



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218367
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 02 B 3/08

(22) Přihlášeno 11 01 82
(21) {PV 1899-81}

(40) Zveřejněno 25 06 82

(45) Vydáno 15 02 85

(75)

Autor vynálezu

MALÝ MIROSLAV RNDr. CSc., NÁBĚLEK BOHUMIL RNDr. CSc.,
ČERNÝ JAROSLAV, HAJFLER JAROSLAV, JAŠKA KAREL, PRAHA,
TŮMA JOSEF, JINOČANY

(54) Lineární Fresnelova čočka

1

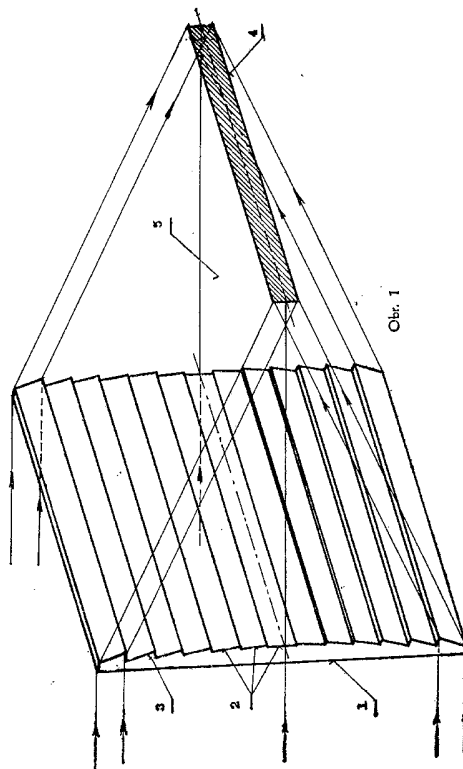
Vynález se týká kolektorů slunečního záření pro využití sluneční energie k ohřevu vody nebo jiné kapaliny.

Řeší je geometrické uspořádání jednotlivých optických prvků Fresnelovy čočky za účelem umožnění její efektivní výroby válcováním skloviny.

Matematickými vztahy mezi rozměry jednotlivých optických prvků lineární Fresnelovy čočky je vyjádřeno uspořádání, při kterém je minimalizováno přemísťování tuh noucí skloviny pod pracovním válcem.

Vynález je možno využít ve sklářském průmyslu při hromadné výrobě lineárních Fresnelových čoček válcováním.

2



Vynález se týká Fresnelovy čočky pro kolektor slunečního záření.

V kolektorch slunečního záření se ohřívá pro použití ve výrobě nebo v domácnosti libovolná kapalina, nejčastěji voda. Za účelem dosažení co nejvyšší výstupní teploty této kapaliny se kolektory vybavují optickým koncentrátorem záření, buď zrcadlovým, nebo lámavým. Jako lámavý koncentrátor záření se nejčastěji používá Fresnelova čočka, obvykle lisovaná ze skla nebo z čiré plastické hmoty. Na optické vlastnosti Fresnelovy čočky pro tyto účely jsou klade-ny skromné požadavky, neboť jde pouze o to, aby soustředila svazek rovnoběžných paprsků slunečního světla na povrch absorbujícího elementu, jímž prochází ohřívaná kapalina. Těžiště problému spočívá především v nalezení co nejlevnějšího způsobu výroby a dosažení dlouhé funkční životnosti Fresnelovy čočky, neboť u kolektorů slunečního záření přichází v úvahu zpracování mohutných průřezů světelných paprsků — řádově čtverečných metrů nebo i desítek čtverečných metrů. Každé zlevnění výroby, jakož i prodloužení životnosti Fresnelových čoček se zde projeví značným hospodářským účinkem.

Zkouškami bylo ověřeno, že životnost Fresnelových čoček z plastické hmoty je v podmínkách agresivního vnějšího prostředí, zejména v průmyslových oblastech, poměrně nízká. Objevily se proto snahy vyrábět Fresnelovy čočky k těmto účelům ze skla, což je však dosud technologicky dosti náročnou záležitostí. Proces lisování skla neumožňuje zvětšovat rozměry Fresnelovy čočky podle potřeby, neboť omezujícím činitelem je konečná velikost lisovacího nástroje. Nabízí se vyrábět tyto čočky válcováním v dlouhých skleněných pásech, avšak tato technologie dosud neposkytovala upotřebitelné výsledky, protože vysoká členitost povrchu Fresnelovy čočky vyvolává nutnost přemísťování značného objemu tuhnucí skloviny pod pracovním válcem, v důsledku čehož výsledek není opticky uspokojivý. Z těchto důvodů se dále uvažovalo o aplikaci broušení opticky účinných ploch diamantovým kotoučem, avšak tento postup se ukázal pro daný účel použití neúnosně nákladný.

Pokud jde o tvarové uspořádání Fresnelovy čočky pro kolektor slunečního záření, byla navržena tzv. lineární Fresnelova čočka, vytvořená souměrným seskupením hranolů lámajících rovnoběžný svazek světelných paprsků do ohniskové přímky. V praktickém provedení se ovšem tato přímka zobrazí v důsledku optických aproximací a výrobních nepřesností jako úzký pás koncentrovaného záření dopadající na povrch absorbujícího elementu s ohřívanou kapalinou.

Čím širší Fresnelovu čočku se podaří vyrobit vcelku, tím vyššího koncentračního poměru se dosáhne a tím vyšší teplotu bude

mít povrch absorbujícího elementu. Pro zvýšení tepelného výkonu je možné sestavit několik Fresnelových čoček do společné kolektorové plochy.

Úkolem vynálezu je stanovit geometrické uspořádání optických elementárních hranolů lineární Fresnelovy čočky tak, aby bylo možno tuto čočku vyrábět s dostatečnou přesností kontinuálním válcováním skla, to jest velmi produktivním způsobem. Oproti použití plastické hmoty se tak získají Fresnelovy čočky o vysoké životnosti.

Úkolem vynálezu je dále upravit neúčinnou část Fresnelovy čočky, představovanou skloněnými fasetami mezi opticky účinnými lámavými plochami jednotlivých elementárních hranolů tak, aby s využitím totální reflexe a lomu tyto fasety vrhaly paprsky do stran, a sice právě do míst, kde leží ohniskové přímky sousedních Fresnelových čoček, pokud je z nich kolektor sestaven. Tím se využije i energie, která se dosud rozptýlila.

Předmětem vynálezu je lineární Fresnelova čočka pro kolektor slunečního záření, zejména skleněná, jejíž první plocha je rovinná a geometrické uspořádání vyhovuje vztahu

$$d = h - \{[(h^2 + f^2)^{1/2} - v \cdot n]^2 - (f - v)^2\}^{1/2}$$

kde:

d = šířka elementárního hranolu lineární Fresnelovy čočky,

h = vzdálenost vnější hrany elementárního hranolu od optické roviny souměrnosti lineární Fresnelovy čočky,

f = ohnisková vzdálenost lineární Fresnelovy čočky,

v = výška elementárního hranolu a

n = index lomu použitého skla.

Ve výhodném provedení je tato čočka dále upravena tak, že vrcholový úhel mezi opticky účinnou lámavou plochou elementárního hranolu a rovinou přilehlé fasety alespoň u části elementárních hranolů splňuje podmínku

$$\delta = 90^\circ - \frac{1}{2} \{ \omega + \arcsin \left[\frac{\sin(\omega - \beta)}{n} \right] \}$$

kde:

$$\beta = \arcsin \frac{t - h}{f}$$

$$\omega = \arcsin \frac{\sin \alpha}{n - \cos \alpha}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{h}{f}$$

t = rozteč mezi optickými rovinami souměrnosti sousedních lineárních Fresnelových čoček.



Na výkresech je znázorněn na obr. 1 axonometrický pohled na lineární Fresnelovu

čočku se schematicky zachyceným chodem paprsků, na obr. 2 je v částečném řezu znázorněno geometrické uspořádání lineární Fresnelovy čočky podle vynálezu a na obr. 3 je znázorněna úprava lineární Fresnelovy čočky sloužící k využití energie až doposud rozptýlené.

Lineární Fresnelova čočka 1 se výhodně uspořádá podle obr. 1 v kolektoru slunečního záření rovnou plochou proti zdroji záření, tedy proti slunci. Díky tomu odpadne nákladné ruční čištění, neboť rovnou plochu snadno omyjí atmosférické srážky.

Na protilehlé optické ploše lineární Fresnelovy čočky 1 jsou válcováním vytvořeny elementární hranoly 2, z výrobních důvodů opatřené rovinnými lámavými plochami 3. V důsledku této optické nepřesnosti se ohnisková přímka rozšíří v úzký pás 4 koncentrovaného záření, jež dopadá na absorbující element ležící v optické rovině 5 souměrnosti. Řešení podle vynálezu ovšem nevylučuje úpravu lineární Fresnelovy čočky 1 se zakřivenými přímkovými lámavými plochami 3 elementárních hranolů 2, což je však pro daný účel zbytečně precizní opatření.

Jak je patrné z obr. 2, mění se šířka d elementárního hranolu 2 lineární Fresnelovy čočky 1 v závislosti na vzdálenosti h vnější hrany elementárního hranolu 2 od optické roviny 5 souměrnosti, a to při zachování konstantní výšky v všech elementárních hranolů 2, jakož i jejich konstantní

ohniskové vzdálenosti f . Vzhledem k tomu, že od optické roviny 5 souměrnosti vzdálenější elementární hranoly 2 mají strmější lámavé plochy 3, musí být v souladu s podstatou tohoto vynálezu užší tak, aby objem skloviny přemísťované při výrobě válcováním zůstal v mezích, umožňujících získat dostatečně funkční výsledný výrobek.

Jak je patrné z obr. 3, je výhodné upravit lineární Fresnelovu čočku 1 podle vynálezu dále tak, aby skloněné fasety 6 mezi jednotlivými elementárními hranoly 2 s využitím totální reflexe i lomu vrhaly paprsky do stran, a to právě do míst, kde leží ohniskové přímky F_2 sousedních lineárních Fresnelových čoček 1.

Tato úprava se ovšem může týkat jen části elementárních hranolů 2 a jim příslušných faset 6. Na zbývajícím povrchu lineární Fresnelovy čočky 1, na kterém se zmíněná úprava neprovede, dojde k rozptýlení zářivé energie u dosud známých provedení Fresnelových čoček.

Lineární Fresnelovy čočky 1 podle tohoto vynálezu se mohou skládat do velkoplošných kolektorů slunečního záření s konstantní roztečí t mezi sousedními ohniskovými přímkami F_1 , F_2 atd. Úhly α , β , ω , δ zakreslené na obr. 3 je možno vypočítat z jednotlivých délkových hodnot uvedených na výkresech za pomoci vzorců obsažených v popisu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Lineární Fresnelova čočka pro kolektor slunečního záření, zejména skleněná, vyznačující se tím, že její první plocha je rovinná a geometrické uspořádání vyhovuje vzta-

$$d = h - \{[(h^2 + f^2)^{1/2} - v \cdot n]^2 - (f - v)^2\}^{1/2}$$

kde:

d = šířka elementárního hranolu (2) lineární Fresnelovy čočky (1),

h = vzdálenost vnější hrany elementárního hranolu (2) od optické roviny (5) souměrnosti lineární Fresnelovy čočky (1),

f = ohnisková vzdálenost lineární Fresnelovy čočky (1),

v = výška elementárního hranolu (2) a

n = index lomu použitého skla.

2. Lineární Fresnelova čočka podle bodu 1, vyznačující se tím, že vrcholový úhel (δ) mezi lámavou plochou (3) elementárního hranolu (2) a rovinou přilehlé fasety (6)

alespoň u části elementárních hranolů (2) splňuje podmínku:

$$\delta = 90^\circ - \frac{1}{2} \{ \omega + \arcsin \left[\frac{\sin(\omega - \beta)}{n} \right] \}$$

kde:

$$\omega = \arcsin \frac{\sin \alpha}{n - \cos \alpha}$$

$$\beta = \arcsin \frac{t - h}{f}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{h}{f},$$

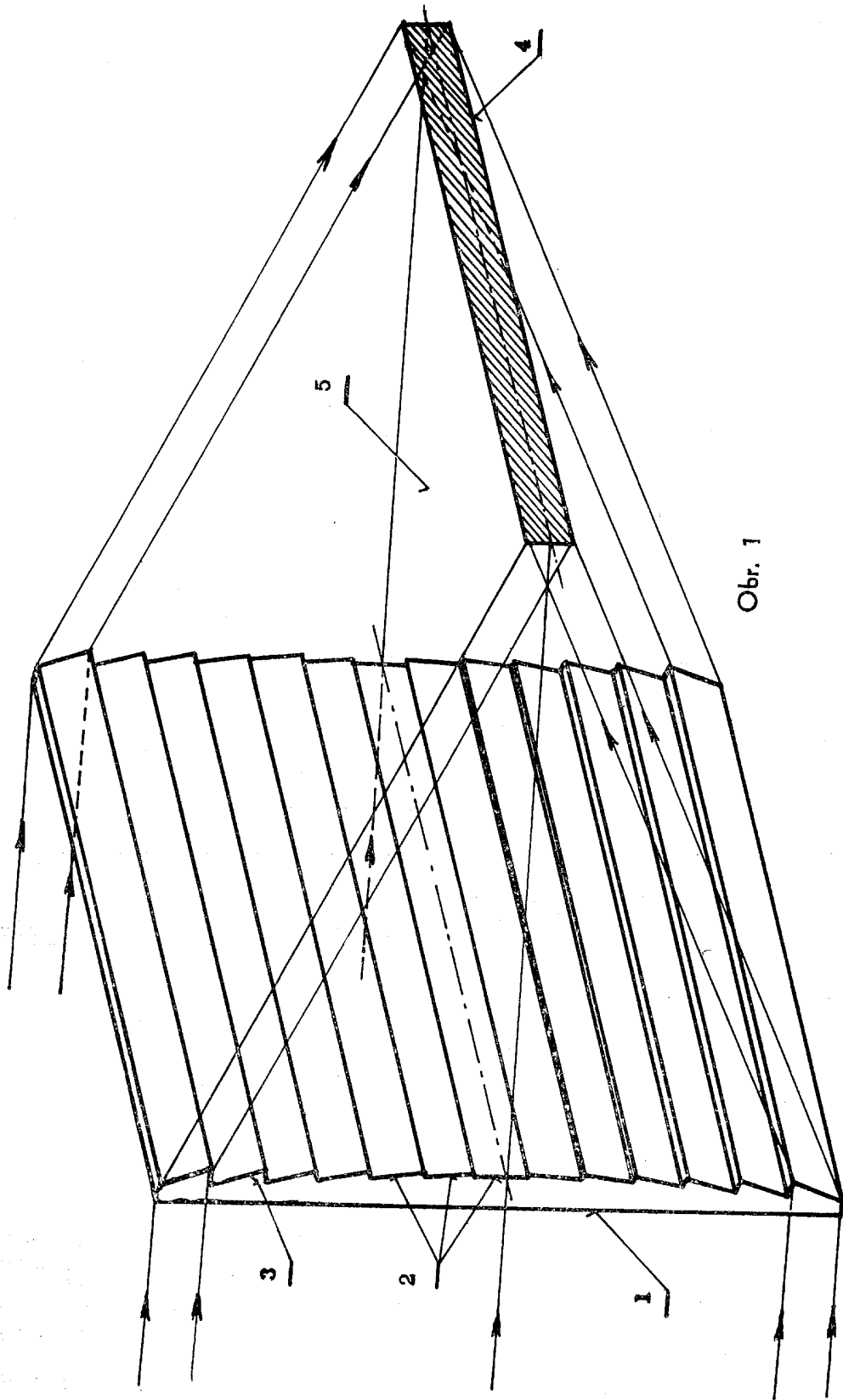
přičemž

t = rozteč mezi optickými rovinami (5) souměrnosti sousedních lineárních Fresnelových čoček (1),

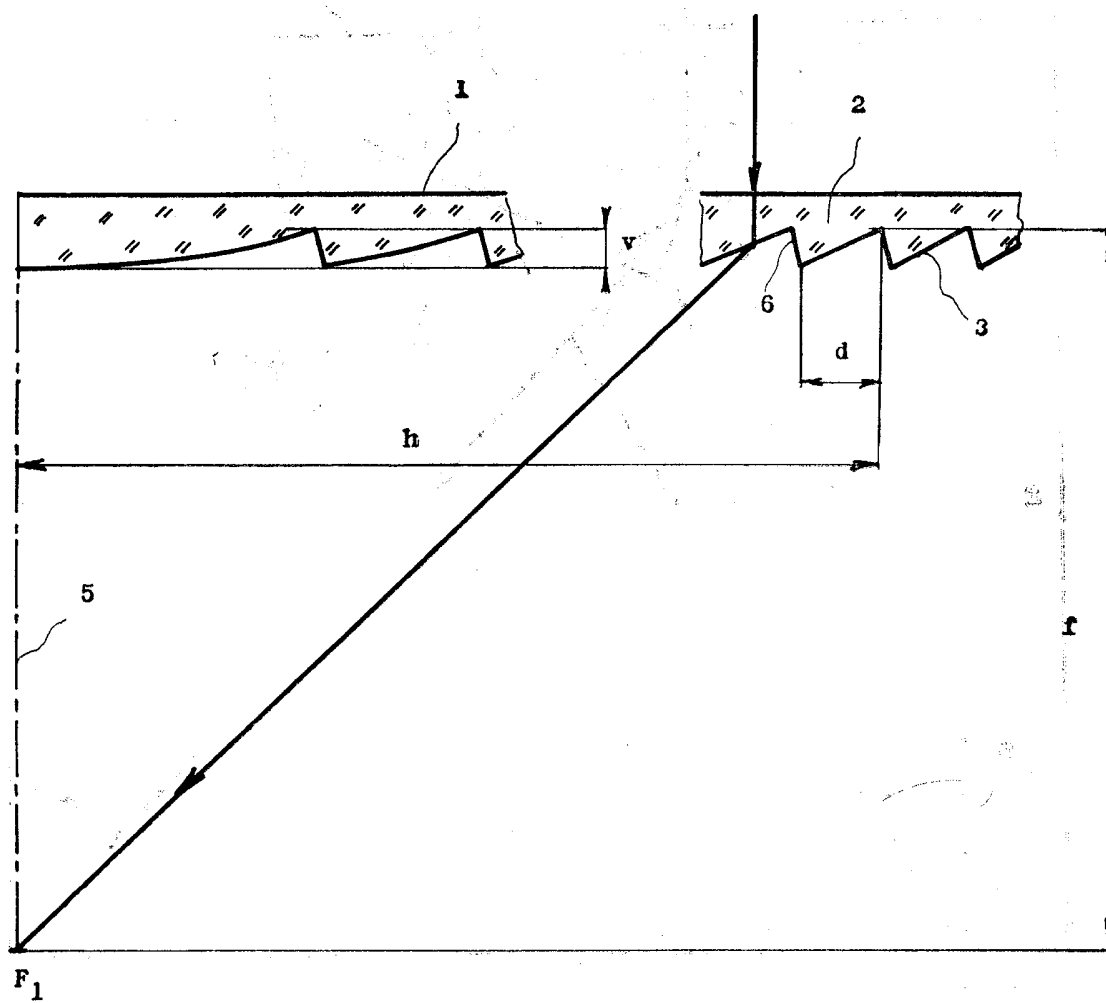
h = vzdálenost vnější hrany elementárního hranolu (2) od optické roviny (5) souměrnosti,

f = ohnisková vzdálenost lineární Fresnelovy čočky (1) a

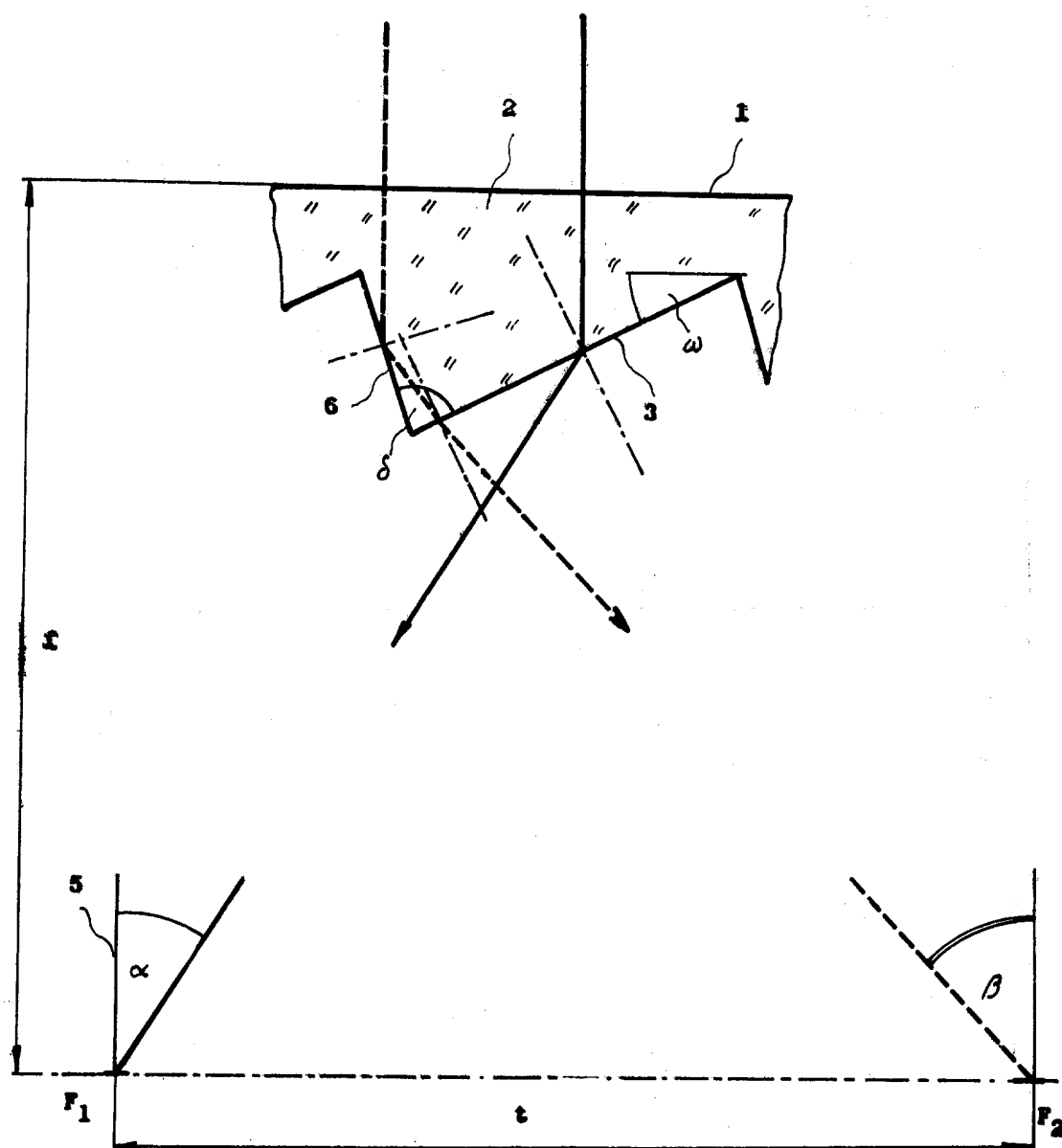
n = index lomu použitého skla.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3