



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

256968

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 29 11 85

(21) PV 8693-85

(40) Zveřejněno 17 09 87

(45) Vydáno 16 01 89

(51) Int. Cl.⁴

G 02 B 27/10,
G 02 F 1/29,
G 01 J 3/06

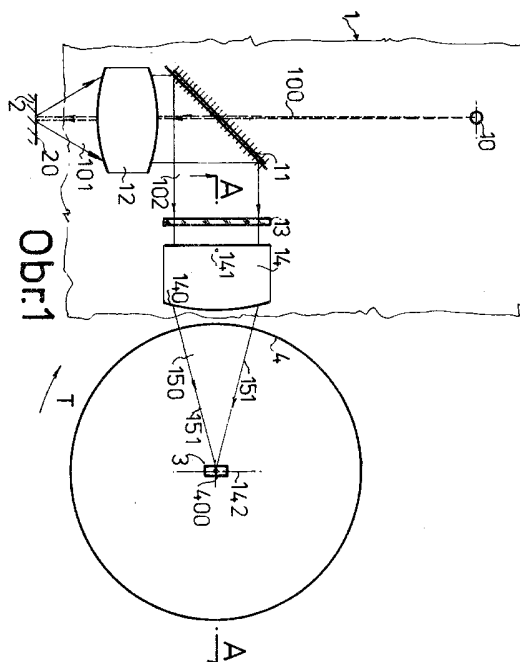
(75)

Autor vynálezu

CIGÁNEK BOHUMÍR ing., OLOMOUC

(54) Zařízení pro měření struktury povrchu opracované plochy bezkontaktním způsobem

Řešení se týká zařízení, které umožňuje zjišťovat charakteristické hodnoty, kterými je definována kvalita povrchu opracované plochy. Známá optická soustava je doplněna válcovým optickým členem a rotujícím válcem, jehož osa rotace leží v obrazové rovině válcového členu, jehož povrch je v blízkosti uvedeného optického členu, a na jeho povrchu jsou vytvořeny jednak kalibrační transparentní clony, jednak měřicí clony, které umožňují zjišťovat charakteristické hodnoty povrchu opracované plochy porovnáváním extrémních hodnot fotoproudů.



Vynález se týká zařízení pro měření struktury povrchu opracované plochy bezkontaktním způsobem.

Podstata jedné z používaných metod spočívá v tom, že na měřenou plochu se nechá kolmo dopadnout úzký, homogenní, s výhodou monochromatický, světelný svazek a fotometricky se zjišťuje rozdělení intenzity ve svazku odraženého světla. Geometrické rozměry odraženého svazku světelné energie v něm jsou závislé jednak na geometrii úhlu dopadu a rozdělení energie v dopadajícím svazku, jednak na struktuře a odrazových vlastnostech měřeného povrchu. Hodnocení se provádí tak, že se na vyšetřované ploše zvolí směr, ve kterém se provede matematické zpracování všech příspěvků intenzit světla, které bylo po odrazu rozptýleno a přispívá do vyšetřovaného směru.

Uvedené zařízení je v dosavadní praxi realizováno tak, že svazek paprsků odražený od vyšetřované plochy se zobrazí na plošný fotoreceptor, který je složen z většího počtu spektrálně i lineárně stejně citlivých fotočidel. Údaje jednotlivých fotočidel se převedou na číselnicové údaje, které se zpracují počítačem tak, aby se získaly hodnoty používané pro hodnocení kvality měřeného povrchu. Zjištěné hodnoty vystupují z počítače jako číselné údaje, nebo jsou graficky zobrazovány na obrazovce připojeného monitoru.

Nevýhodou uvedených zařízení je vysoká technická náročnost, která je dána jednak nutností použít fotoreceptor s mnoha čidly, které musí mít malé rozměry avšak shodnou spektrální citlivost a potřebnou linearitu v celé fotometrické oblasti. Další nevýhodou je náročnost vyhodnocovacího systému, který provádí analýzu rozdělení intenzit světla v odraženém svazku.

Uvedené nevýhody ve značné míře odstraňuje předmět vynálezu, kterým je zařízení pro měření struktury povrchu opracované plochy bezkontaktním způsobem, tvořené zdrojem světelného záření, s výhodou monochromatickým, který je úzkým rovnoběžným svazkem, který dopadá kolmo na povrch opracované plochy, na tuto plochu zobrazen a kteréžto zařízení je dále opatřeno optickou soustavou pro soustředění svazku paprsků vstupujících po odrazu, rozptýlu a průchodu clonou na fotoelektrický receptor.

Podstatou vynálezu je, že mezi válcovým optickým členem a fotoelektrickým receptorem je uložen rotující válec, jehož osa rotace je rovnoběžná s podélnou osou válcového optického členu a která leží v jeho obrazové rovině a na povrchu válce je vytvořena alespoň jedna měřicí clona, jejíž obvodová délka je větší než maximální vzdálenost krajních aperturních svazků na ploše rotujícího válce a její výška je menší než délka obrazu vytvořeného v obrazové rovině válcového optického členu, přičemž propustnost měřicí clony je ve směru rotace válce proměnná a k ose měřicí clony rovnoběžné s osou rotace válce symetrická.

Další podstatou vynálezu je, že dále po stranách měřicí clony je vytvořena alespoň jedna dvojice kalibračních clon, jejichž podélná osa je rovnoběžná se směrem rotace válce, jejich délka odpovídá alespoň délce měřicí clony a transparence obou kalibračních clon je konstantní, přičemž transparence druhé kalibrační clony je nulová.

Vyšší účinek zařízení podle vynálezu se projeví v tom, že umožňuje použít jako receptoru jediné fotoelektrické čidlo, které nemusí být malé a u kterého je možno jednoduchými a známými způsoby dosáhnout, zvláště při použití úzkého spektrálního rozsahu použitého světla, potřebnou lineární závislost mezi osvětlením čidla a fotoproudem.

Další podstatnou výhodou je, že pro stanovení požadovaných parametrů zjišťované jakosti povrchu nemusí být použito počítače. Potřebnou sumarizaci provádí zařízení podle vynálezu přímo, přičemž přesnost převážně závisí na přesnosti transparence měřicích clon. Navíc může být transparence měřicích clon upravena tak, že jí lze jednoduše korigovat případné skreslující vlivy transparence použité optické soustavy. Zařízení může být realizováno

jako kompaktní přenosná jednotka malých rozměrů, což lze výhodně využít při práci mimo laboratoř, zejména ve výrobním procesu. Lze také použít jako dostatečně přesné čidlo při automatizaci výrobních a kontrolních procesů.

Příkladné provedení zařízení podle vynálezu je znázorněno schématicky na připojených výkresech, kde na obr. 1 je optická soustava zařízení, na obr. 2 je znázorněn řez v rovině A-A optickou soustavou podle obr. 1, na obr. 3 je znázorněna část povrchu rozvinutého válce podle obr. 1, na obr. 4 je znázorněno provedení měřicích clon a na obr. 5 je znázorněna jiná optická soustava zařízení podle vynálezu.

Optická soustava 1 podle obr. 1 a obr. 2 je tvořena světelným zdrojem 10, částečně propustným zrcadlem 11, spojnou soustavou 12, kolmo uspořádaným monochromatickým filtrem 13 a spojným válcovým členem 14, na kterém je vytvořena válcová plocha 140 s osou 141. Spojný válcový člen 14 má obrazovou rovinu 142. V obrazové rovině 142 je uložen fotoelektrický receptor 3, tvořený kupř. fotodiodou. Součástí popisovaného zařízení je dále válec 4 s osou 400, která také leží v obrazové rovině 142 spojného válcového členu 14. Na obr. 1 je dále znázorněna vyšetřovaná opracovaná plocha 2 s povrchem 20.

Na obr. 1 je dále znázorněn svazek 100 paprsků dopadajících na povrch 20 a odražený svazek 101 rozptýlených paprsků (obr. 1 a obr. 2) dále rovnoběžný svazek 102 odražených paprsků mezi spojnou soustavou 12 a spojným válcovým členem 14 a výstupní svazek 150 paprsků vycházejících ze spojného válcového členu 14. Tento svazek má krajní aperturní paprsky 151.

Na obr. 3 je znázorněna rozvinutá část válce 4, na kterém je vytvořena soustava clon a to: první kalibrační clona 45, druhá kalibrační clona 46, první měřicí clona 41 a druhá měřicí clona 42. Všechny tyto clony jsou na válci 4 vytvořeny tak, že jejich osy 40 jsou rovnoběžné s osou 400 válce 4 a jsou vzhledem ke své ose 40 ve směru T rotace válce 4 symetrické. Obvodová délka 410 uvedených clon je větší, než obvodová vzdálenost průsečíků krajních aperturních paprsků 151 výstupního svazku 150 s povrchem válce 4. Maximální výška 420 jednotlivých clon je menší, než je délka 160 obrazu 16, který je vytvořen v obrazové rovině 142 spojného válcového členu 14, jak je znázorněno na obr. 2.

Tvary jednotlivých clon jsou podle obr. 3 voleny tak, že první kalibrační clona 45 je tvořena zcela transparentním obdélníkem uvedených rozměrů, zatímco druhá kalibrační clona 46 je tvořena stejným obdélníkem s nulovou transparentí. V praxi je druhá kalibrační clona 46 tvořena částí nepropustného povrchu válce 4 v mezeře dvěma následujícími měřicími clonami. První měřicí clona 41 je v příkladném provedení tvořena zcela transparentní plochou, která má rovinnou základnu a maximální výšku 420 v ose 40. Zbývající část obrysu první měřicí clony 41 je omezena parabolou, která je symetrická k ose 40 měřicí clony 41 a končí v koncových bodech základny, kde je také nulová transparence první měřicí clony 41.

Druhá měřicí clona 42 je opět tvořena zcela transparentní plochou, která má opět rovinnou základnu a maximální výšku 420 v ose 40. Zbývající část obrysu druhé měřicí clony 42 je omezena dvěma přímkami souměrnými vůči ose 40. Sklon těchto přímek je takový, že končí v koncových bodech základny, kde je nulová transparence druhé měřicí clony 42.

Na obr. 4 je znázorněna dvojice jiného typu měřicích clon 43, 44. Třetí clona 43 je v podstatě svou transparentí doplňkovou k první cloně 41 podle obr. 3. Znamená to, že maximální výška 420 je v koncových bodech základny a nulová transparence je v ose 40.

Čtvrtá měřicí clona 44 odpovídá transparenti v koncových bodech základny a na ose 40 transparentím předchozí tj. třetí měřicí clony 43. Zbývající část obrysu je omezena dvojicí přímek symetrických k ose 40.

Optická soustava podle obr. 5 se od soustavy podle obr. 1 liší tím, že jako dělič světla je použita částečně propustná kostka 17 a že za soustavou clon na válci 4 je umístěn

přídavný optický spojný člen 18, jehož prostřednictvím je obraz 16 vytvářen mimo obrazovou rovinu 142 spojného válcového členu 14. Fotoelektrický receptor 3 je opět umístěn v rovině obrazu 16.

Zařízení podle obr. 1 a obr. 2 pracuje následovně. Úzký svazek 100 paprsků vychází ze zdroje 10, prochází částečně propustným zrcadlem 11 a je spojnou soustavou 12 soustředěn na povrch 20 měřené opracované plochy 2. Svazek 100 paprsků dopadá na uvedenou opracovanou plochu 2 kolmo. Na nerovném povrchu 20 se odráží jednotlivé paprsky 151 do různých směrů. Odražený svazek 101 paprsků prochází zpět spojnou soustavou 12 a je jako soustava 102 rovnoběžných svazků odrážen částečně propustným zrcadlem 11 k měřicí části zařízení.

Tato je tvořena spojným válcovým členem 14, jehož válcová plocha 140 přetvoří svazek paprsků 102 na sbíhavý výstupní svazek 150, který má ty vlastnosti, že rozdělení intenzity světla v něm je v dostatečné míře stejné v rovinných řezech rovnoběžných s rovinou nákresu, respektive kolmých na osu 400 válce 4. V každém z těchto řezů je naopak v blízkosti spojného válcového členu 14 podél obvodu válce 4 rozdělení intenzity světla v odraženém svazku 101 paprsků a tedy i charakteristické pro měřenou strukturu povrchu 20 opracované plochy 2. Výstupní svazek 150 je soustředěn na fotoelektrický receptor 3, jehož fotoproud je úměrný energii dopadajícího světla a je indikován neznázorněným zařízením, které indikuje extrémní hodnoty. Rozdíl fotoproudů, který odpovídá energiím za první kalibrační clonou 45 a druhou kalibrační clonou 46 vymezuje oblast měření a tedy základní rozsah neznázorněného indikačního zařízení.

Extrémní hodnoty fotoproudů po průchodu výstupního svazku paprsků 150 první měřicí clonou 41 a druhou měřicí clonou 42 podle obr. 3 odpovídají hledaným charakteristickým hodnotám, kterými je definována zjišťovaná kvalita povrchu 20 opracované plochy 2.

Podobného výsledku se dosáhne, když je na povrchu válce 4 vytvořena třetí měřicí clona 43 a čtvrtá měřicí clona 44 podle obr. 4.

Ve výhodném provedení je možno upravit maximální výšky 420 jednotlivých měřicích clon 41, 42 a kalibračních clon 45, 46 tak, že maximální fotoproud za každou z těchto clon bude stejný. V tomto případě je možno výhodně pro měření fotoproudu použít společné stupnice, nebo společného indikátoru extrémní hodnoty. Tato skutečnost je zvláště výhodná při aplikaci zařízení podle vynálezu u přenosných zařízení, nebo při automatizaci měřicího procesu.

Je zřejmé, že stejného účinku se dosáhne v případě, že jednotlivé clony nejsou vytvořeny podle obr. 3 a obr. 4. Proměnná propustnost může být realizována změnou optické hustoty jednotlivých částí clon.

Stejného účinku je také možno dosáhnouti změnou geometrie křivek vymezujících tvar clony při zachování podmínky, že celková propustnost v libovolném řezu clonou rovnoběžném s její osou 40 odpovídá propustnosti ve shodném řezu odpovídající clonou podle obr. 3 nebo obr. 4.

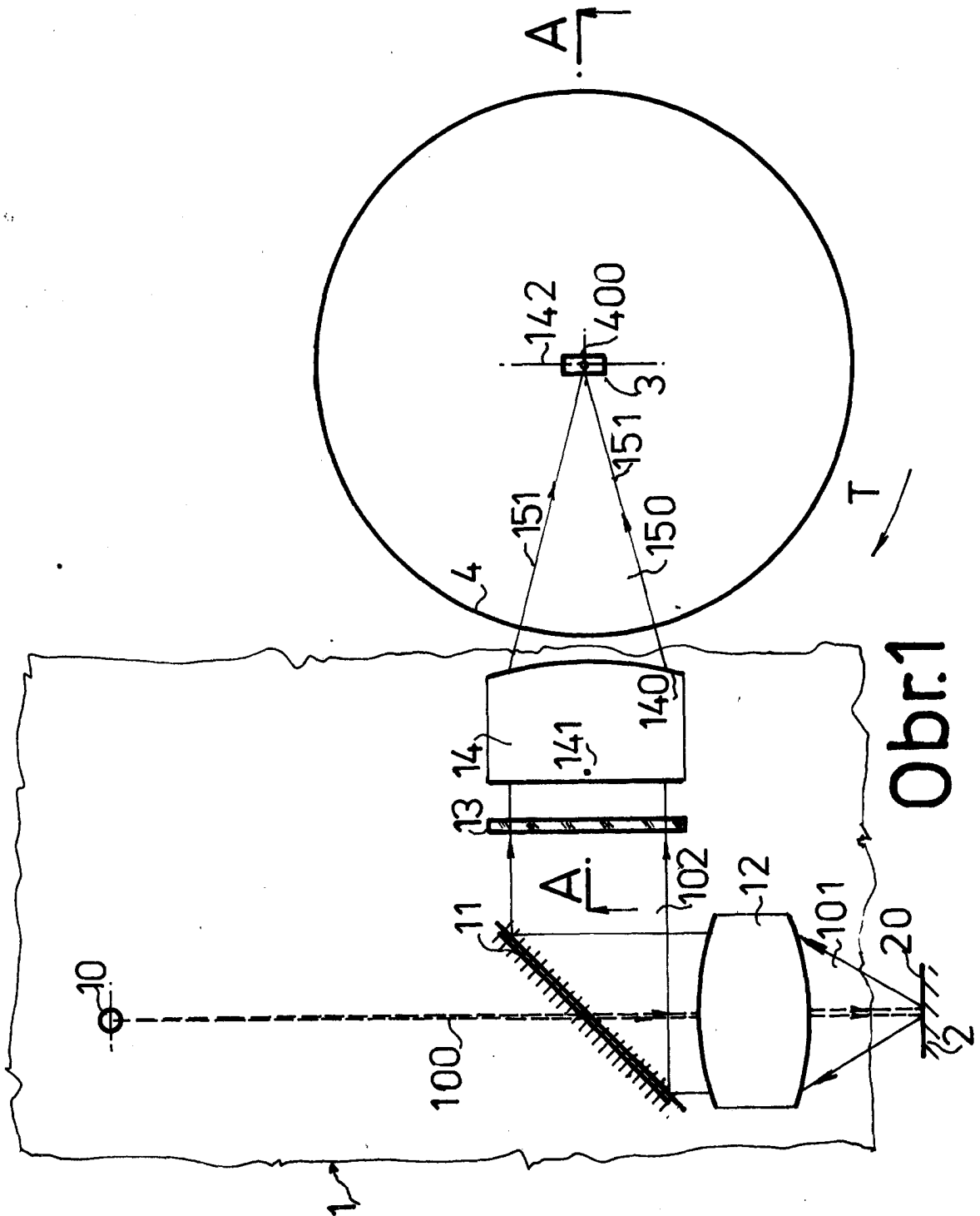
P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení pro měření struktury povrchu opracované plochy bezkontaktním způsobem, tvořené zdrojem světelného záření, například monochromatickým, který je úzkým rovnoběžným svazkem, jenž dopadá kolmo na povrch opracované plochy, a tuto plochu zobrazí dále na optickou soustavu optickým členem pro soustředění svazku paprsků vstupujících po odraze, rozptylu a průchodu clonou na fotoelektrický receptor, vyznačující se tím, že mezi válcovým optickým členem (14) a fotoelektrickým receptorem (3) je uložen rotující válec (4), jehož osa rotace (400) je rovnoběžná s podélnou osou (141) válcového optického členu (14) a která leží v jeho obrazové rovině (142) a na povrchu válce (4) je vytvořena alespoň jedna měřicí clona (41) jejíž obvodová délka (410) je větší než maximální vzdálenost krajních

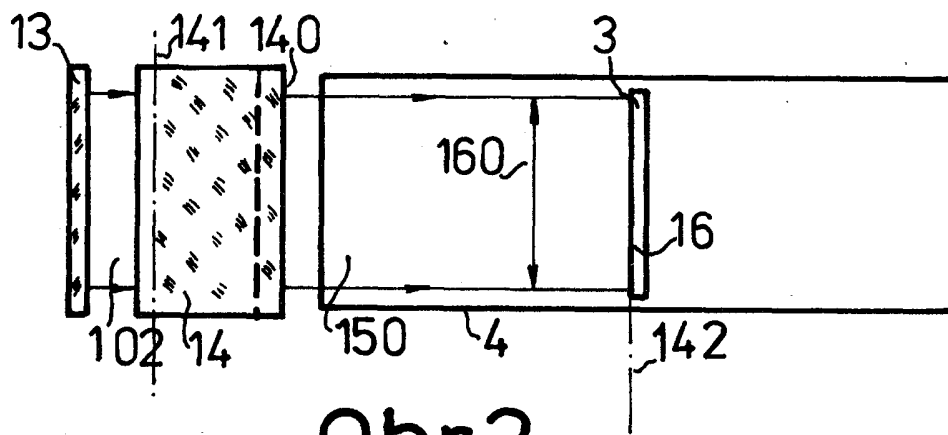
aperturních paprsků (151) na ploše rotujícího válce (4) a jejíž výška (420) je menší, než délka (160) obrazu (16) vytvořeného v obrazové rovině (142) válcového optického členu (14), přičemž propustnost měřicí clony (41) je ve směru (T) rotace válce (4) proměnná a k ose (40) měřicí clony (41, 42, 43, 44) rovnoběžná s osou (400) rotace válce (4) symetrická.

2. Zařízení pro měření struktury povrchu opracované plochy podle bodu 1, vyznačující se tím, že po stranách měřicí clony (41, 42, 43, 44) je dále vytvořena alespoň jedna dvojice kalibračních clon (45, 46), jejichž podélná osa je rovnoběžná se směrem (T) rotace válce (4), jejichž délka odpovídá alespoň délce (410) měřicí clony (41, 42, 43, 44) a transparence obou kalibračních clon (45, 46) je konstantní, přičemž transparence druhé kalibrační clony (46) je nulová.

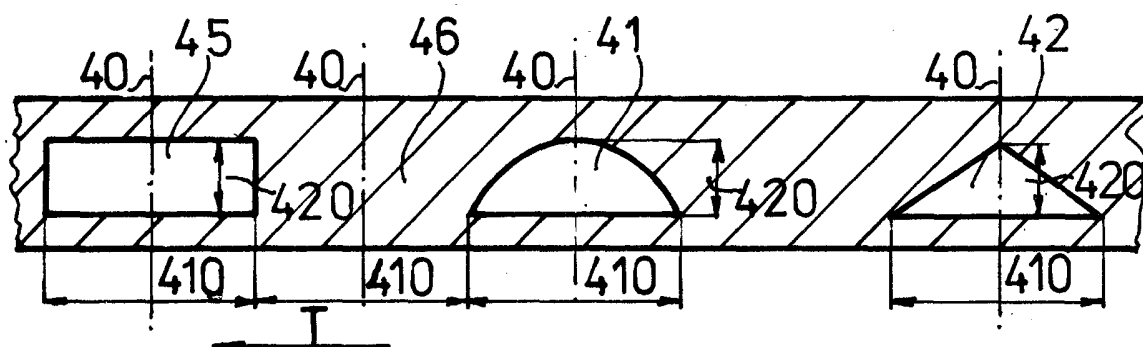
3 výkresy



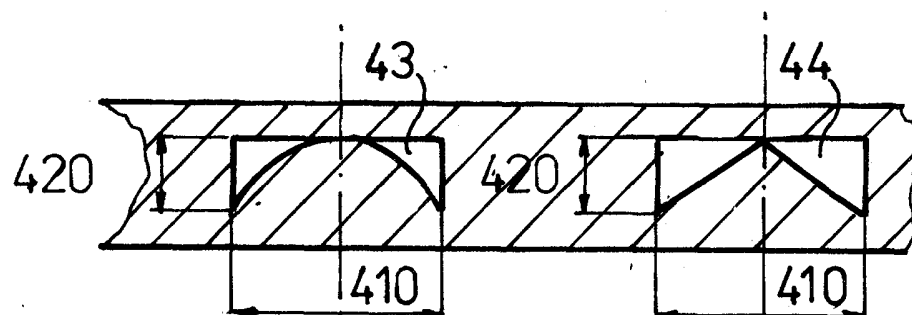
Obr. 1



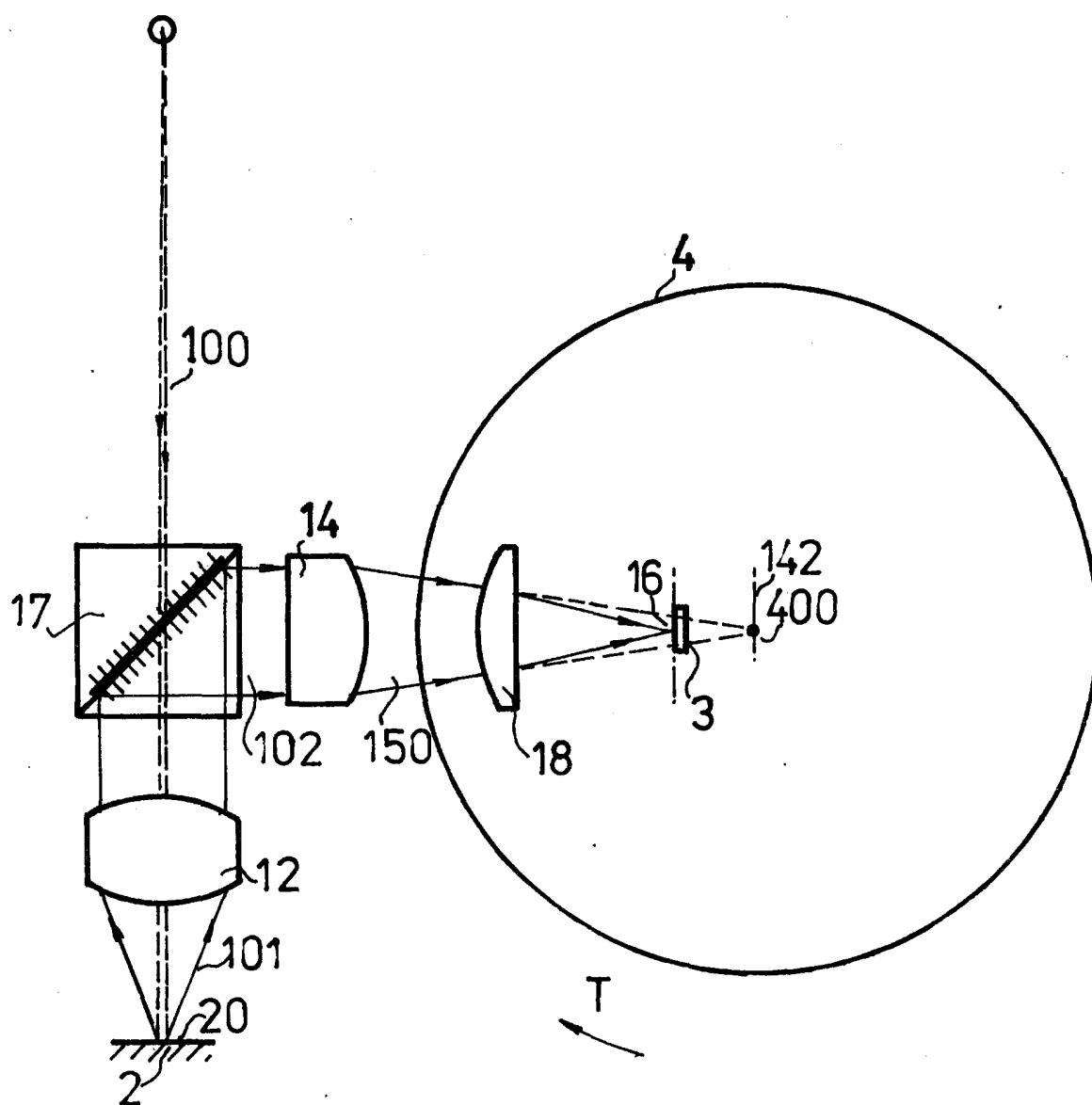
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr.5