky další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 a v ní použité prismatické struktury 16 podle vynálezu. Prismatická struktura 16 obsahuje nelomené (hladké) odrazné plochy 7 a lomené spojovací plochy 8, které se skládají z úseků 8a, 8b. Prismatická struktura je tedy konfigurována tak, že světelné paprsky 10 jsou ze směrovací plochy 3 směrovány pouze přímo na odrazné plochy 7 tak, že nedopadají na zaoblení 9 vytvořená mezi úseky 8a a 8b spojovací plochy 8 a mezi úsekem 8a a odraznou plochou 7. Obě tato zaoblení 9 se tedy nacházejí ve stínu vytvořeném předchozí odraznou plochou 7. Úsek 8a spojovací plochy 8 je klesající a úsek 8b je stoupající. Součástí povrchu světlovodu 2 je směrovací plocha 3. Směrovací plochou 3 jsou světelné paprsky 10 směrovány přímo na odrazné plochy 7, od nichž jsou světelné paprsky 10 odrazeny k výstupní ploše 15 a přes ni vystupují ven ze světlovodu 2.

Obr. 13, 14 a 15 ukazují schematicky další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 a v ní použité prismatické struktury 16 podle vynálezu. Světlovod 2, který je opatřen prismatickou strukturou 16, je tyčového tvaru. Prismatická struktura 16 obsahuje několik vedle sebe umístěných řad, z nichž každá obsahuje ve směru od směrovací plochy 3 za sebou uspořádané a na sebe navazující nelomené (hladké) odrazné plochy 7 a lomené spojovací plochy 8, které se skládají z úseků 8a, 8b. Uvedené řady jsou s výhodou umístěny vedle sebe tak, že jsou vzájemně posunuté, takže odrazné plochy 7 jedné řady nenavazují na odrazné plochy 7 řady sousední. Prismatická struktura 16 je konfigurována tak, že světelné paprsky 10 jsou ze směrovací plochy 3 směrovány pouze přímo na odrazné plochy 7 tak, že nedopadají na zaoblení 9 (nejsou na obrázcích zvýrazněna) vytvořená mezi úseky 8a a 8b spojovací plochy 8 a mezi úsekem 8a a odraznou plochou 7. Úsek 8a spojovací plochy 8 je klesající a úsek 8b je stoupající. Součástí světlovodu 2 je kolimátor 19, do něhož vstupují světelné paprsky 10 emitované světelným zdrojem 4. Z kolimátoru 19 vystupuje svazek rovnoběžných světelných paprsků 10, které jsou směrovací plochou 3 nasměrovány na odrazné plochy 7, od nichž jsou světelné paprsky 10 odrazeny k výstupní ploše 15, přes kterou paprsky 10 vystupují ven ze světlovodu 2.

Na obr. 16 a obr. 17 jsou znázorněny další příklady provedení světlovodivé optické jednotky 1 podle předkládaného vynálezu. Světlovody 2 v těchto provedeních jsou tyčového tvaru a světlovodivé optické jednotky 1 obsahují samostatné kolimátory 19 různých provedení, které ve svislé i vodorovné rovině vytváří svazek rovnoběžných světelných paprsků 10, který dopadá na směrovací plochu 3, kterou jsou světelné paprsky 10 pomocí lomu směrovány přímo na odrazné plochy 7.

Obr. 18, 19 a 19a ukazují schematicky další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 a v ní použité prismatické struktury 16 podle vynálezu. Světlovod 2, který je opatřen prismatickou strukturou 16, je deskového tvaru. Prismatická struktura 16 obsahuje několik vedle sebe umístěných řad, z nichž každá obsahuje ve směru od směrovací plochy 3 za sebou uspořádané a na sebe navazující nelomené (hladké) odrazné plochy 7 a lomené spojovací plochy 8, které se skládají z úseků 8a, 8b. Uvedené řady jsou s výhodou umístěny vedle sebe tak, že jsou vzájemně posunuté, takže odrazné plochy 7 jedné řady nenavazují na odrazné plochy 7 řady sousední. Prismatická struktura 16 je konfigurována tak, že světelné paprsky 10 jsou ze směrovací plochy 3 směrovány pouze přímo na odrazné plochy 7 tak, že nedopadají na zaoblení 9 (nejsou na obrázcích zvýrazněna) vytvořená mezi úseky 8a a 8b spojovací plochy 8 a mezi úsekem 8a a odraznou plochou 7. Úsek 8a spojovací plochy 8 je klesající a úsek 8b je stoupající.

Obr. 20 a 21 ukazují schematicky další příklad provedení světlovodivé optické jednotky 1 a v ní použité prismatické struktury 16 podle vynálezu. Světlovod 2, který je opatřen prismatickou strukturou 16, je deskového tvaru. Prismatická struktura 16 obsahuje několik vedle sebe umístěných řad, z nichž každá obsahuje ve směru od směrovací plochy 3 za sebou uspořádané a na sebe navazující odrazné plochy 7 a spojovací plochy 8. Uvedené řady jsou umístěny vedle sebe tak, že jsou vzájemně posunuté, takže odrazné plochy 7 jedné řady nenavazují na odrazné plochy

7 řady sousední. Světlovod 2 je napájen několika světelnými zdroji 4, které emitují světelné paprsky 10 do kolimátorů 4. Kolimátory 4 jsou integrálně spojeny se světlovodem 2 a zasílají světelné svazky rovnoběžných paprsků 10 na společnou směrovací plochu 3, která směřuje světelné paprsky 10 přímo na odrazné plochy 7, od nichž jsou paprsky 10 odraženy k výstupní ploše 15 a přes výstupní plochu 15 ven ze světlovodu 2.

Obr. 22 ukazuje axonometrický pohled zdola na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu. U tohoto provedení zasílají světelné zdroje 4 světelné paprsky na směrovací plochy 3, které mají přibližně parabolický tvar. Světelné zdroje 4 leží přibližně v ohniscích směrovacích ploch 3.

Obr. 23 znázorňuje pohled na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu ve svislém řezu. U tohoto provedení jsou směrovací plocha 3 a odrazné plochy 7 prismatické struktury 16 světlovodu 2 pokoveny. Součástí povrchu světlovodu 2 je rovinná směrovací plocha 3, na kterou dopadá svazek rovnoběžných světelných paprsků 10 vytvářených kolimátorem 19. Světelné paprsky 10 jsou směrovací plochou 3 směřovány přímo na odrazné plochy 7.

Obr. 24 znázorňuje pohled na další příklad provedení světlovodivé optické jednotky podle vynálezu ve svislém řezu. Rovněž u tohoto provedení jsou směrovací plocha 3 a odrazné plochy 7 prismatické struktury 16 světlovodu 2 pokoveny. Směrovací plocha 3 má přibližně parabolický tvar a světelný zdroj 4 leží přibližně v jejím ohnisku. Světelné paprsky 10 jsou směrovací plochou směřovány přímo na odrazné plochy 7.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Světlovodivá optická jednotka (1) pro světelné zařízení motorových vozidel obsahující světlovod (2), který zahrnuje alespoň jednu směrovací plochu (3), a alespoň jeden světelný zdroj (4) ke generování světelných paprsků (10), **vyznačující se tím**, že světlovod (2) dále zahrnuje horní povrch (12), jehož alespoň část je tvořena výstupní plochou (15), a spodní povrch (13) protilehlý hornímu povrchu (12) a opatřený prismatickou strukturou (16) obsahující odrazné plochy (7), přičemž směrovací plocha (3) a odrazné plochy (7) jsou vzájemně uspořádány tak, že směrovací plocha (3), pomocí směrování lomem na této ploše (3) nebo odrazem od této plochy (3), směřuje světelné paprsky (10) na prismatickou strukturu (16) tak, že přímo nasvěcuje světelnými paprsky (10) pouze odrazné plochy (7), přičemž odrazné plochy (7) jsou konfigurovány pro směrování světelných paprsků (10), které na ně takto dopadly přímo ze směrovací plochy (3), na výstupní plochu (15) tak, že světelné paprsky (10) vystupují výstupní plochou (15) ven ze světlovodu (2).
2. Světlovodivá optická jednotka (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že prismatická struktura (16) dále obsahuje spojovací plochy (8), přičemž každá spojovací plocha (8) je umístěna mezi dvojicí sousedních odrazných ploch (7) a spojuje horní konec (7a) té odrazné plochy (7) z uvedené dvojice, která je bližší směrovací ploše (3), s dolním koncem (7b) druhé odrazné plochy (7) z uvedené dvojice, přičemž zaoblení (9) v místě spojení spojovací plochy (8) s dolním koncem (7b) je umístěno ve stínu tvořeném uvedenou odraznou plochou (7), která je bližší směrovací ploše (3), takže na zaoblení (9) nedopadají ze směrovací plochy (3) žádné přímé světelné paprsky (10).
3. Světlovodivá optická jednotka (1) podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že horní konec (7a) každé odrazné plochy (7) je blíže hornímu povrchu (12) světlovodu (2) než dolní konec (7b) sousední odrazné plochy (7) vzdálenější směrovací ploše (3), a vzdálenější od horního povrchu (12) světlovodu (2) než je horní konec (7a) uvedené sousední odrazné plochy (7) vzdálenější směrovací ploše (3).
4. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že odrazné plochy (7) jsou nelomené a směrem od směrovací plochy (3) vzhledem k hornímu povrchu (12) stoupají.
5. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že odrazné plochy (7) jsou lomené a obsahují alespoň dva úseky (7c, 7d), které jsou směrem od směrovací plochy (3) vzhledem k hornímu povrchu (12) stoupají.
6. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že spojovací plochy (8) jsou nelomené a směrem od směrovací plochy (3) vzhledem k hornímu povrchu (12) klesají.
7. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že spojovací plochy (8) jsou lomené a obsahují alespoň dva úseky (8a, 8b), z nichž alespoň jeden úsek (8a) je směrem od směrovací plochy (3) vzhledem k hornímu povrchu (12) klesající.
8. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že směrovací plocha (3) je konfigurována k vytváření rovnoběžného svazku paprsků (10) ve vodorovné rovině.
9. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že směrovací plocha (3) je konfigurována k vytváření rovnoběžného svazku paprsků (10) ve vodorovné rovině.

10. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že směrovací plocha (3) je konfigurována k vytváření divergentního svazku paprsků (10) ve vodorovné rovině.
- 5 11. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že směrovací plocha (3) je součástí povrchu světlovodu (2).
12. Světlovodivá optická jednotka (1) podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že směrovací plocha (3) je zároveň navazovací plochou pro navazování světelných paprsků (10) do světlovodu (2).
- 10 13. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že obsahuje kolimátor (19), který je umístěn vně světlovodu (2).
- 15 14. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že obsahuje kolimátor (19), který je integrální součástí světlovodu (2).
15. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že směrovací plocha (3) nebo její část je pokovená a/nebo odrazné plochy (7) jsou pokoveny.
- 20 16. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že světlovod (2) má tvar zakřivené nebo rovinné desky (11).
- 25 17. Světlovodivá optická jednotka (1) podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že podélné osy odrazných ploch (7) prismatické struktury (16) mají tvar oblouků, jejichž přibližné středy zakřivení leží v místě světelného zdroje (4).
18. Světlovodivá optická jednotka (1) podle kteréhokoliv z nároků 1 až 15, **vyznačující se tím**, že světlovod (2) má tyčový tvar, přičemž je přímý nebo zakřivený.
- 30 19. Světlovodivá optická jednotka (1) podle nároků 18, **vyznačující se tím**, že světlovod (2) má čtvercový, obdélníkový, nebo hříbový profil.

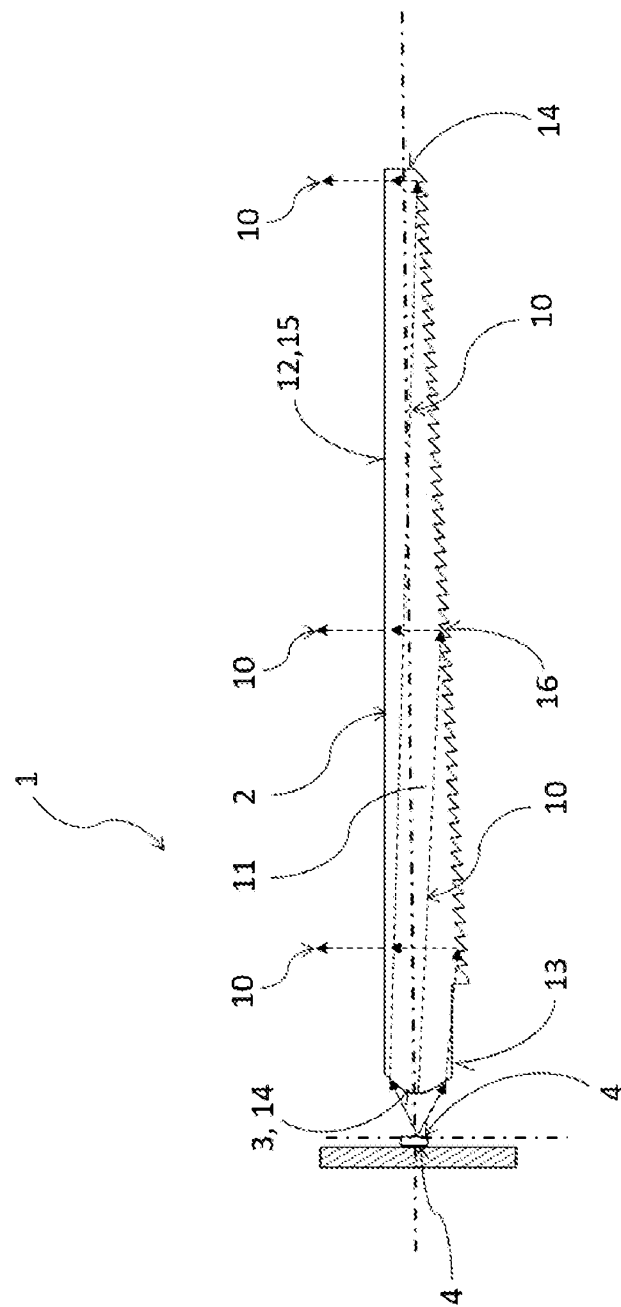
35

23 výkresů

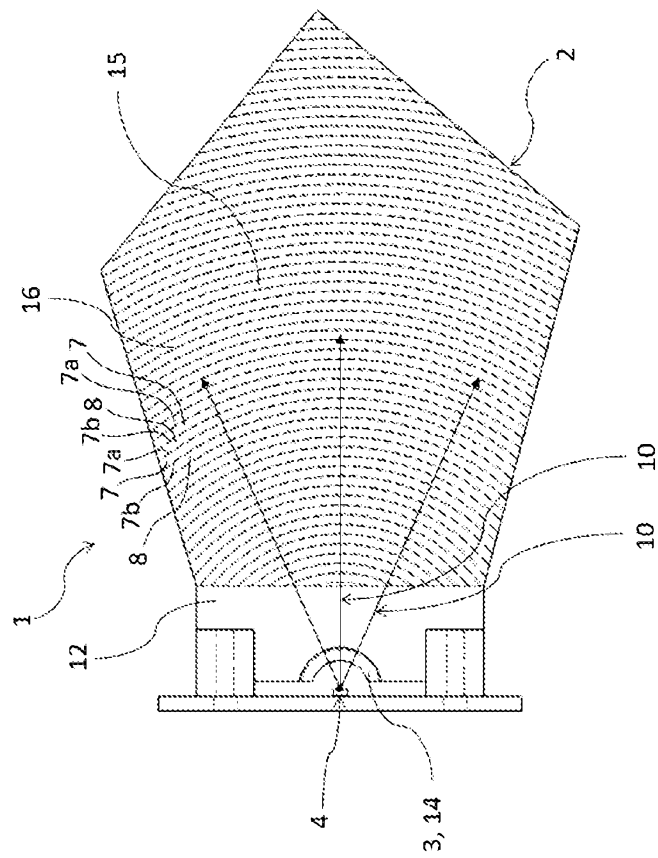
Seznam vztahových značek

- 1 – světlovodivá optická jednotka
- 2 – světlovod
- 3 – směrovací plocha
- 19 – kolimátor
- 4 – světelný zdroj
- 5 – odrazná plocha
- 6 – filtr
- 7 – odrazná plocha
- 7a – horní konec
- 7b – dolní konec
- 7c, 7d – úsek odrazné plochy
- 8 – spojovací plocha
- 8a, 8b – úsek spojovací plochy
- 9 – zaoblení
- 10 – světelný paprsek
- 10a – odkloněný světelný paprsek

- 11 – světlovodivá deska
- 12 – horní povrch
- 13 – spodní povrch
- 14 – boční povrch
- 15 – výstupní plocha
- 16 – prismatická struktura
- 17 – první odrazná plocha
- 18 – druhá odrazná plocha
- 17a – horní konec
- 17b – spodní konec
- A, B – oblast
- d – vzdálenost

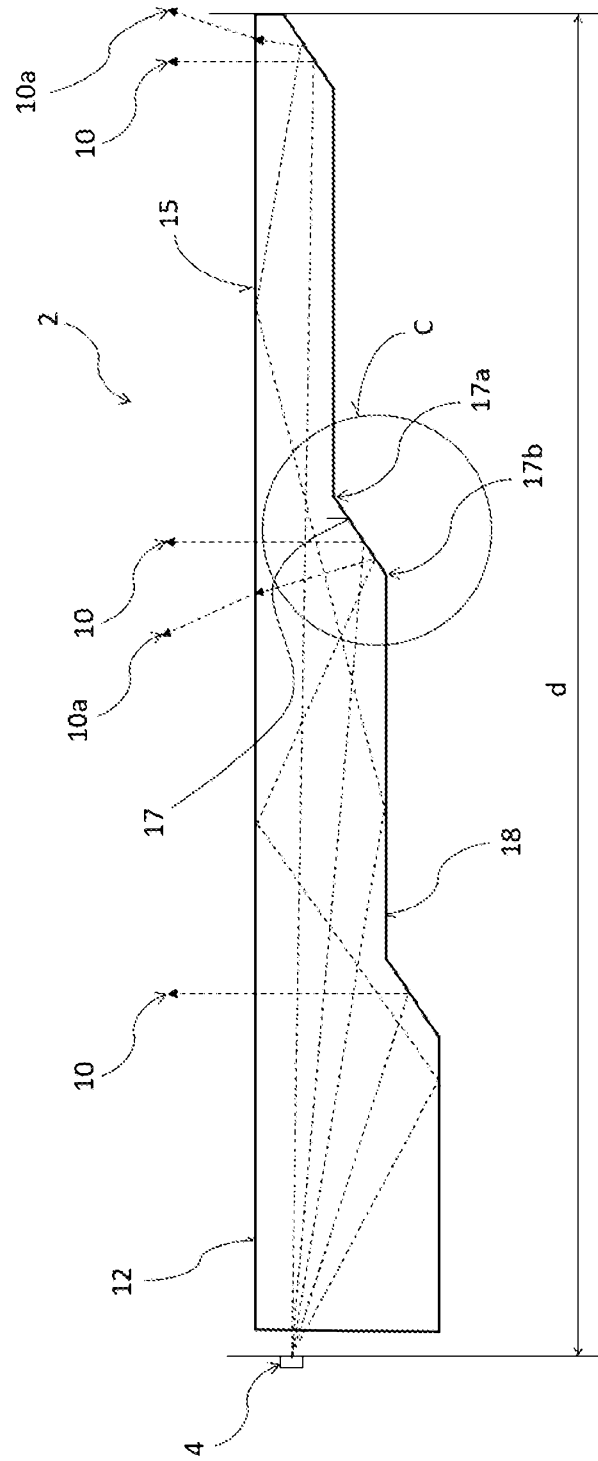


Obr. 1



Obr. 2

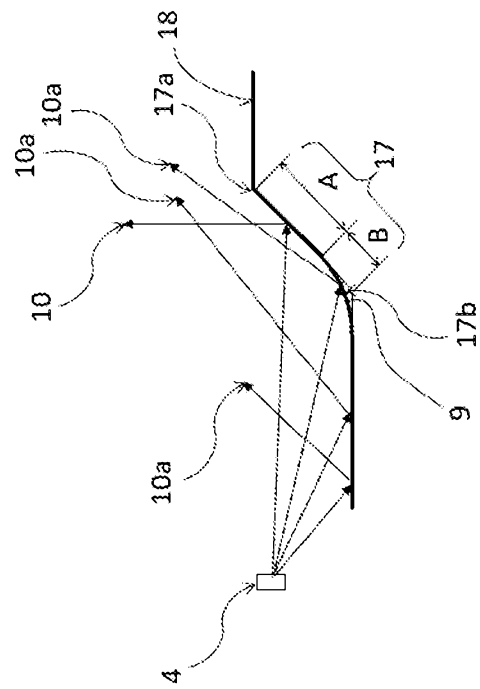
Dosavadní stav techniky



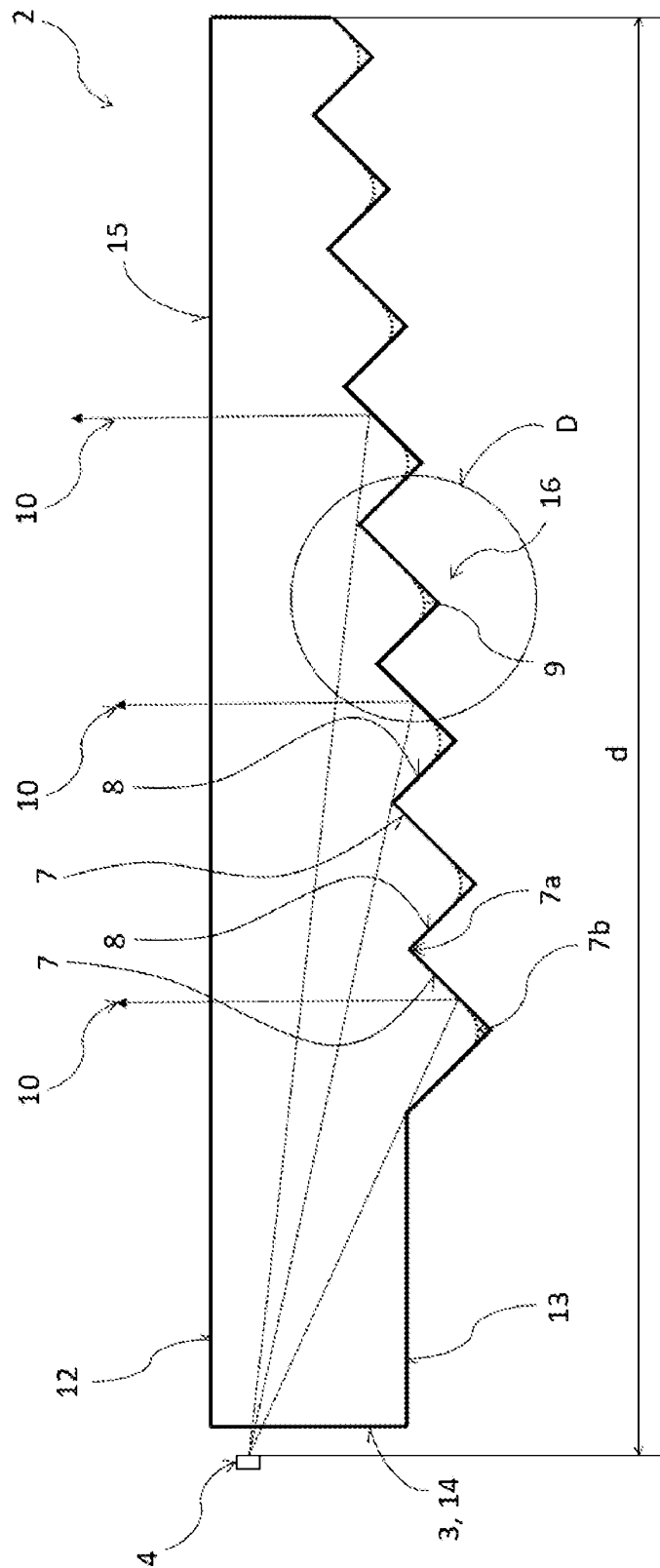
Obr. 3A

Dosavadní stav techniky

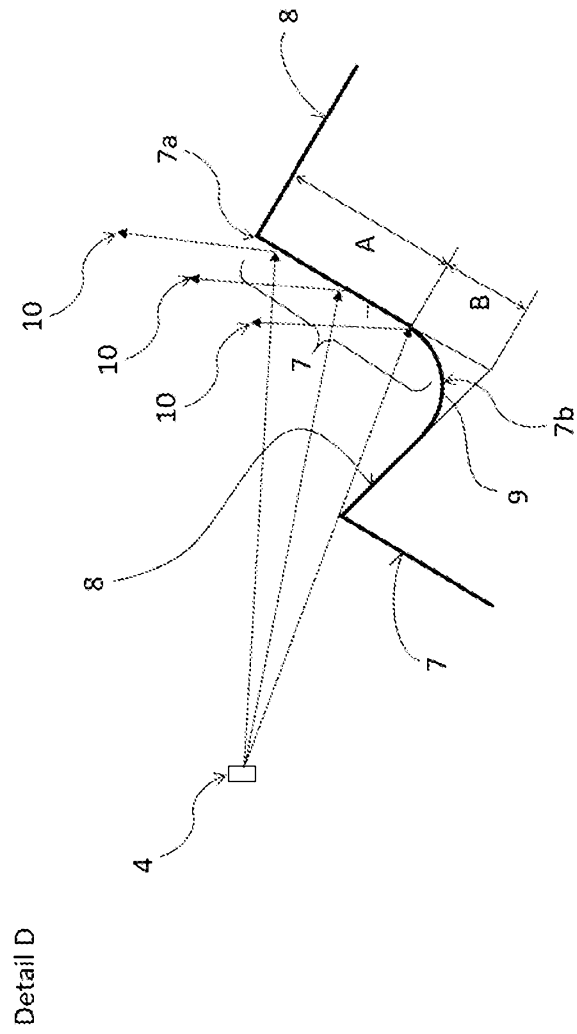
Detail C



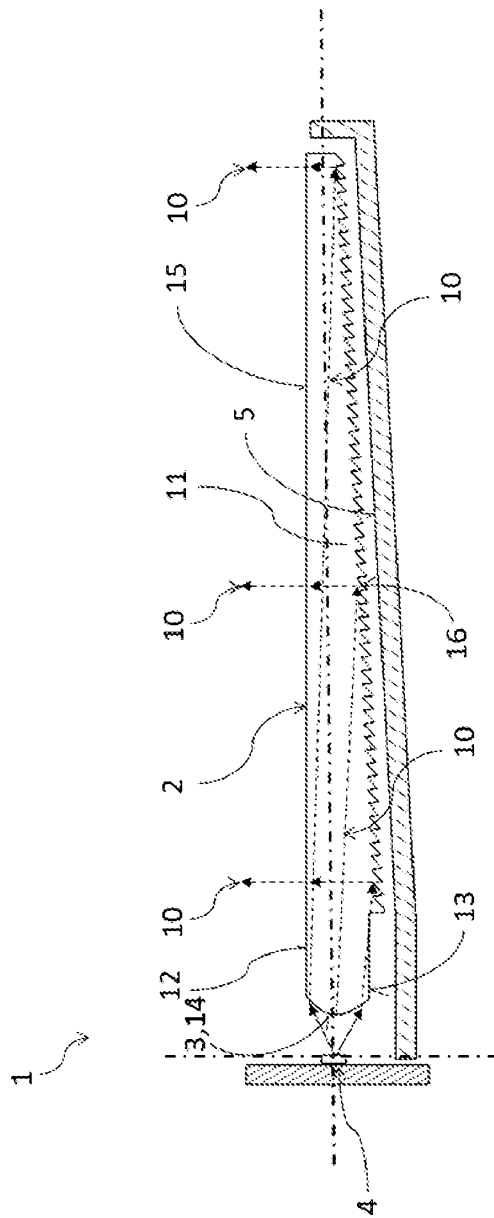
Obr. 3B



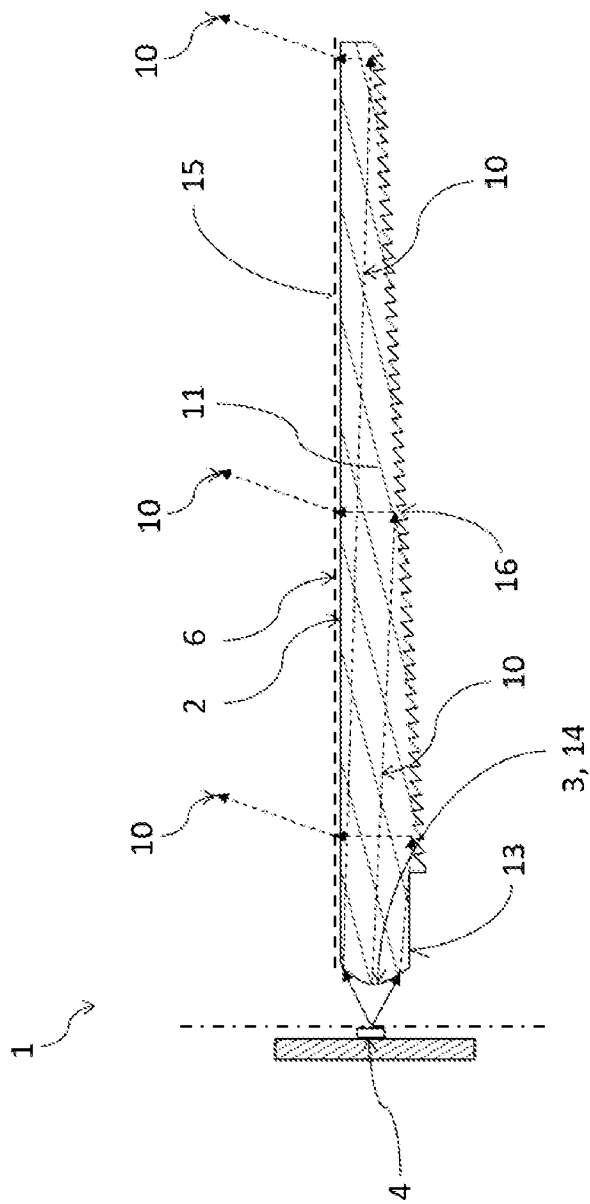
Obr. 4A



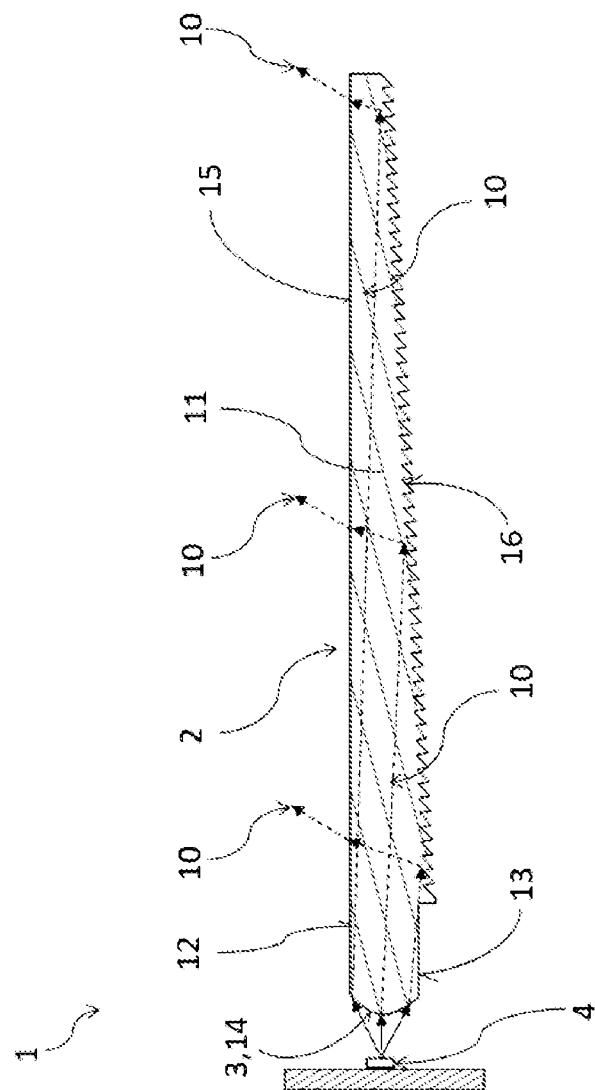
Obr. 4B



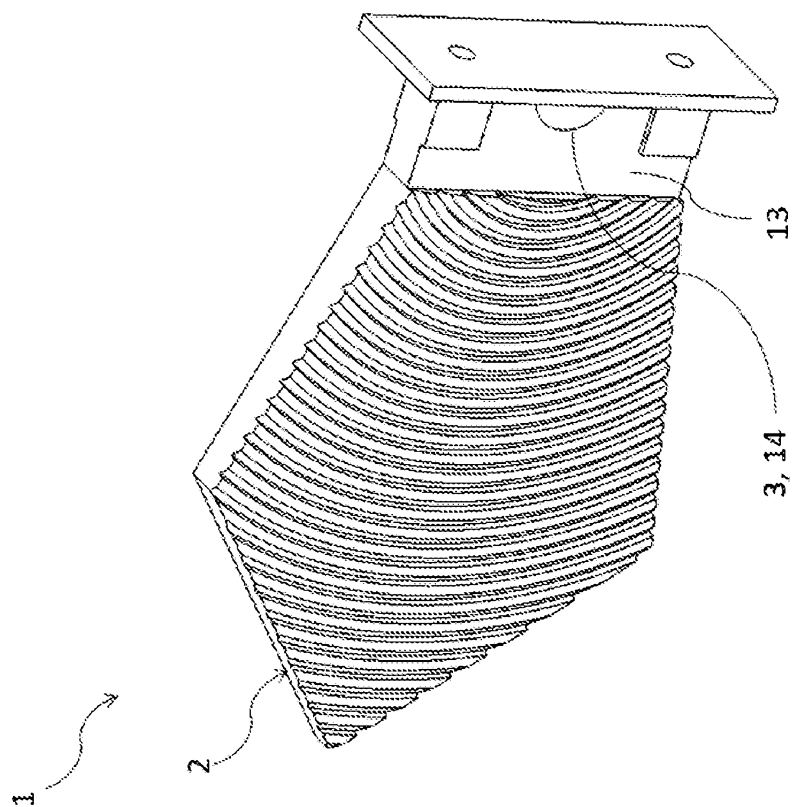
Obr. 5



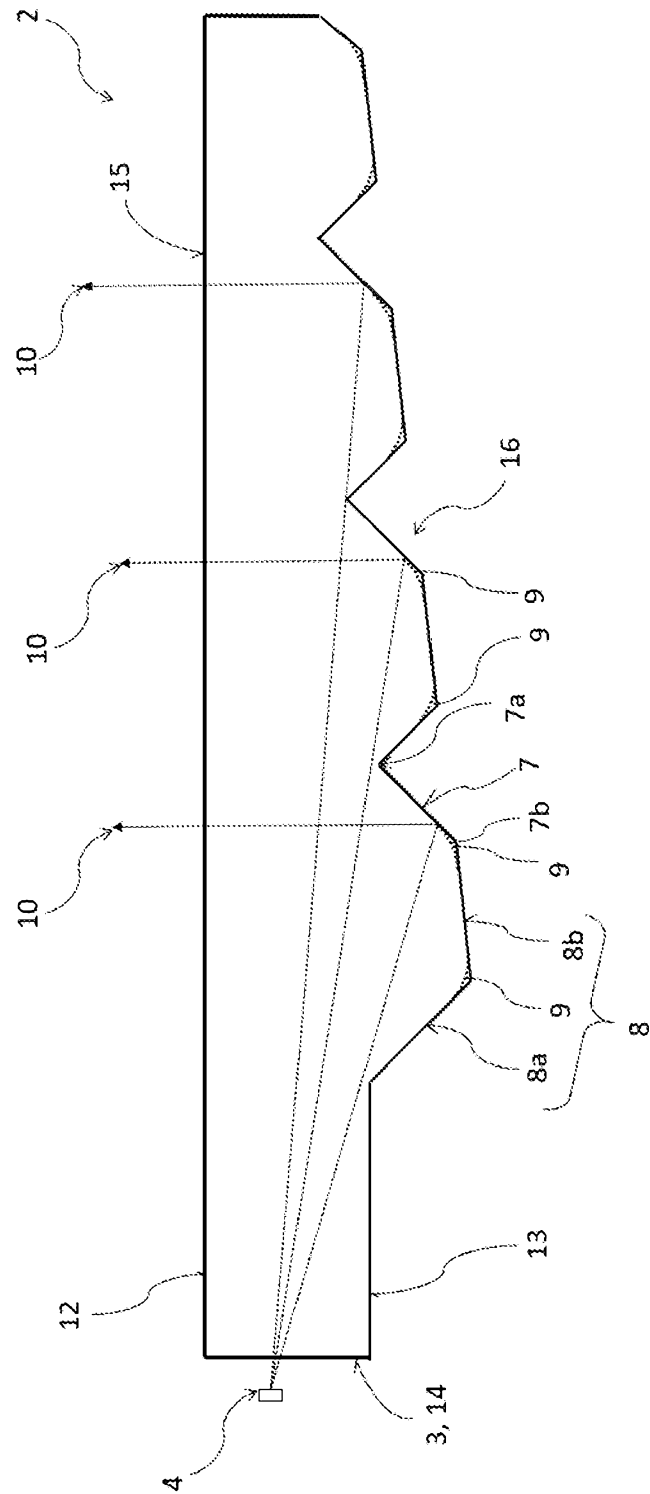
Obr. 6



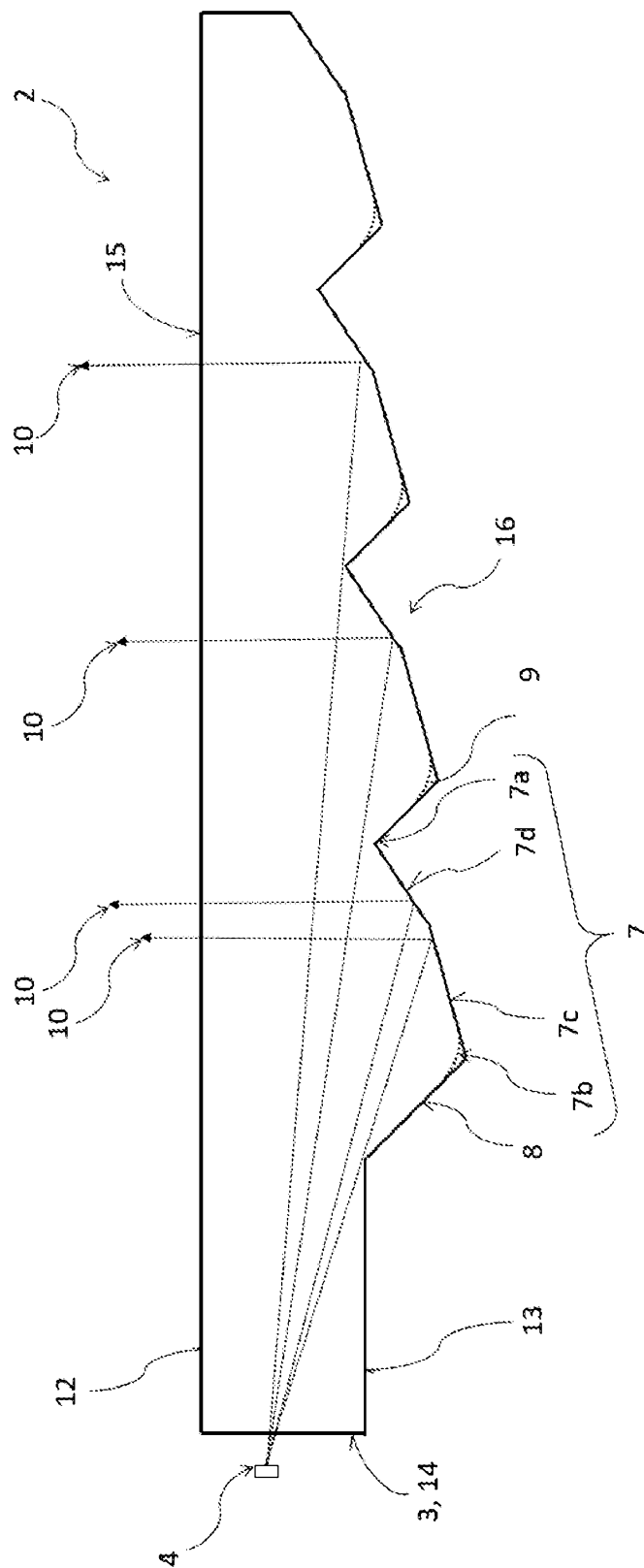
Obr. 7



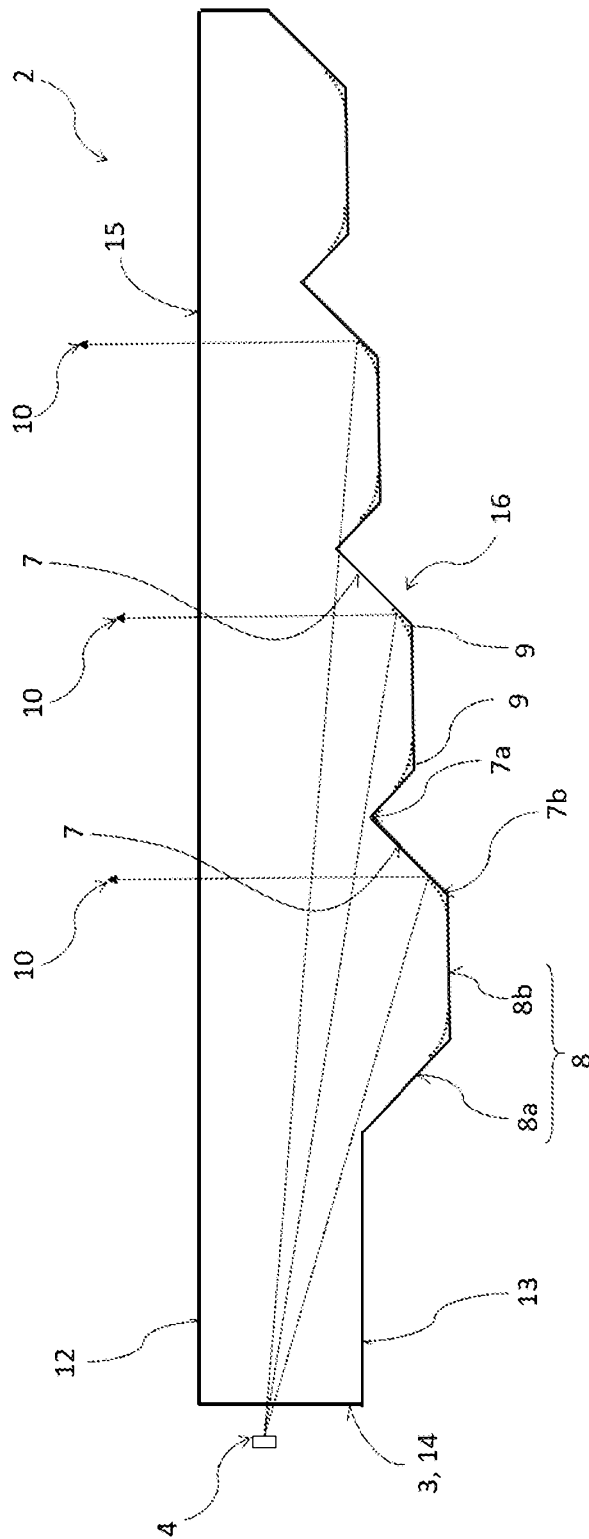
Obr. 8



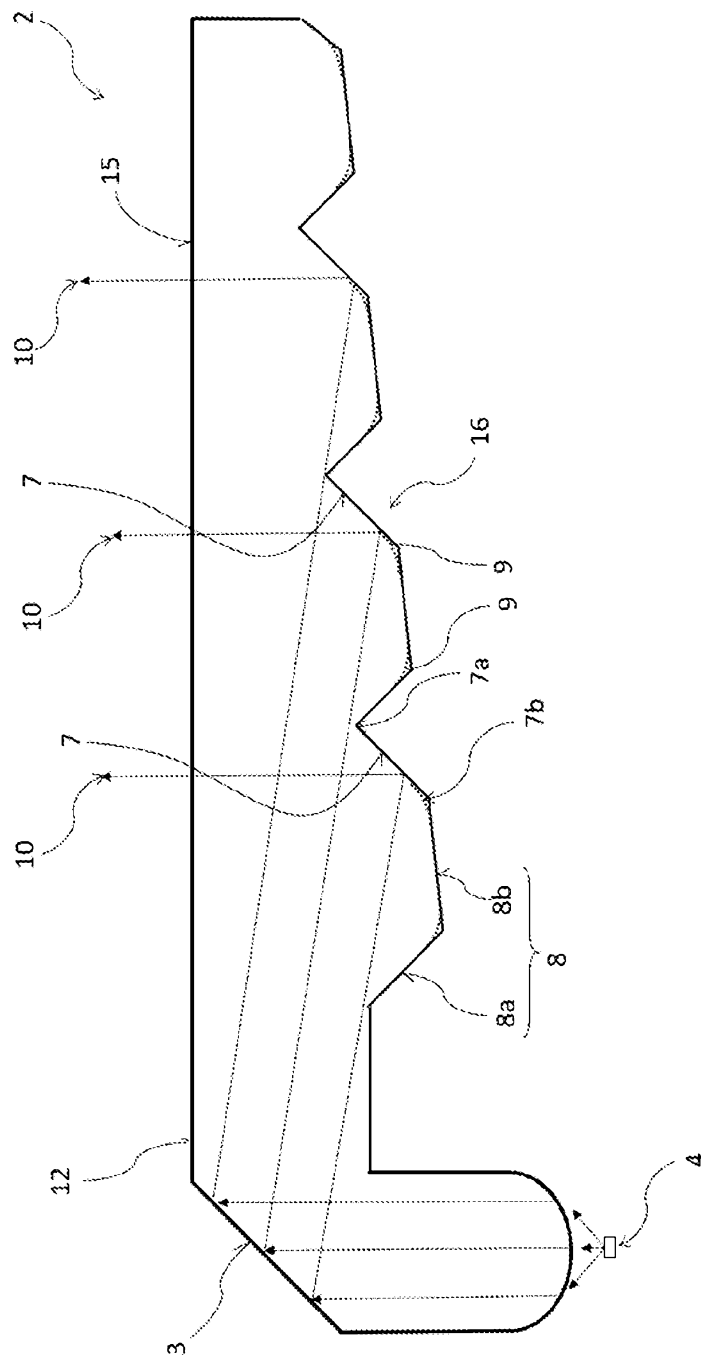
Obr. 9



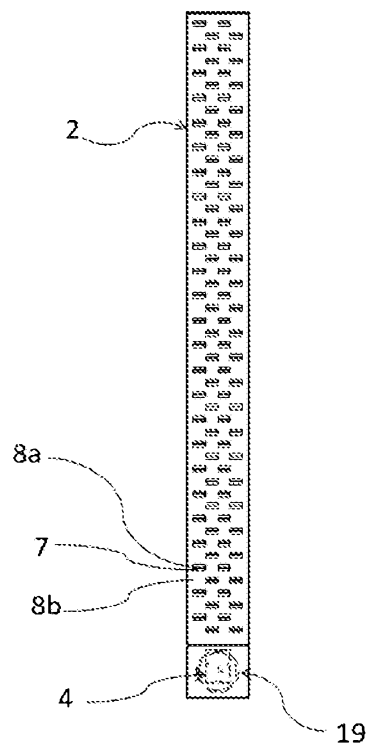
Obr. 10



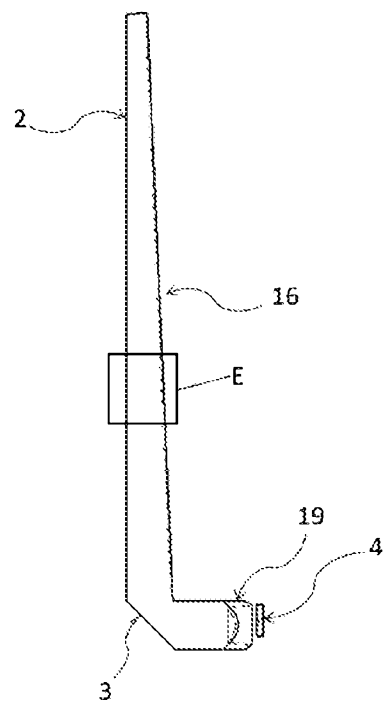
Obr. 11



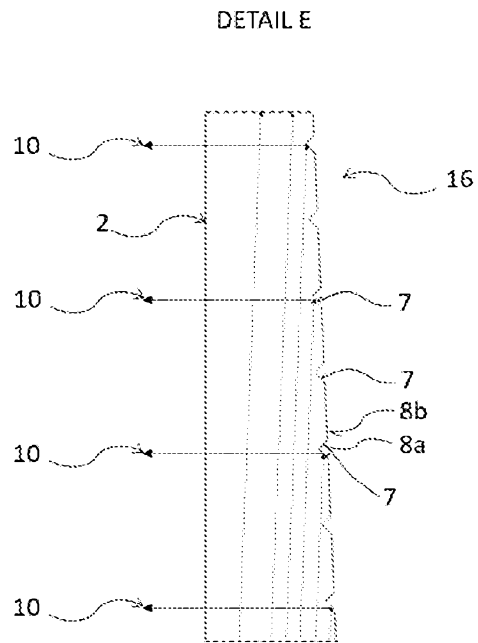
Obr. 12



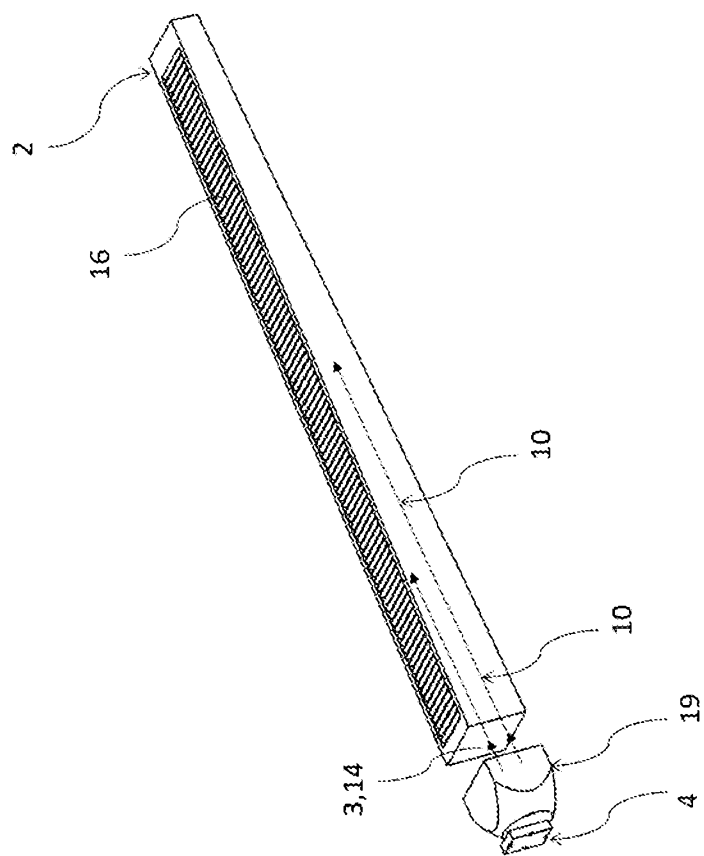
Obr. 13



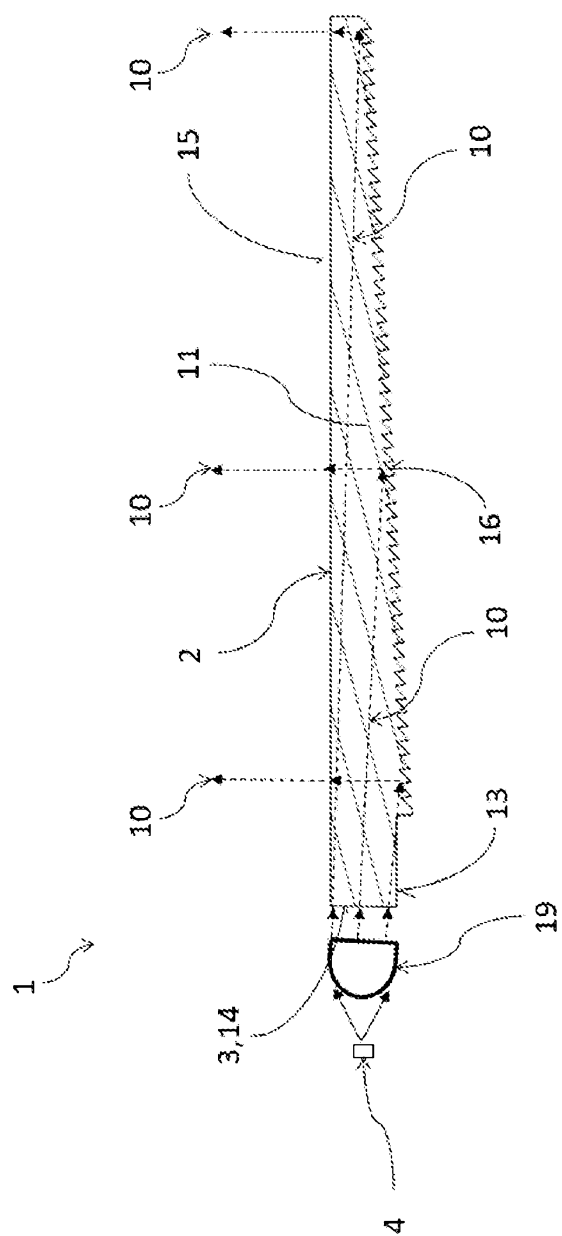
Obr. 14



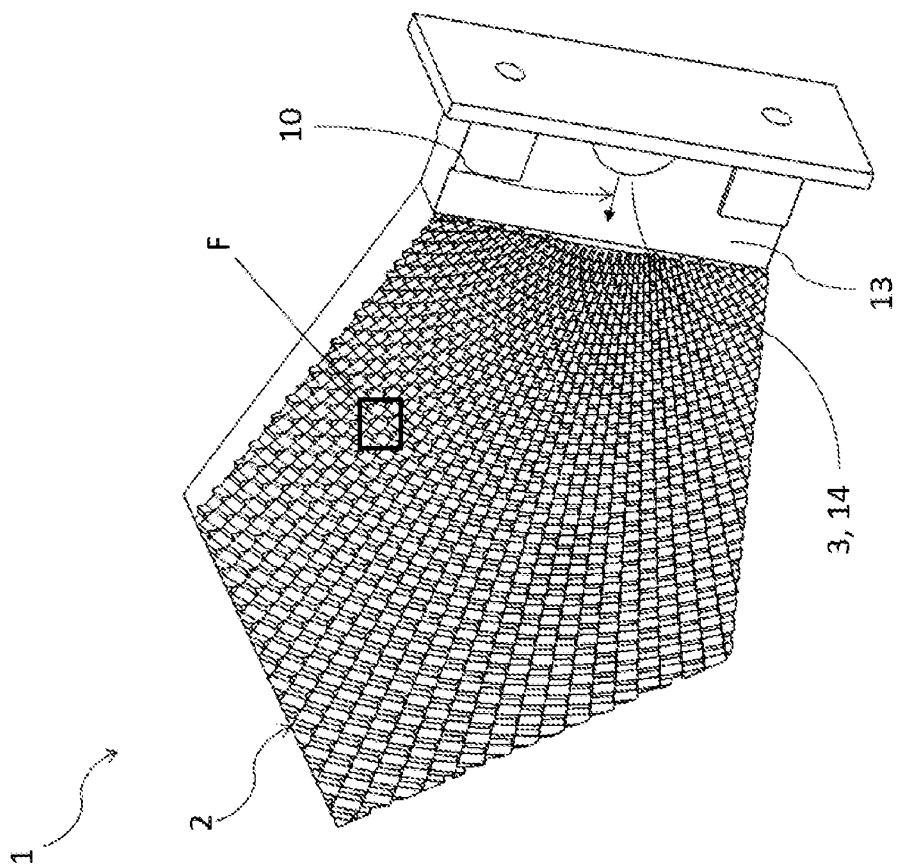
Obr. 15



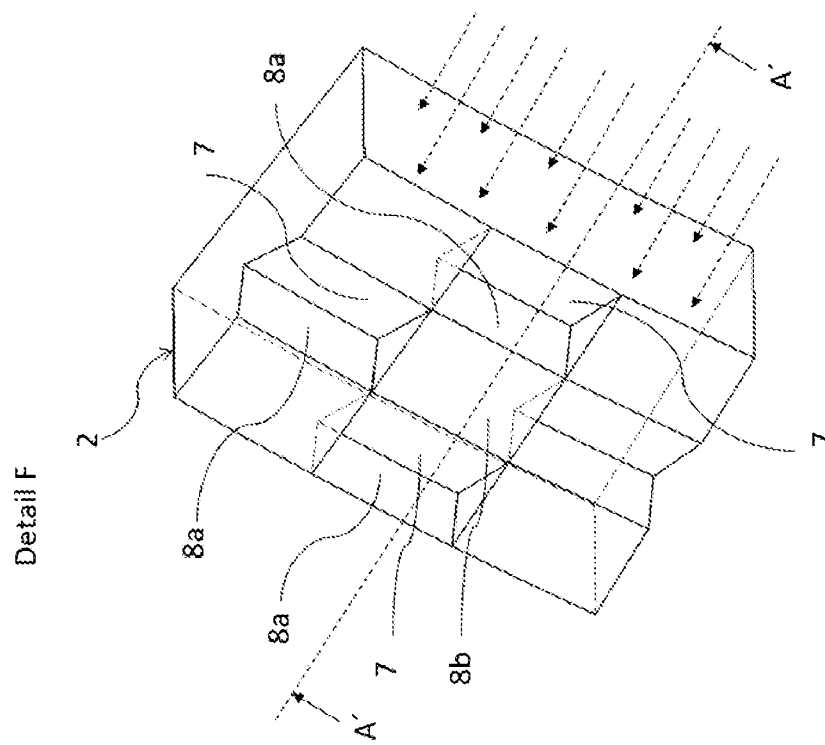
Obr. 16



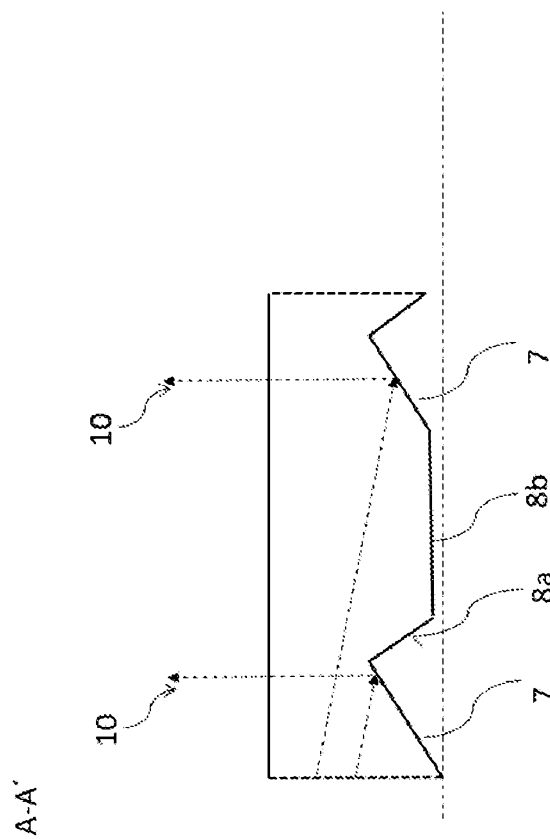
Obr. 17



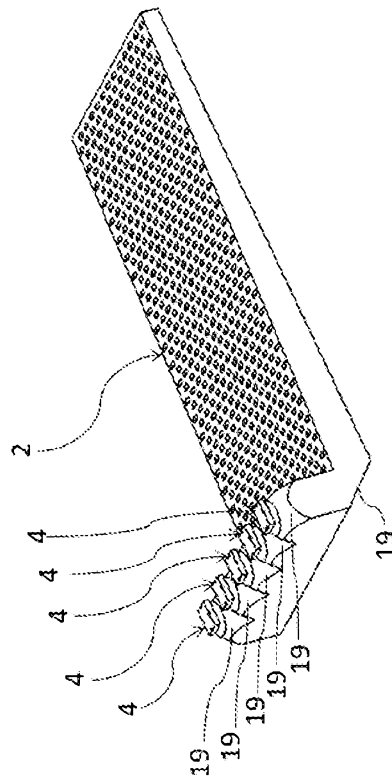
Obr. 18



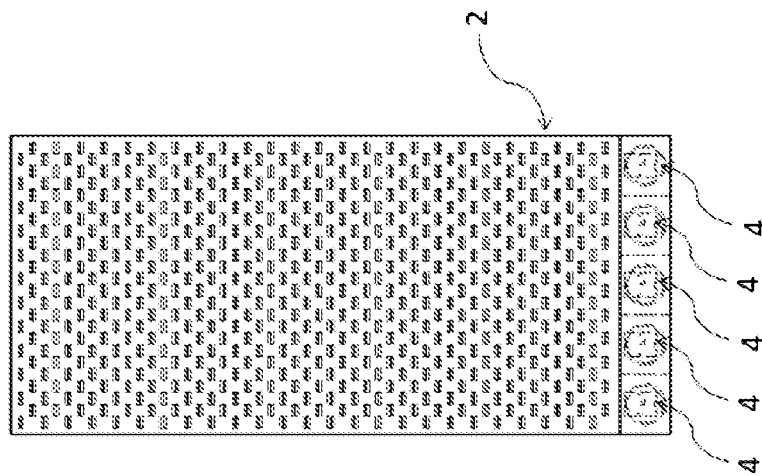
Obr. 19A



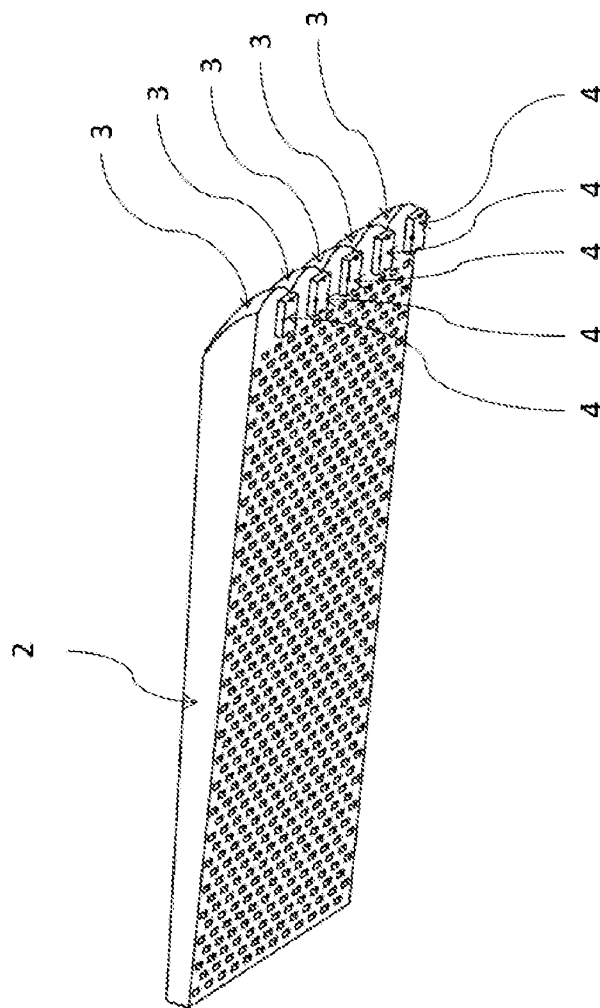
Obr. 19B



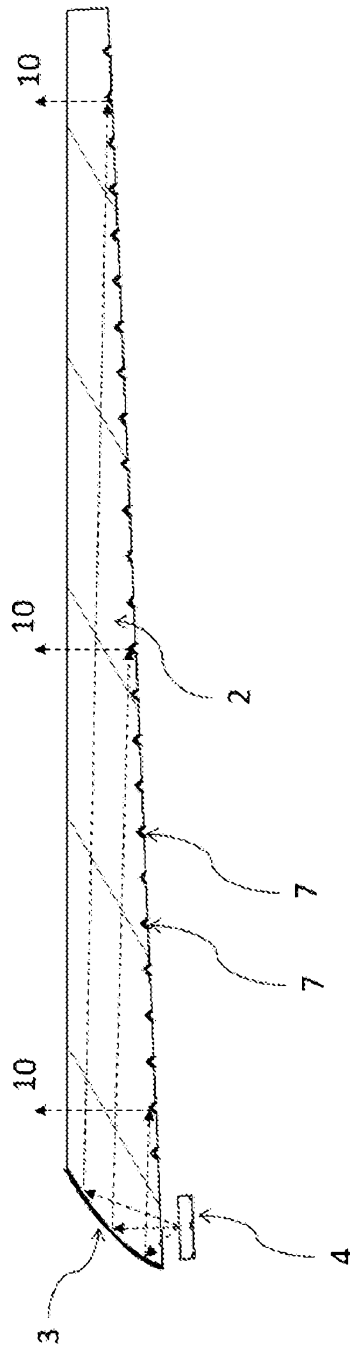
Obr. 20



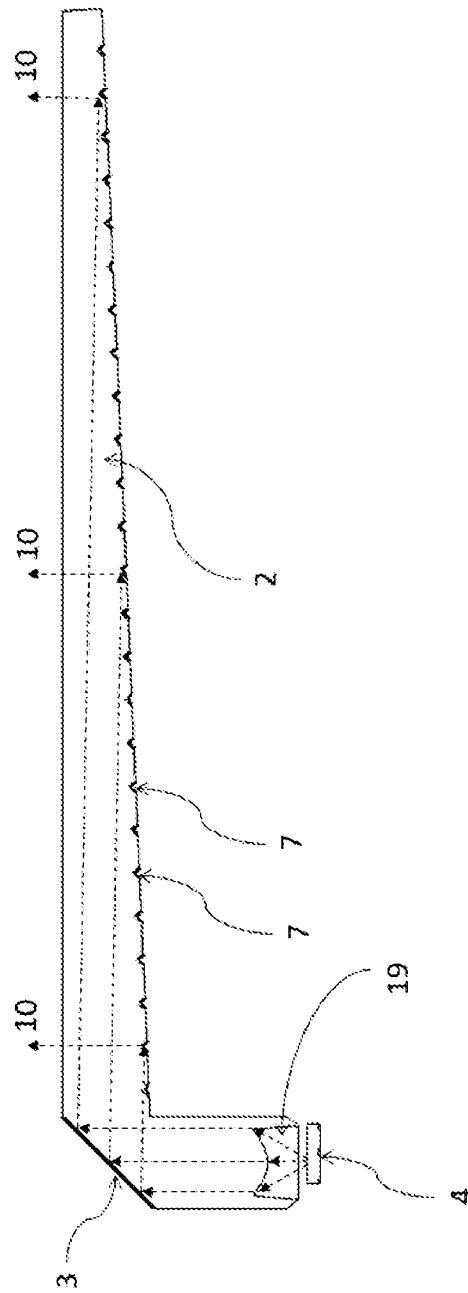
Obr. 21



Obr. 22



Obr. 23



Obr. 24