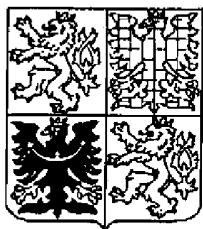


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 16.12.93
(32) 21.12.92
(31) 92/994565
(33) US
(40) 13.03.96

(21) 2780-93

(13) A3

6(51)

G 02 C 7/04

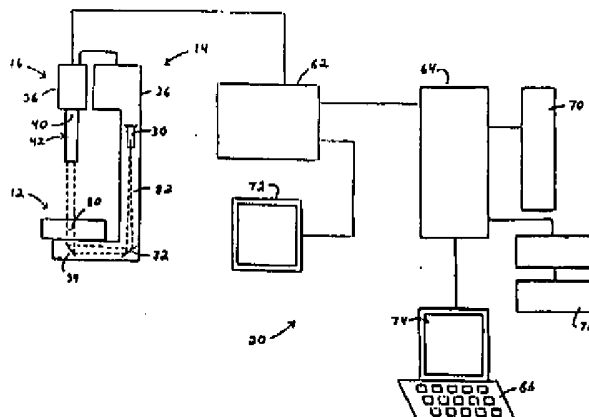
G 01 M 11/02

(71) Johnson & Johnson Vision Products, Inc., Jacksonville,
FL, US;

(72) Davis Thomas G., Princeton, NJ, US;

(54) Systém pro kontrolu očních čoček

(57) Osvětlovací subsystém (14) a zobrazovací subsystém (16) systému pro kontrolu očních čoček zahrnují držák čočky, světelný zdroj (30), pixelové seskupení a procesor (64). Světelný zdroj (30) generuje světelné impulzy, které jsou přenášeny skrze čočky v držáku čoček na pixelové seskupení za účelem vytvoření světelných vzorů reprezentujících oční čočky na pixelovém seskupení. Pixelové seskupení generuje signály reprezentující intenzity světla dopadající na toto pixelové seskupení a procesor (64) zpracovává tyto signály podle stanoveného programu za účelem generování výstupního signálu reprezentujícího kvalifikační podmínku oční čočky.



Osvětlovací a zobrazovací subsystémy pro kontrolní systém čoček

Oblast techniky

Vynález se obecně týká systémů pro kontrolu očních čoček, jakými jsou například kontaktní čočky, zejména pro kontrolní systémy typu, u něhož jsou skrze uvedenou čočku nasměrovány osvětlovací paprsky za účelem vytvoření jejího obrazu.

Dosavadní stav techniky

Typické pro kontaktní čočky je, že jsou vyráběny s vysokým stupněm přesnosti. Nicméně ve vzácných případech se i u nich mohou vyskytnout určité nepřesnosti a z tohoto důvodu je u kontaktních čoček ještě před tím, než se dostanou ke spotřebiteli prováděna kontrola, která určí, zda jsou kontaktní čočky skutečně pro spotřebitele přijatelné.

Jedním ze známých typů kontrolních systémů je systém, u něhož osvětlovací paprsky procházejí skrze čočku a následně se zaostří na obrazovku, kde vytvářejí obraz čočky, přičemž obsluha pohledem na tento obraz určí, zdali čočka neobsahuje některé nepřesnosti. Pokud je zjištěn jakýkoliv defekt nebo kaz, není vyrobena čočka vhodná pro spotřebitele a je přímo odstraněna z kontrolního systému nebo označena libovolným způsobem a následně se tudíž nedostane ke spotřebiteli.

Tento známý kontrolní systém je velmi účinný a spolehlivý. Nicméně se lze domnívat, že tento známý systém může být vylepšen. Například, přesnost systému závisí

z části na kontrastu mezi obrazem čočky vytvořeným na obrazovce a zbylou částí obrazovky a samozřejmě zvýšení kontrastu má vliv na zvýšení přesnosti systému. Kromě toho u kontrolních systémů tohoto typu je důležité, aby byl osvětlovací svazek paprsků při průchodu čočkou, u níž je prováděna kontrola, kolimován, přičemž aby zlepšením schopnosti systému produkovat a přenášet vysoce kolimovaný svazek světelných paprsků skrze čočku, která je kontrolována se také dosahuje vyšší přesnosti uvedeného systému.

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu jsou vylepšené systémy kontroly očních čoček.

Dalším předmětem podle vynálezu je zlepšení kontrolního a zobrazovacího subsystému u typu kontrolního systému čoček u něhož je svazek osvětlovacích paprsků nasměrován skrze kontrolovanou čočku za účelem vytvoření jejího obrazu.

Dalším předmětem vynálezu je přenos vysoce kolimovaného úzkého svazku světelných paprsků skrze čočku a následné zaostření zvolených částí tohoto svazku světelných paprsků na relativně malou rovinou plochu za účelem vytvoření vysoce kontrastního obrazu zvolených částí uvedené čočky na této ploše.

Dalším předmětem podle vynálezu je zavedení osvětlovacího a zobrazovacího subsystému, které jsou velmi dobře vhodné pro použití u vysokorychlostního, automatizovaného kontrolního systému čoček.

Těchto a dalších předmětu podle vynálezu lze dosáhnout pomocí kontrolního systému čoček zahrnující prostředek pro přidržení oční čočky, osvětlovací prostředek pro genero-

vání sérií světelných impulsů a signál generující prostředek pro generování souboru signálů reprezentujících intenzitu světla dopadajícího na tento prostředek. Kontrolní systém dále zahrnuje prostředek pro usměrnění světelných impulsů skrze čočku přidržující prostředek na signály generující prostředek za účelem vytvoření světelného vzoru reprezentujícího oční čočku uloženou v přidržovacím prostředku na signály generujícím prostředku a zpracovatelský prostředek připojený k signály generujícímu prostředku za účelem přijímání souboru signálů vysílaných uvedeným signály generujícím prostředkem a zpracovává tyto signály podle předem stanoveného programu za účelem generování výstupního signálu reprezentujícího alespoň jednu podmínku uvedené čočky.

Výhodně signál generující prostředek zahrnuje kryt a pixelové seskupení uložené v uvedeném krytu za účelem generování uvedených signálů. Výhodně tento kryt zahrnuje objektiv mající uzavřenou polohu a otevřenou polohu, přičemž nachází-li se uvedený objektiv v otevřené poloze je uvedené pixelové seskupení selektivně vystaveno světelným impulsům nasměrovaným na kontrolovanou oční čočku. Dále prostředek pro nasměrování světelných impulsů skrze čočku přidržující prostředek výhodně zahrnuje kryt a alespoň první zrcadlo pro přijímání světelných impulsů z osvětlovacího prostředku a pro nasměrování světelných impulsů na danou trasu skrze čočku přidržující prostředek a do signály generujícího prostředku.

Další úspěchy a výhody vynálezu se stanou zřejmějšími při prostudování následující popisné části a doprovodných obrázků, které přesněji specifikují a zobrazují výhodná provedení podle vynálezu.

Stručný popis obrázků

Obr.1 schematicky znázorňuje systém automaticky kontrolující oční čočky.

obr.2 znázorňuje roviný pohled na jeden typ oční čočky, u něhož může být prováděna kontrola pomocí systému znázorněného na obrázku 1,

obr.3 znázorňuje boční pohled na čočku znázorněnou na obrázku 2,

obr.3A znázorňuje zvětšený pohled okrajové části čočky znázorněné na obrázcích 2 a 3,

obr.4 znázorňuje mnohem detailnější pohled na transportní subsystém používaný v kontrolním systému znázorněném na obrázku 1,

obr.5 znázorňuje rovinný pohled nosiče čoček používaného v systému znázorněném na obr.1,

obr.6 znázorňuje bokorys nosiče čoček znázorněného na obrázku 1,

obr.7 znázorňuje schematický diagram obecně zobrazující principy zobrazovací technologie označované jako osvětlování tmavého pole,

obr.8 znázorňuje podrobnější diagram osvětlovacího a zobrazovacího subsystému kontrolního systému čoček znázorněného na obrázku 1,

obr.9 znázorňuje část pixelového seskupení zobrazovacího subsystému,

obr.10 znázorňuje obraz, který se vytvoří na sesku-

pení pixelů jestliže je optická čočka typu znázorněného na obrázcích 2 a 3 kontrolována v kontrolním systému znázorněném na obrázku 1,

obr.11A, 11B a 11C znázorňují tři alternativní optické konfigurace, které mohou být použity u osvětlovacího a zobrazovacího subsystému,

obr.12A znázorňuje operaci řídicího subsystému kontrolního systému uvedených čoček,

obr.12B znázorňuje časový diagram zobrazující posloupnost různých jevů v činnosti dopravního, osvětlovacího a zobrazovacího subsystému,

obr.13 schematicky znázorňuje subsystém na zpracování dat kontrolního systému čoček,

obr.14 obecně znázorňuje hlavní složky výhodného data zpracujícího postupu využívaného kontrolním systémem čoček,

obr.15 znázorňuje obraz oční čočky vytvořené na seskupení pixelů kontrolního systému čoček,

obr.16A a 16B znázorňují vývojové diagramy znázorňující postup kontroly čočky označený jako decentrační test,

obr.17A znázorňuje podobně jako obr.15 obraz oční čočky vytvořené na seskupení pixelů;

obr.17B znázorňuje zvětšený pohled na část prstence znázorněného na obr. 17A,

obr.17C znázorňuje graf ukazující intenzity, při kterých jsou určité pixely na lineárním segmentu znázorněném

na obr.17B osvětleny,

obr.17D-17I graficky znázorňují výsledky různých postupů prováděných při hodnotách světelné intenzity určitých pixelů za účelem odvození provozních hodnot pro uvedené pixely, což pomáhá identifikovat hrany prstence znázorněného na obr.17A,

obr.17J znázorňuje pixely pixelového řádkování osvětlené za jejich provozních osvětlovacích hodnot,

obr.18 znázorňuje vývojový diagram výhodného postupu pro zpracování hodnot intenzity vstupního osvětlení určených pro pixely pixelového seskupení,

obr.19A-19C znázorňují vliv maskovacího postupu na hodnoty dat pro pixely pixelového seskupení,

obr.20 znázorňuje vývojový diagram ilustrující výhodný maskovací postup,

obr.21A a 21B znázorňují další postup zpracující data označený jako algoritmus pružného pásu,

obr.22 znázorňuje podprogram používaný k identifikaci prvního pixelu na hraně lineárního obrazu,

obr.23 znázorňuje vývojový diagram týkající se první hlavní části algoritmu pružného pásu,

obr.24 znázorňuje vývojový diagram ukazující podprogram, který je použit v případě nalezení mezery na vnější straně hrany obrazu uvedené čocky,

obr.25A-25E ukazují část vnější hrany uvedeného obrazu čocky a identifikuje různé pixely na této hraně,

které jsou předmětem zájmu;

obr.26 znázorňuje vývojový diagram podprogramu, který je použit v případě, že je na vnější hraně obrazu čocky nalezena vyklenutá část,

obr.27 znázorňuje program, který je použit potom, co je postup načrtnutý na obr. 23 ukončen,

obr.28 znázorňuje část vývojového diagramu, která se detailněji zabývá druhou hlavní částí algoritmu pružného pásu,

obr.29 znázorňuje část vnější hrany obrazu čocky a několik vektorů, které jsou použity v druhé části algoritmu pružného pásu,

obr.30 znázorňuje vývojový diagram vykreslující detailněji třetí hlavní část algoritmu pružného pásu,

obr.31 a 32 zobrazují účinek dvou kroků postupu znázorněného na obrázku 30,

obr.33 znázorňuje část vnější hrany prstence, přičemž jsou na tuto hranu přiloženy příslušné přímky,

obr.34A až 34E obecně zobrazují výsledky různých operací označených jako MAX, PMAX, MIN a PMIN,

obr.35 znázorňuje výhodný postup, jenž je aplikován pixelová data za účelem zdůraznit možné defekty v hraně čocky,

obr.36 znázorňuje výsledky postupu znázorněném na obr.35,

obr.37 znázorňuje vývojový diagram týkající se

druhého maskovacího postupu použitého při zpracování pixelových dat,

obr.38A až 38C znázorňují ilustruje tento druhý maskovací postup a jeho výsledky,

obr.39 znázorňuje vývojový diagram dalšího postupu aplikovaného na pixelová data za účelem zdůraznění dalších možných defektů u čočky, u níž je prováděna kontrola,

obr.40A až 40D ilustrují jednotlivé operace a výsledky postupu načrtnutého na obr.39,

obr.41A a 41B znázorňují vývojový diagram postupu použitého k identifikaci libovolných kazů nebo defektů v čočce, u níž je prováděna kontrola,

obr.42 znázorňuje různé typy defektů, které se mohou u čočky vyskytnout.

Blokový diagram znázorněný na obrázku 1 zobrazuje kontrolní systém 10 čoček, přičemž systém 10 obecně zahrnuje dopravní subsystém 12, osvětlovací systém 14, zobrazovací subsystém 16 a obraz zpracující subsystém 20. U výhodného provedení systému 10 zahrnuje dopravní subsystém 12 nosič 22 čoček a nosnou sestavu 24 (zobrazenou na obr.4), osvětlovací systém 14 zahrnuje kryt 26, světelný zdroj 30 a zrcadla 32 a 34, přičemž zobrazovací subsystém 16 zahrnuje kameru 36, krytku 40 a sestavu 42 čoček. Z detailnějšího pohledu (obr.8) kamera 36 zahrnuje kryt 44, seskupení 46 pixelů a objektiv 50 a sestava 42 čoček zahrnuje kryt 52, pár čoček 54 a 56 a množinu odrazových desek 60. Obraz zpracující subsystém 20 zahrnuje předsunutý procesor 62, hlavní procesor 64 a vstupní prostředek, jakým je například klávesnice 66 přičemž výhodně subsystém 20 dále zahrnuje paměťovou jednotku 70, zobrazovací monitor 72, klávesnicový terminál 74 a tiskárnu 76.

Obecně je úkolem transportního subsystému 12 dopravovat množinu očních čoček po předem určené trase a dopravit vždy jednu z těchto čoček v určitém okamžiku do polohy, ve které probíhá samotná kontrola uvedených čoček (dále jen do kontrolní polohy), přičemž jednu takovou čočku 80 v kontrolní poloze zobrazuje obr.1. Úkolem osvětlovacího subsystému 14 je generovat série světelných impulsů a usměrňovat jednotlivé světelné impulsy po světelné trase 82 skrze jednotlivé oční čočky, procházející kontrolní polohou. Subsystém 16 generuje sadu signálů reprezentujících selektivní části světelných impulsů prostupujících oční čočkou a následně tyto signály předává zpracujícímu subsystému 20. Obraz zpracující subsystém 20 přijímá tyto signály vysílané ze subsystému 16 a zpracovává je podle předem stanoveného programu, přičemž účelem je zjistit, zdali je splněna alespoň jedna podmínka u jednotlivých čoček, u nichž je prováděna kontrola, přičemž u výhodného provedení subsystému 20, které bude dále popsáno podrobně-

ji, určuje subsystém 20, zdali jsou jednotlivé čočky vhodné pro použití spotřebitelem.

Systém 10 může být použit ke kontrole velmi rozdílných typů a velikostí očních čoček. Systém je velmi vhodný zejména pro kontrolu kontaktních čoček (obr.2 a 3 například znázorňují kontaktní čočku 84, u níž lze provádět kontrolu pomocí systému 10). Čočka 84 má obecně hemisferický tvar, zahrnující přední a zadní povrchy 86 a 90, a je tvořena centrální optickou zónou 84a a vnější zónou 84b. Čočka má v podstatě stejnoměrnou šířku, nicméně, jak znázorňuje zejména obrázek 3A, tloušťka čočky se na prstenci 84c bezprostředně vedle vnější hrany postupně zmenšuje.

Obrázek 4 znázorňuje podrobněji dopravní subsystém 12, přičemž, jak již bylo uvedeno, tento subsystém 12 výhodně zahrnuje nosič 22 čoček a nosnou sestavu 24. Přesněji uvedená nosná sestava 24 zahrnuje translační desku 92 a první a druhý krokový motor 94 resp. 96, přičemž translační deska 92 zase zahrnuje základní člen 100 a rámy 102 a 104.

Úkolem nosiče 22 čoček obecně je přidržet množinu optických čoček (obr.5 a 6 podrobněji zobrazují nosič 22 čoček). Nosič 22 čoček zahrnuje pravoúhlý základní člen 106 a množinu čočkovitých kontrolních misek 110 připojených k základnímu členu 106. Každá miska 110 je výhodně tvořena komolo-kuželovitou boční stěnou 110a a hemisfericky tvarovaným dnem 110b integrálně připojeným k boční stěně uvedené misky a vybíhá z ní směrem dolů. Kromě toho má dno každé misky výhodně konstantní poloměr zakřivení, který je přibližně o 10 % větší než poloměr zakřivení optické čočky 84 umístěné v uvedené misce, a průměr dna 110b je větší než je průměr uvedené oční čočky. Dále boční stěna 110a každé misky vybíhá ve sklonu asi 20° vzhledem k ose uvedené misky a tloušťka každé boční stěny je výhodně menší než asi 0,254

mm.

Konkrétně, co se týče nosiče 22 čoček znázorněného na obr.5 a 6, horní průměr každé misky 110 je asi 22 mm a hloubka každé misky 110 je výhodně větší než průměr čočky, u které má být provedena kontrola, přičemž tento průměr je pro konstantní čočky obvykle 20 mm. Jak znázorňují obr. 5 a 6, nosič 22 čoček je obvykle tvořen seskupením 3 x 4 kontrolních misek (3 řady po 4 miskách). Je však zřejmé, že kontrolní misky mohou být uspořádány i jiným způsobem, například mohou být uspořádány do seskupení 3 x 3, 3 x 8, 4 x 8, 3 x 10 nebo 4 x 10.

Misky 110 a výhodně základní člen 106 jsou vyrobeny v podstatě z transparentního materiálu, jakým je například polivinylychloridový plastový materiál. Kromě toho jsou misky 110 a základní člen 106 výhodně tvářeny společně tak, že tvoří jediný kompaktní celek a jejich tloušťka je relativně malá, čímž dochází ke snížení finančních nákladů, což v praxi umožňuje nosič 22 čoček po jednom použití odstranit (nosič pro jedno použití). Odstranění uvedeného nosiče 22 po jednom použití podstatně redukuje nebo zcela eliminuje vytvoření škrábanců na miskách, k čemuž často dochází při opakovaném používání uvedených kontrolních misek 110. Vzhledem k tomu, že, jak bude uvedeno dále, mohou být škrábance na misce považovány za vady čočky, která se nachází uvnitř uvedené misky, zlepšuje použití snadno odstranitelných nosičů 22 čoček i přesnost kontroly čoček.

Při použití je každá miska 110 částečně naplněna kapalným roztokem 112, jakým je například solný roztok, a na dno jednotlivých misek je umístěna vždy jedna příslušná oční čočka a to tak, že je zcela ponořena do roztoku v misce obsaženém. Po umístění čočky do misky 110 má uvedená miska 110 díky výše popsanému tvaru a ostatním parametrům misky 110 tendenci automaticky vycentrovat čočku na dně

misky.

Ještě co se týče obrázku 4, úkolem nosné sestavy 24 je upevnit nosič 22 čoček a pohybovat jím tak, aby byly všechny v něm obsažené čočky dopraveny jedna po druhé do polohy, ve které budou podrobeny kontrole (dále jen kontrolní polohy). Výhodně nosná sestava 24 pohybuje nosičem 22 čoček kontinuálně po předem stanovené trase za účelem dopravit čočky 84 plynule do uvedené kontrolní polohy a skrze tuto polohu. Nosná sestava může být navržena například tak, že při pohybu nosič 22 čoček kontrolní polohou prochází nejprve jedna řada misek 110 nosiče 22, načež nosná sestava 24 posune nosič 22 tak, že dojde k zarovnání další řady misek 110 nosiče 22 s kontrolní polohou a k následnému průchodu misek 110 uspořádaných v této řadě uvedenou kontrolní polohou.

U výhodné nosné sestavy 24 znázorněné na obr.4, je rám 102 translační desky 92, který je určen pro boční pohyb doprava a doleva, podepřen základnou 100, jak znázorňuje obr.4, rám 104, který je určen pro pohyb nahoru a dolů (viz obr.4), je podepřen rámem 102, a nosič 22 čoček je nesen rámem 104. Krokový motor 94 je upevněn k základně 100 a připojen k rámu 102 a jeho úkolem je pohybovat tímto rámem napříč základním členem 100. Krokový motor 96 je zase upevněn k rámu 102 a připojen k rámu 104 za účelem pohybovat tímto rámem 104.

U nosné sestavy 24 mohou být použity libovolné vhodné rámy 102 a 104 a krokové motory 94 a 96. Kromě toho je zřejmé, že pro pohyb nosiče 22 čoček požadovaným způsobem další známou nosnou sestavu.

Ještě co se týče obrázku 1, subsystémy 14 a 16 společně produkují a následně využívají ke kontrole optických čoček pohybujících se skrze kontrolní polohu jev označovaný

jako osvětlování tmavého pole. U tohoto postupu je obraz na seskupení 46 pixelů tvořen některými znaky optické čočky, které rozptylují nebo lámou světlo prostupující čočkou. Osvětlování tmavého pole lze použít k detekování kazů a nepravidelností optických čoček a vzhledem k tomu, že v podstatě všechny defekty, a také některé normální znaky optických čoček rozptylují světlo a s použitím tohoto postupu osvětlování tmavého pole, který je skutečně vysoce efektivním postupem, mohou být detekovány i nepatrné povrchové ne příliš hluboké defekty.

Princip osvětlování tmavého pole lze pochopit z obrázku 7, který znázorňuje optickou čočku 114, kolimovaný svazek 116 světelných paprsků, pár čoček 120 a 122, neprůhlednou krytku 124 a seskupení 126 pixelů. Svazek 116 světelných paprsků prochází oční čočkou 114 a potom dopadá na zobrazovací čočku 120. V případě, že byly paprsky osvětlovacího svazku 116 přesně kolimované, měly by se po dopadu na čočku 114 střetnout v ohnisku ležícím v zadním ohniskovém bodě čočky 120. Také v případě, že na osvětlovací svazek 116 paprsků nepůsobí oční čočka 114 zcela, ačkoliv není tento svazek 116 přesně kolimován při dopadu na čočku 120, vytváří svazek 116 přibližně v zadním ohnisku čočky 120 malý kruh, označený jako kruh nejmenší nepravidelnosti. Krytka 124 je umístěna na druhé straně zobrazovací čočky 120, v již uvedeném zadním ohnisku této čočky, přičemž velikost uvedené krytky 124 je zvolena tak, aby lehce překrývala kruhový obraz vytvořený svazkem 116 osvětlovacích paprsků v zadním ohnisku čočky 120.

Takže pokud nedojde k žádnému rozptylu nebo lámání osvětlovacího svazku 116 paprsků, jež jsou způsobené čočkou 114, neprojde za krytku 124 žádné světlo a seskupení 126 pixelů zůstane zcela tmavé. Avšak jakýkoliv znak čočky 114, který láme světlo tak, že mine uvedenou krytku 124, způsobí, že část světla dopadne na seskupení 126 pixelů. Uvedená

oční čočka 114 je umístěna v poloze, která je opticky spojena s polohou seskupení 126 pixelů, a tedy, pokud projde jakékoliv světlo za uvedenou krytku 124, vytvoří na seskupení 126 pixelů obraz znaku optické čočky 114, který rozptyluje světlo.

Obrázek 8 znázorňuje výhodné provedení zařízení produkujícího a následně používajícího již zmíněný jev osvětlování tmavého pole v systému 10 a zejména podrobněji zobrazuje výhodný osvětlovací subsystém 14 a zobrazovací subsystém 16. Jak je patrné z tohoto obrázku, subsystém 14 zahrnuje kryt 26, světelný zdroj 30, zrcadla 32 a 34, clonu 130, zdroj energie 132, řídicí obvod 134, první a druhý nastavitelný nosný prostředek 136 a 140 a výstupní okénko 142. Subsystém 16 dále zahrnuje kameru 36, krytku 40 a sestavu 42 čoček. Podrobněji kamera 36 zahrnuje kryt 44, seskupení 46 pixelů a objektiv 50, a sestava 42 čoček zahrnuje kryt 52, čočky 54 a 56, a odrazové desky 60.

Kryt 26 subsystému 14 tvoří ochranné pouzdro pro další prvky tohoto subsystému, přičemž jak světelný zdroj 30 tak zrcadla 32 a 34 a clona 130 jsou uloženy v tomto krytu. Konkrétněji, kryt 26 sestává z hlavní vertikální nohy 26a a vrchní a spodní horizontální nohy 26b a 26c, přičemž světelný zdroj 30 je uspořádán uvnitř hlavní nohy 26a krytu 26. Zrcadlo 32 je zajištěno na spojnici nohy 26a a nohy 26c, zrcadlo 34 je umístěno na vzdáleném konci nohy 26c a clona 130 je umístěna uvnitř nohy 26c mezi zrcadly 32 a 34. Součástí krytu 26 je dále otvor 26d, který leží přímo nad zrcadlem 34, přičemž tento otvor 26d je zajištěn okénkem 142. Při použití světelný zdroj 30 generuje množinu světelných záblesků neboli impulsů, přičemž každý z těchto impulsů se šíří po světelné dráze 82. Na této dráze 82 je umístěno zrcadlo 32, které směřuje světelné impulsy skrze clonu 130 na zrcadlo 34, které zase směřuje uvedené světelné impulsy směrem nahoru skrze okénko 142, skrze

čočku umístěnou v kontrolní poloze (na obrázku 8 označenou vztahovou značkou 114) a směrem k zobrazovacímu subsystému nebo na tento zobrazovací subsystém 16.

Výhodně je světelný zdroj 30 upevněn k nastavitelnému nosnému prostředku 136, který umožňuje nastavit specifický směr šíření světla emitujícího z tohoto zdroje světla, a zrcadlo 34 je upevněné na další nastavitelný nosný prostředek 140, který umožňuje nastavit jak specifický směr šíření světelných paprsků, tak specifickou polohu lomu světla na zrcadle. U výhodného provedení subsystému 14 znázorněného na obr. 8 zahrnují nosné prostředky 136 vyhybací článek, který je upevněn ke krytu 26 a který je otočný okolo dvou vzájemně ortogonálních horizontálních os. U tohoto provedení subsystému 14 zahrnuje dále nosný prostředek 140 zrcadlo vyhybací článek 140a a posuvný článek 140b, přičemž zrcadlo 34 je upevněno na vyhybací článek 140a, který je zase upevněn k posuvnému článku 140b. Článek 140b je posuvný bočně do prava a do leva (viz obr. 8) a umožňuje nastavit boční polohu uvedeného zrcadla 34, přičemž článek 140a je otočný okolo dvou vzájemně kolmých horizontálních os a umožňuje tak nastavení specifického úhlu zrcadla 34.

Zobrazovací subsystém 16 přijímá světelné impulsy procházející oční čočkou umístěnou v kontrolní poloze 144 a generuje série signálů reprezentující vybrané části světla prošlého těmito očními čočkami. Detailněji, seskupení 46 pixelů je umístěno uvnitř krytu 44 kamery, přímo za objektivem 50 a je výhodně tvořeno množinou světelných senzorů, přičemž každý z těchto senzorů je schopný generovat příslušný elektrický proud, jehož velikost odpovídá neboli reprezentuje intenzitu světla dopadající na tento senzor.

Obrázek 9 znázorňuje zvětšený pohled na malou část seskupení 46 pixelů, zejména znázorňuje množinu indivi-

duálních světelných senzorů uvedeného seskupení 46 pixelů. S ohledem na tento obrázek jsou tyto světelné senzory neboli pixely výhodně uspořádány v pravidelné síti s daným počtem řádků a sloupců, přičemž tato síť může například obsahovat jeden milión pixelů uspořádaných v jednom tisíci sloupců a jednom tisíci řad. Výhodně v této síti pixely tvoří množinu stejnoměrně odsazených řad a množinu stejnoměrně odsazených sloupců a kromě těch pixelů, které leží podél vlastní hrany uvedeného seskupení, má každý pixel osm bezprostředních sousedů. Například pixel 146a má osm sousedů: pixel 146b ležící přímo nad ním, pixel 146c umístěný přímo pod ním, pixely 146d a 146e ležící na pravo resp. na levo od něj a pixely 146f, 146g, 146h a 146i ležící nahore a na pravo resp. a na levo a dole a na pravo resp. dole a na levo.

Ještě k obrázku 8, krytka 40 a čočky 54 a 56 jsou předsunuty před objektiv 50 a jsou koaxiálně zarovnané navzájem se seskupením 46 pixelů a s objektivem 50 kamery. Krytka 40 je umístěna mezi čočkami 54 a 56 a to v podstatě v zadní ohniskové rovině čočky 54 a čočka 56 je umístěna tak, že seskupení 46 pixelů leží v zadní fokální rovině této čočky 56. Výhodně jsou čočka 54 a 56 a krytka 40 upevněny uvnitř krytu 52, který je zase upevněn k čelnímu konci kamery 36. Kromě toho jsou po celé délce krytu 52 výhodně odsazeně umístěny odrazové desky 60, které mohou sestávat ze série pravoúhle tvarovaných členů a které pomáhají kolimovat světlo šířící se tímto krytem 52.

Při tomto specifickém umístění čočky 54 a 56 a krytky 40 jsou všechny světelné paprsky nebo alespoň většina světelných paprsků, které procházejí příslušnou oční čočkou, u níž má být provedena kontrola, pomocí čočky 54, zaostřeny na krytku 40 a nedopadají tedy na seskupení 46 pixelů. Nicméně část světla procházející skrze nepravidelnosti očních čoček, stejně tak jako část světla procházející pra-

videlnou strukturou některých očních čoček může být lámána do té míry, že toto světlo potom není pomocí čočky 54 zaostřeno na krytku 40, ale namísto toho prochází kolem této krytky 40 a dopadá na seskupení 46 pixelů. Kromě toho kontrolní poloha čoček je opticky spojena s polohou uvedeného seskupení 46 pixelů a tedy jakékoliv světlo, které projde za krytku 40 vytvoří na seskupení 46 pixelů obraz znaku oční čočky, který rozptýlil toto světlo.

Tento postup označovaný jako osvětlování tmavého pole je velmi efektivním způsobem osvětlování nepravidelností očních čoček, přičemž obrázek 10 znázorňuje obraz vytvořený na seskupení 46 pixelů světelnými paprsky, které prošly uvedenou oční čočkou, zejména kontaktní čočkou 84 znázorněnou na obrázcích 2 a 3. Většině světla, které projde uvedenou čočkou, zabrání v dopadu na seskupení 46 pixelů krytka 40. Avšak díky nerovnoměrné tloušťce prstence 84c uvedené čočky se světlo procházející touto částí čočky láme mimo krytku 40 a dopadá na seskupení 46 pixelů, přičemž vytváří na tomto seskupení 46 obraz prstence. Nepravidelnosti čočky 84 také produkují na uvedeném seskupení 46 osvětlené plochy, přičemž na seskupení pixelů 46 lze spatřit například i sotva patrné mělké defekty. Zejména v případě, že se nacházejí ve vnitřní části čočky, objeví se na seskupení 46 pixelů jako jasný obrys na tmavém poli. Pokud se nachází v okrajové zóně čočky, bude tento defekt patrný na pixelovém seskupení 46 jako tmavá čára na jasném poli. Okrajová zóna kontaktní čočky vzhledem ke svému klínovitě tvarovanému průřezu, láme procházející světlo do té míry, že ~~toto světlo míjí krytku 40 a způsobuje, že se celá tato~~ zóna na seskupení 46 pixelů objeví jako jasně bílý prstenec 150 na tmavém poli.

Je zřejmé, že u subsystémů 14 a 16 lze použít jakýkoliv vhodný světelný zdroj, čočky a kameru. Světelným zdrojem 30 může být například záblesková žárovka s krátkým

obloukem (výrobce Hamamatsu). Tato záblesková žárovka má jedinečnou kombinaci stability a životnosti oblouku, přičemž výkon této žárovky je stanoven plus nebo minus 2 % při životnosti 10^9 záblesků.

Dále, co se týče provedení subsystému 16, který byl pro účely praxe aktuálně redukován, první zobrazovací čočkou 54 je achromatický objektiv s ohniskovou vzdáleností 100 mm, který je difrakčně limitující pro předměty v rozsahu $2,5^\circ$ od optické osy čočky. Tato čočka 54 je upevněna v tmavé eloxované trubce s vnitřními odrazovými plochami 60, které eliminují zhoršení kontrastu, k němuž by mohlo dojít díky odrazu světla od vnitřních stěn trubky. Druhou čočkou 56 je standardní objektiv Nikon F-1.8 s ohniskovou vzdáleností 50 mm. Konec válce první čočky 54 je přilepen na ultrafialový zakalený filtr, který je vešroubován do krytu padesátimilimetrového objektivu.

Neprůsvitnou krytku 40 tvoří malý plastický kroužek s průměrem 2.54 mm mající adhezivní rubovou stranu umožňující upevnění krytky na místo. Vhodnými krytkami jsou komerčně dostupné krytky, které se používají jako pájecí podkladové masky pro ruční výrobu desek s plošnými spoji a které jsou dostupné v mnoha různých velikostech. Výhodná velikost krytky 40 se může lišit v závislosti na dalších parametrech systému 10 a vybraná velikost narážky je výhodně zvolena tak, aby poskytla co nejlepší kompromis mezi kontrastem, snadností usměrnění, a citlivostí na vibraci.

Kamerou použitou v uvedeném subsystému 16 je kamera s vysokou rozlišovací schopností Videk, která má standardní objektiv značky Nikon. Nejprve je na kameru 36 připevněn objektiv 56 F-1,8/50mm značky Nikon a na tento objektiv 56 je potom našroubován kryt čočky 54. Účinné zorné pole kamery Videk je 13,8 x 13,8, což je například asi o 10-15% větší než je maximální velikost kontaktní čočky. Je žádoucí,

aby oční čočka, u níž se provádí kontrola, zaujímala právě tu část zorného pole kamery 36, jež by umožnila optimalizovat přesnou kontrolu. Tudiž, automatickým vystředěním kontrolované čočky se dosáhne toho, že kontrolní miska 110 nosiče 22 čoček maximálně využívá dosažitelné rozlišovací schopnosti kamery.

Výhodné konfigurace subsystémů 14 a 16 mají mnoho výhod. Za prvé, vzhledem k tomu, že dráha světla 82 je lomená, může být zdroj světla 30 umístěn ve větší vzdálenosti od optické čočky, která se nachází v kontrolní poloze 144, čímž se dosáhne značně kolimace světelných paprsků na této oční čočce. Za druhé, velikost obrazu oblouku na krytce 40 je v podstatě rovna skutečné velikosti oblouku násobené poměrem (i) vzdálenost mezi světelným zdrojem 30 a čočkou 54/ (ii) vzdálenost mezi čočkou 54 a krytkou 40. Výhodné uspořádání (viz obrázek 8) ještě minimalizuje velikost obrazu oblouku a umožňuje tak použít menší krytku 40, přičemž následně poskytuje vyšší citlivost. Za třetí, irisová clonka 130 limituje průřezovou plochu světelných paprsků 82 a tedy i plochu, která je tímto světlem osvětlena. Výhodně je clonka 130 použita k nastavení průřezové plochy neboli velikosti svazku 82 světelných paprsků tak, aby tento svazek 82 osvětloval kruhovou plochu, jejíž průměr je pouze asi o 10-15 % větší než průměr kontrolované oční čočky. Omezením velikosti osvětlovacího paprsku 82 se zvyšuje kontrast mezi obrazem produkovaným na pixelovém poli a zbytkem dochází zejména k eliminaci nebo k podstatné redukci množství světla, které rozptyluje čočkovitá kontrolní miska. Toto rozptýlené světlo se může na pixelovém seskupení 46 jevit jako světlo pozadí, jenž snižuje kontrast mezi obrazem na pixelovém seskupení 46, který je předmětem zájmu, a zbývajících částí tohoto seskupení 46.

Dále, co se týče výhodného uspořádání subsystémů 14 a 16, je faktor zvětšení, což je poměr velikosti obrazu

oční čočky na pixelovém seskupení 46 ku skutečné velikosti obrazu, přibližně roven poměru ohnisková délka druhé čočky 56/ ohnisková délka první čočky 54. Skutečný faktor zvětšení dále závisí na vzdálenosti mezi čočkami 54 a 56 a vzdáleností oční čočky, u níž je prováděna kontrola, od první zobrazovací čočky 54. Kromě toho, vyhybací článek 140a a posuvný článek 140b umožňují nastavit střed vstupního svazku 82 paprsků odraženého od zrcadla 34 tak, aby se kryl s osou zobrazovacího optického subsystému 16.

Jak již bylo popsáno zobrazovací subsystém 16 zahrnuje dvě čočky 54 a 56, které jsou od sebe odsazené přibližně na vzdálenost shodnou s ohniskovou délkou první čočky 54. Použití dvou čoček v subsystému 16 sice není nezbytné, nicméně je výhodné vzhledem k tomu, že zajišťuje větší kontrolu různých parametrů subsystémů 14 a 16 a potlačují například vzdálenost mezi zadní fokální rovinou a zobrazovací rovinou.

Obrázky 11A, 11B a 11C zobrazují alternativní optická uspořádání, obecně označená vztahovými značkami 152, 154 resp. 156, která mohou být použita v systému 10 pro vedení svazku 82 světelných paprsků kontrolní polohou, oční čočkou přidržovanou v této poloze, na krytku 40 a pixelové seskupení 46.

Uspořádání 152 zahrnuje pouze jednu čočku 160, která současně zobrazuje svazek 82 světelných paprsků na krytce 40 a kontrolovanou čočku na pixelovém seskupení 46. Podrobněji optické uspořádání znázorněné na obrázku 11A zahrnuje zrcadlo 162, zobrazovací čočku 160 a krytku 40, přičemž obrázek dále ukazuje držák čočky, schematicky označený vztahovou značkou 164, kontrolovanou oční čočku 166 a pixelové seskupení 46. Co se týče tohoto uspořádání, svazek 82 světelných paprsků neboli impulsů směřuje od světelného zdroje 30 k zrcadlu 162, které toto světlo dále

nasměruje skrze čočku 166 na zobrazovací čočku 160. Většina světla nasměrovaného na čočku 160 je touto čočkou zaostřena na krytku 40, nicméně určité charakteristické znaky čočky 160 budou světlo lámat do té míry, že toto lomené světlo projde mimo krytku 40 a zaostří se na pixelovém seskupení 46, přičemž zde vytvoří obraz toho charakteristického znaku čočky 166, který způsobil lámání světla a jeho přenos za uvedenou krytku 40. Uspořádání podle obrázku 11A může být výhodné v tom případě, kdy je CCD clona kamery 36 větší než CCD clona výše zmíněné Vidik kamery s vysokou rozlišovací schopností.

Co se týče uspořádání 154 znázorněného na obrázku 11B jsou funkce zobrazování světelného zdroje na krytku 40 a zobrazování kontrolované oční čočky na pixelové seskupení 46 oddělené. Aby toho mohlo být dosaženo, zahrnuje toto uspořádání 154 zrcadlo 170, čočky 172 a 174 a krytku 40, přičemž obrázek 11B dále ukazuje držák 164 čoček, oční čočku 166 a pixelové seskupení 46. V tomto uspořádání směřuje svazek 82 světelných paprsků ze světelného zdroje 30 na zrcadlo 170, přičemž toto zrcadlo usměrní svazek 82 zase na čočku 172. Čočkou 172 usměrněné světlo prochází oční čočkou 166, přičemž většina světla, které projde uvedenou čočkou 166 se zaostří na krytce 40. Některé charakteristické znaky čočky 166 lámou světlo mimo uvedenou krytku 40, přičemž toto lomené světlo dopadá na čočku 174, která ho zaostří na pixelové seskupení 46, na němž vytvoří obraz toho charakteristického znaku čočky 166, který způsobil lámání světla mimo uvedenou krytku 40. Výhodou uspořádání čoček podle obrázku 11B je, že působení čoček 172 a 174 je na sobě zcela nezávislé.

Optické uspořádání 156 znázorněné na obrázku 11C je velmi podobné optickému uspořádání znázorněnému na obrázku 8, avšak toto uspořádání 156 nezahrnuje zrcadlo 32 ani clonku 130. Podrobněji zahrnuje uspořádání 156

zrcadlo 176, čočky 180 a 182 a krytku 40, přičemž obrázek 11C dále znázorňuje držák 164 čoček, oční čočku 166 a pixelové seskupení 46. Co se týče tohoto uspořádání znázorněného na obrázku 11C, svazek 82 světelných paprsků směřuje ze světelného zdroje 30 na zrcadlo 176, které zase směřuje toto světlo skrze čočku 166 na první čočku 180. Většina světla směřujícího na čočku 180 je zaostřena na krytce 40, avšak některé charakteristické znaky čočky 166 lámou světlo do té míry, že prochází mimo krytku 40 za tuto krytku 40 na druhou čočku 182, přičemž tato druhá čočka 182 zaostří uvedené světlo na pixelové seskupení 46. V tomto uspořádání zobrazuje čočka 180 zdroj světla 30 na krytce a to nezávisle na čočce 182. Nicméně obě čočky 180 a 182 se podílejí na zobrazování libovolných defektů čočky 166 na pixelovém seskupení 46.

Kromě již popsaného, systém 10 výhodně dále zahrnuje řídicí subsystém pro synchronizaci operací osvětlovacího subsystému 14 a zobrazovacího subsystému 16 s operací dopravního subsystému 12, zejména pak spuštění světelného zdroje 30 za účelem generování světelného impulsu a otevření objektivu kamery 50 v okamžiku, kdy se oční čočka nachází v kontrolní poloze 144. Výhodný řídicí subsystém je schematicky znázorněn na obrázku 12A. Co se týče tohoto výhodného řídicího subsystému, transportní subsystém 12 generuje elektrický signál vždy, když se čočkovitá kontrolní miska ocitne v kontrolní poloze. Tento elektrický signál může být generován například krokovým motorem 94 nebo jiným budícím prostředkem translační desky 92 a nebo koncovým vypínačem, který se sepne pokaždé, když kontrolní miska dosáhne kontrolní polohy. Výhodně se tento signál přenesse na objektiv 50 kamery za účelem otevření tohoto objektivu 50 a na zpěťovací obvod 184, který tento signál v rozmezí krátké časové periody zdrží, což umožní objektivu 50 kamery 36 jeho úplné otevření, načež po uplynutí této krátké časové periody dorazí elektrický signál k budiči

134 osvětlovacího tělesa, jenž aktivuje světelný zdroj 30.

Například u použitého provedení systému 10, znázorněného na obrázku 12B, v případě, že je oční čočka v kontrolní poloze, generuje dopravní subsystém 12 24voltový impuls a přenáší ho jak do kamery 36, tak na zpožďovací obvod 184. Objektiv 50 kamery 36 se v odezvě na čelo tohoto impulsu otevře, přičemž pro úplné otevření objektivu 50 je zapotřebí asi 9 milisekund. Zpožďovací obvod zdrží přenos tohoto signálu k budiči 134 osvětlovacího tělesa asi na 15 milisekund, přičemž po tomto zdržení se uvedený spouštěcí impuls přenesen na budič osvětlovacího tělesa. Čelo tohoto spouštěcího impulsu aktivuje tiristor, (SCR), který zažehne zábleskovou žárovku 30. V tomto okamžiku se uvedené osvětlovací těleso stává elektricky vodivým a v předchozí fázi nabitý kondenzátor se nyní přes uvedené osvětlovací těleso vybije. Kapacitance a napětí, na něž byl uvedený kondenzátor nabit určují celkovou světelnou energii vysílanou uvedeným osvětlovacím tělesem a délku trvání světelného impulsu. Mezi tím vnitřní obvod kamery 36 nechá objektiv 50 kamery 36 po dobu asi 30 milisekund otevřený a po uplynutí této časové periody ho zavře.

Použití objektivu 50 kamery 36 výše popsaným způsobem zabraňuje nebo alespoň podstatně snižuje možnost integrování okolního světla v pixelovém seskupení 46 mezi jednotlivými kontrolami. Vysokonapěťový energetický zdroj, budič osvětlovacího tělesa, elektrický a akumulární kondenzátor jsou výhodně umístěny v krytu 26, v němž je rovněž uschována osvětlovací optika.

Světlo ze světelného zdroje 30 je dostatečné na to, aby umožnilo zachycení obrazu na pixelovém seskupení 46 v tak krátké časové periodě, že není nezbytné, aby byl zastaven posun oční čočky, u níž má být provedena kontrola. Dopravní subsystém 12 je tedy výhodně navržen tak, aby

pohyboval množinou očních čoček pod zobrazovacím subsystémem 16 kontinuálně. Tento kontinuální a plynulý pohyb seskupení očních čoček je dále výhodný i proto, že snižuje nebo zcela eliminuje vznik vlnění nebo jiného porušení horních vrstev roztoku 112 obsažeho v kontrolních miskách 110, jenž by mohlo interferovat se zobrazovacím procesem.

Z již uvedené popisné části pro odborníka vyplývá, že k dosažení žádoucí synchronizace a koordinace mezi dopravním subsystémem 12, osvětlovacím subsystémem 14 a zobrazovacím subsystémem 16 lze použít různé postupy. Například světelný zdroj 30 může být aktivován v předem stanovených časových intervalech, které odpovídají umístění kontrolní oční čočky do kontrolní polohy 144, stejně tak jako otevírání objektivu 50 kamery 36.

Za účelem minimalizování vlivu vzduchem nesených úlomků na osvětlovací a zobrazovací procesy, lze osvětlovací, zobrazovací a dopravní subsystém uložit do pouzdra (není znázorněno). Toto pouzdro může být opatřeno transparentními čelními dvířky nebo čelními dvířky, jež mají transparentní okénka umožňující jednak vstup do vnitřní části pouzdra a jednak pozorování této vnitřní části, přičemž transparentní části čelních dvířek mohou být z důvodu minimalizace působení okolního pokojového světla na osvětlovací a zobrazovací procesy tónovány.

Obrázek 13 znázorňuje blokový diagram obraz zpracujícího subsystému 20. V tomto subsystému jsou ze seskupení 46 pixelů vedeny elektrické signály, v kombinaci sérií a paralelních formátů, do předřazeného procesoru 62. Tyto elektrické signály, které jsou přeneseny do předřazeného procesoru 62 mohou být identifikovány jakýmkoliv vhodným způsobem za použití specifických pixelů, jež generovaly uvedené signály. Signály z pixelů kamery 36 mohou být přeneseny například do předřazeného procesoru a to v daném časovém

sledu a společně s časovým signálem, který umožní identifikovat počátek nebo zvolené intervaly tohoto časového sledu. Nebo mohou být jednotlivé signály, které jsou přenášeny do procesoru 62, opatřeny záhlavím nebo jinou poznámkou, která identifikuje příslušný pixel, jenž generoval příslušný signál.

Procesor 62 konvertuje jednotlivé elektrické signály z jednotlivých pixelů seskupení 46 na příslušné hodnoty digitálních dat, I_0 , a ukládá tyto data-hodnoty do paměťové oblasti obsahující adresy související s adresami pixelů, které generovaly elektrické signály. Tyto data-hodnoty jsou dostupné pro procesor 64, do něhož mohou být přeneseny pomocí datových sběrnic 186. Jak bude dále podrobněji objasněno, je výhodně generována množina přídatných souborů data-hodnot $I_1 \dots I_n$, kde každý soubor dat má určitou data-hodnotu související s jednotlivými pixely seskupení 46, přičemž představený procesor 62 může zahrnovat paměťové sekce nebo desky a každá z těchto sekcí nebo desek je použita k uložení příslušného souboru uvedených data-hodnot.

Procesor 64 je pomocí datových sběrnic 186 propojen s představeným procesorem 62 za účelem získání a přenosu data-hodnot z předřazeného procesoru 62 do tohoto procesoru 64. Jak bude dále podrobněji objasněno, procesor 64 je naprogramován na zpracování a analýzu data-hodnot uložených v předřazeném procesoru 62 za účelem identifikace alespoň jedné podmínky nebo parametru jednotlivých čoček kontrolovaných pomocí systému 10, například určení toho, jsou-li jednotlivé čočky přijatelné pro použití spotřebitelem.

Za účelem přijmutí a uchovávání data-hodnot na permanentní nebo semipermanentní bázi je k procesoru 64 připojen paměťový disk 70. Paměťový disk 70 může být vybaven různými vyhledávacími tabulkami používanými procesorem 64. Uvedený paměťový disk může být použit k ukládání dat týkajících se kontroly čoček nebo dat, která byla shromážděna.

děna v průběhu této kontroly. Paměťový disk může být použit například k pozornému sledování celkového počtu čoček, kontrolovaných v průběhu daného dne nebo jiné časové periody a k uchování informací o celkovém počtu, typu a velikosti libovolných, defektů zjištěných v libovolném daném vzorku nebo skupině čoček.

K procesoru 64 je připojena klávesnice 66, která umožňuje vstup operátora do uvedeného procesoru 64, přičemž terminál 74 klávesnice 66 je použit k obrazovému zobrazení dat nebo zpráv, které jsou vkládány do procesoru 64. K předřazenému procesoru 62 je připojen monitor 72, který převádí data-hodnoty uložené v předřazeném procesoru 62 do jejich obrazové podoby. Data-hodnoty I_0 mohou být například přeneseny na monitor 72, přičemž účelem tohoto přenosu je vytvořit na tomto monitoru 72 obraz odpovídající skutečnému obrazu, vytvořenému na seskupení 46 pixelů. Na monitor 72 mohou být přeneseny i další soubory data-hodnot $I_1 \dots I_n$ za účelem vytvoření přesných nebo zpracovaných obrazů skutečného obrazu. K procesoru 64 je dále pomocí sériově-paralelního konvertoru 190 připojena tiskárna 76 za účelem poskytnutí vizuálního trvalého záznamu zvolených data-hodnot přenesených z procesoru 64 do tiskárny 76. Je zřejmé, že uvedený subsystém 20 může být vybaven dalšími nebo pomocnými vstupními a výstupními zařízeními umožňujícími operátorovi nebo analytikovi interakci s procesorem 64, předřazeným procesorem 62 a paměťovou jednotkou 70.

Jednotlivé složky subsystému 20 jsou známé a běžně dostupné. Procesor 64 je v subsystému 20 výhodně zastoupen vysokorychlostním digitálním počítačem a jako monitor 72 je použit barevný monitor s vysokou rozlišovací schopností. Předřazeným procesorem 62 může být například sestava Data-cube karet zpracovávajících signály, a procesorem 64 může být pracovní stanice Sun 3/140.

Jak již bylo uvedeno v předcházející části, v urči-

tém časovém okamžiku prochází oční čočka přímo pod uvedenou kamerou 36 a skrze tuto oční čočku prochází světlo, které se zaostřuje na seskupení 46 pixelů, přičemž jednotlivé pixely seskupení 46 generují příslušné výstupní elektrické proudy jejichž velikost reprezentuje intenzitu světla dopadajícího na tyto pixely. Tento výstupní proud jednotlivých pixelů je převeden na digitální data-hodnotu, která je uložena do adresy v paměti související s uvedeným pixelem předřazeného procesoru 62. Tyto digitální data-hodnoty označené jako I_0 hodnoty se, jak bude dále podrobněji popsáno, zpracují za účelem stanovení, zda čočka procházející pod kamerou 36 zahrnuje jeden nebo více znaků zvolené skupiny, a zejména za účelem stanovení, zda uvedená čočka neobsahuje znak, který by mohl být posuzován jako kaz nebo defekt, jenž činí tuto čočku nepřijatelnou pro použití spotřebitelem.

Obrázek 14 znázorňuje hlavní složky výhodného obraz zpracovávajícího postupu pro identifikaci jakýchkoliv defektů u čočky 84 typu znázorněného na obrázcích 2 a 3. Potom, co je na seskupení 46 pixelů získán obraz čočky, je tento obraz testován postupem označeným jako decentrační test, který má stanovit, zda jsou vnitřní a vnější obvodové hrany prstence 84c čočky 84 vzájemně scentrovány, přičemž tento decentrační test používá napasování prvního a druhého kruhu na vnitřní a vnější hranu prstence vytvořeného na seskupení pixelů. Potom následuje zjištění nebo vytažení skutečných hran uvedeného prstence. Načež je za účelem redukce nebo úplné eliminace dat spojených se světlem odraženým nebo odchýleným okrajovými oblastmi kontrolní misky čočky použit první maskovací postup, přičemž defekty hrany jsou zvýrazněny pomocí postupu označeného jako algoritmus pružného pásu. Tyto defekty mohou být ještě dále zvýrazněny postupy označenými jako vyplnění a vyčištění a druhým maskovacím postupem, jenž eliminuje data spojená s určitými pixely v blízkosti středu obrazu prstence.

Potom, co jsou možné defekty zvýrazněny, je proveden jejich průzkum, jehož cílem je určit zda tyto defekty skutečně existují. Zejména je u pixelů seskupení 46, přesněji u data-hodnot souvisejících s těmito pixely, prováděn průzkum, který má identifikovat úsečky neboli zpracovávané úseky pixelů, které mohou být součástí defektu, a tyto zpracovávané úseky jsou potom seskupeny za účelem identifikace defektových kandidátů. Následně jsou analyzovány velikosti a polohy těchto navržených defektů, přičemž tyto analýzy mají stanovit zda jsou skutečně defekty, jež činí uvedené čočky nepřijatelnými pro použití spotřebitelem.

Jak již bylo uvedeno, decentrační test stanovuje, zda jsou vnitřní a vnější obvodová hrana prstence 84c čočky 84, procházející pod uvedenou kamerou 36, soustředné. Obecně, s přihlédnutím k obrázku 15, je tento test prováděn tak, že se na pixelovém seskupení 46 vytvoří množina scanů 202, přesněji prostudováním data-hodnot v adresách v paměti předřazeného procesoru, které odpovídají adresám pixelů ve zvolené úsečce na seskupení 46.

Decentrační test neboli program R_1 znázorňují obrázky 16a a 16b. První krok 204 je označen jako prahový podprogram, přičemž účelem tohoto programu je přiřadit jednotlivým pixelům novou hodnotu intenzity I_1 , shodnou s hodnotou buď maximálního nebo minimálního osvětlení, $T_{\max}$ nebo $T_{\min}$, v závislosti na tom, je-li původní hodnota osvětlení I_0 uvedeného pixelu nad nebo pod danou mezní hodnotou T_t . Takže například každý pixel mající původní hodnotu osvětlení I_0 větší než 127 může být opatřen novou hodnotou osvětlení I_1 rovnou 255, a každý pixel mající původní hodnotu osvětlení 127 nebo nižší, může být opatřen novou hodnotou osvětlení I_1 rovnou nule.

Dalším krokem 206 decentračního testu je shromáždění počtu, poloh a velikostí uvedených scanů 202 použitých v

tomto testu, což se provádí tak, že uvedenému procesoru 64 se dodají adresy výchozího pixelu a délky a nasměrování každého scanu. Tyto parametry jsou zvoleny tak, že pokud není uvedená čočka špatně decentrovaná, protínají všechny scany z uvedené množiny obě hrany prstence 150. Výhodně jsou procesor 64 nebo paměťový disk 70 opatřeny semipermanentním záznamem těchto výchozích adres, nasměrování a délek scanu. Tento záznam je použit během kontroly všech čoček daného jmenovitého typu nebo velikosti, a v případě kontroly čoček odlišného jmenovitého typu nebo rozměru lze tento semipermanentní záznam vyměnit.

V následujícím kroku 210 jsou na pixelovém seskupení neboli displeji 46 vytvořeny zvolené scany. Pokud není uvedená čočka špatně decentrována, protne většina těchto scanů osvětlenou část tohoto displeje. V případě, že scan protíná osvětlenou část uvedeného displeje, jsou adresy prvního a posledního pixelu uvedené úsečky, protínající osvětlenou část, a délky této úsečky, označené jako zpracováváný úsek, zaznamenány v souboru f_1 . Podprogramy pro detekování prvního a posledního pixelu daného zpracováváného úseku, pro získání adres těchto pixelů a pro stanovení délky každého zpracováváného úseku jsou v daném oboru známy a proto lze v decentračním testu použít jakékoliv takto vhodné podprogramy.

V následujícím kroku 212 je délka každého zpracováváného úseku porovnána s předem stanovenou hodnotou, a informace, což jsou adresy prvního a posledního pixelu ve zpracováváném úseku a jeho délka, spojené s každým zpracováváním úsekem menším než je uvedená předem stanovená hodnota, jsou vyřazeny. Účelem tohoto vyřazení je eliminovat, nebo alespoň redukovat množství dat způsobených šumem na pixelovém seskupení 46, čímž se rozumí nežádoucí světlo, které dopadá na pixelové seskupení. Šum, který může být důsledkem světla prostředí nebo světla, které se odchyluje

od požadované trasy světla kvůli prachovým nebo jiným částicím, může na pixelovém seskupení vytvořit osvětlené oblasti. V naprosté většině případů jsou všechny tyto osvětlené plochy tvořeny pouze jedním pixelem nebo malou skupinou přilehlých pixelů. V případě, že některý výše zmíněný scan, vytvořený v kroku 210 protne tuto osvětlenou oblast, zaznamená procesor adresy prvního a posledního pixelu a délky zpracovávaného úseku křížícího osvětlenou oblast. Tato osvětlená oblast a s ní související data se však netýkají prstence 162 nebo jeho hran, a cílem kroku 212 je tedy eliminovat tato data.

Následující krok 214 decentračního testu má identifikovat adresy všech zbývajících pixelů, které jsou na vnější nebo vnitřní hraně uvedeného prstence, přičemž k této identifikaci lze použít jakýkoliv vhodný program. Adresy prvního a posledního pixelu všech zpracovávaných úseků mohou být například mezi sebou porovnány a pixel, který je blíže středu celého seskupení 46 pixelů, může být považován za pixel, který leží na vnitřní hraně prstence 162, zatímco pixel, který se nachází dál od středu seskupení 46, může být považován za pixel, jenž leží na vnější hraně prstence. Nebo mohou být scany rozděleny do dvou skupin tak, že pro všechny scany v první skupině platí, pokud je v uvedeném scanu objeven osvětlený zpracovávaný úsek, přičemž první a poslední pixel ve zpracovávaném úseku jsou na vnitřní resp. vnější hraně prstence, a pro každý scan v druhé skupině platí, pokud je ve scanu nalezen osvětlený zpracovávaný úsek, leží první a poslední pixel zpracovávaného úseku na vnitřní resp. vnější hraně uvedeného prstence.

Potom co jsou stanoveny všechny pixely ležící na vnitřní a vnější hraně prstence následuje krok 216, v němž jsou sečteny všechny pixely, které byly objeveny na každé hraně. Pokud je součet pixelů na jedné nebo druhé hraně

menší než tři, potom v dalším kroku 220 následuje vyřazení této čočky na základě její špatné decentralizace. Pokud jsou však na každé hraně objeveny alespoň tři pixely, potom je v kroku 222 použit subprogram, vněmž je za prvé na pixely, které byly objeveny na vnější hraně prstence napasován první kruh, za druhé je napasován druhý kruh na pixely, které byly zjištěny na vnitřní hraně prstence a za třetí jsou stanoveny středy a průměry těchto dvou kruhů. Pro napasování kruhu na tři nebo více bodů a pro vypočtení středu a průměru tohoto kruhu je známa řada programů, které mohou být v kroku 222 decentračního testu použity.

Potom, co jsou vypočteny středy těchto dvou slícovaných kruhů, je v kroku 224 stanovena vzdálenost mezi těmito dvěma středy. Tato vzdálenost je následně v kroku 226 porovnána s první hodnotou d_1 , přičemž pokud je vzdálenost větší než d_1 , je uvedená čočka v následujícím kroku 230 vyřazena z důvodu špatného decentrování. Pokud je vzdálenost d menší než d_1 , následuje v kroku 232 porovnání vzdálenosti d s hodnotou d_2 , což je maximální přijatelná vzdálenost mezi středy vnitřní a vnější hrany prstence 150. Pokud je vzdálenost mezi středy slícovaných kruhů větší než d_2 , potom je čočka v kroku 234 vyřazena jako decentrovaná, avšak pokud je vzdálenost d rovna nebo menší než d_2 , potom čočka prošla decentračním testem, jak indikuje krok 236.

Pokud čočka prošla decentračním testem, iniciuje procesor 64 postup neboli program R_2 označený jako detektor hran, ~~pro vytvoření souboru osvětlovacích hodnot, který~~ zase může být použit pro identifikaci pixelů na hranách uvedeného 150. Tyto hrany nejsou obvykle přesnými kruhy a liší se tedy od slícovaných kruhů zavedených v průběhu decentračního testu. Tento nový soubor osvětlovacích hodnot je získán pomocí sériím morfologických operací nebo změn hodnot původní intenzity přiřazených jednotlivým pixelům seskupení 46. Tyto morfologické změny jsou obrazově znázor-

něny na obrázcích 17a až 17i a ve formě vývojového diagramu na obrázku 18. Přesněji, obrázek 17a znázorňuje obraz prstence 150 na seskupení 46 pixelů, a obrázek 17b znázorňuje zvětšený pohled části tohoto prstence, a také znázorňuje krátké úsečky 240, nebo scany, protínající tuto prstencovou část a sousední plochy pixelového seskupení 46. Obrázek 17c ilustruje hodnoty intenzity I_1 uvedených pixelů v tomto scanu 240, přičemž pixely v tmavých oblastech obrázku 17b mají nižší nebo nulovou hodnotu I_1 , a pixely ve světlých oblastech obrázku 17b mají vyšší hodnotu I_1 , například $T_{\max}$.

S ohledem na obrázek 18 a obrázky 17c a 17d je v prvním kroku 242 postupu označeného jako detektor hran vypočtena pro jednotlivé pixely nová hodnota I_2 , přičemž zejména I_2 hodnota pro jednotlivé pixely je rovna střední hodnotě I_1 tohoto pixelu a jeho osmi bezprostředně sousedních pixelů. Rozdíl mezi hodnotami I_1 a I_2 pro tyto pixely v seskupení 46 spočívá v tom, že hodnoty I_2 se mění skokem z pixelů majících nejnižší hodnotu I_2 (pixely, které leží v tmavých oblastech pixelového seskupení), na pixely mající hodnotu I_2 nejvyšší (pixely, které leží ve světlých oblastech seskupení 46). Tento rozdíl může být nejlépe pochopen při porovnání obrázků 17c a 17d.

Následující krok 244 přiřazuje jednotlivým pixelům další hodnotu I_3 , přesněji každému pixelu je přiřazena hodnota I_3 , která je shodná s minimální hodnotou I_2 tohoto pixelu a jeho osmi bezprostředně sousedících pixelů. S ohledem na obrázky 17d a 17e, je způsob s jakým se mění hodnoty I_3 v průběhu pixelového scanu podobný způsobu s nímž se mění hodnoty I_2 v průběhu pixelového scanu. Základní rozdíl mezi oběma způsoby je ten, že pás pixelů majících nejvyšší hodnotu I_3 je nepatrně užší než pás pixelů majících nejvyšší hodnoty I_2 .

Další krok 246 postupu označeného jako detektor

hran má determinovat pro jednotlivé pixely ještě další hodnotu I_4 podle vztahu $I_4 = I_2 - I_3$. S přihlédnutím zejména na obrázek 17f má většina pixelů ve scanu 240 hodnotu I_4 rovnou nule, avšak pixely sousedící radiálně bezprostředně s vnitřní stranou obou hran prstence 162 mají kladné hodnoty I_4 . V dalším kroku je pro jednotlivé pixely stanovena hodnota I_5 , přičemž hodnota I_5 každého pixelu se přesněji rovná maximální hodnotě I_2 pixelu a osmi s ním bezprostředně sousedících pixelů. Pro většinu pixelů na pixelovém seskupení 46 se hodnota I_5 shoduje s hodnotou I_2 těchto pixel. Nicméně, pro pixely ležící v rozmezí, které určuje daná vzdálenost uvedených hran prstence 150, jsou hodnoty I_5 těchto pixelů větší než hodnoty I_2 uvedeného pixelu, a pás pixelů majících vyšší hodnotu I_5 je o něco širší než pás pixelů majících vyšší hodnotu I_2 .

Další krok 252 tohoto postupu má pro jednotlivé pixely určit ještě další hodnotu I_6 , přičemž tato hodnota se vypočte ze vztahu $I_6 = I_5 - I_2$. S přihlédnutím na obrázek 17h, bude mít většina pixelů na pixelovém seskupení hodnotu I_6 rovnou nule, avšak pixely sousedící radiálně bezprostředně s vnější stranou obou hran prstence 150 mají kladné hodnoty I_6 . Následující krok 254 spočívá v přiřazení hodnoty I_7 jednotlivým pixelům, přesněji hodnota I_7 jednotlivých pixelů je rovna hodnotám I_4 a I_6 nebo je menší než tyto hodnoty příslušných pixelů. S přihlédnutím k obrázku 17i, má většina pixelů pixelového seskupení 46 hodnotu I_7 rovnou nule, avšak pixely ležící přímo na hranách prstence 150 a pixely bezprostředně s nimi sousedící mají kladné hodnoty I_7 . Tímto způsobem, lze z hodnot I_7 určit, které pixely se nacházejí na hranách prstence.

Následně může být v kroku 256 použit vymezující podprogram jehož cílem je zvýraznit rozdíl mezi pixely na hranách prstence 150 a ostatními pixely na uvedeném displeji. Každému pixelu může být přiřazena ještě další

hodnota I_8 , která se rovná buď minimální hodnotě intenzity osvětlení $T_{\min}$ a nebo maximální hodnotě intenzity osvětlení $T_{\max}$ v závislosti na tom, je-li hodnota I_7 uvedeného pixelu nižší nebo vyšší než daná mezní hodnota T_c . Takže například každý pixel mající hodnotu I_7 větší než 32 může být opatřen hodnotou I_8 rovnou 255 a každému pixelu majícímu hodnotu I_7 rovnou 32 nebo menší může být přiřazena hodnota I_8 rovná nule.

Obrázek 17j ukazuje osvětlení jednotlivých pixelů seskupení 46, při hodnotě osvětlení těchto pixelů rovné I_8 .

V průběhu výpočtu a zpracování hodnot I_1 až I_8 je výhodně každý soubor pixelových hodnot uložen v samostatném paměťovém registru v předsunutém procesoru 62, takže například všechny hodnoty I_0 jsou uloženy v prvním registru, všechny hodnoty I_1 jsou uloženy v druhém registru a všechny hodnoty I_3 jsou uloženy ve třetím registru. V průběhu celého zpracovatelského postupu není třeba uchovávat všechny hodnoty I_1 až I_8 , ale některé hodnoty lze v jednotlivých zpracovatelských periodách vyřadit. Například po vypočtení hodnot I_4 lze hodnoty I_3 vyřadit stejně tak jako lze vyřadit po stanovení hodnot I_6 hodnoty I_5 .

Kromě toho není nutné vypočítávat hodnoty I_2 až I_8 pro všechny pixely uvedeného seskupení 46. Pro libovolnou oční čočku daného typu se prstenec čočky objeví v relativně dobře definované oblasti nebo ploše uvedeného pixelového seskupení 46, a je nutné stanovit pouze hodnoty I_2 až I_8 u pixelů, které leží v této oblasti. Nicméně z čistě praktického hlediska může být snadnější vypočítat uvedené hodnoty pro všechny pixely uvedeného seskupení 46, vzhledem k tomu, že prve uvedený způsob by vyžadoval zavedení dalšího zpracovatelského kroku pro identifikaci těch pixelů, které se nacházejí v dané oblasti zájmu.

Po ukončení programu, určujícího hrany, je spuštěn

maskovací program, který má sestavit soubor hodnot I osvětlení pixelů, který neobsahuje pixely, jejichž osvětlení je způsobeno znaky hrany kontrolní misky, která je používána k přidržování uvedené čočky. Uvedená oční čočka je osvětlena zábleskem osvětlovacího tělesa 30, přičemž k přenosu světla dochází i skrze uvedenou kontrolní miskou přidržující uvedenou čočku. Hrana misky může odchylovat část tohoto světla do té míry, že projde mimo uvedenou krytku 40 a dopadne na pixelové seskupení 46, kde vytvoří obraz nebo částečný obraz 260 hrany misky (viz obrázek 19a). Obraz této hrany se netýká kontrolované čočky samotné a všechna data související s obrazem hrany misky jsou nepotřebná a nežádoucí pro vyhodnocení dat souvisejících s obrazem samotné čočky. Za účelem eliminace obrazu hrany misky z pixelového seskupení 46, přesněji za účelem vytvoření souboru hodnot osvětlení pixelů, který je prostý pixelových dat souvisejících s výše zmíněným obrazem 260 hrany misky, je použit maskovací program.

Obrázek 20 znázorňuje vývojový diagram výhodného maskovacího programu R_3 . První krok 262 tohoto programu má určit zdali byly v kroku 216 nebo 226 decentračního testu zjištěny na vnější hraně prstence 162 alespoň tři pixely nebo zdali bylo v jednom z těchto kroků zjištěno, že uvedená oční čočka je špatně decentrovaná. V případě zjištění, že čočka je špatně decentrovaná, se maskovací program R_3 sám ukončí v kroku 262.

Pokud program R_3 nebude v kroku 262 ukončen, přejde do kroku 264, jenž má stanovit souřadnice středu kruhu, který byl slícován s vnější hranou 150a prstence 150 v průběhu decentračního testu. Tyto souřadnice byly v průběhu decentračního testu uloženy do paměti a to buď do paměti procesoru 64 nebo do diskové paměti 70, a mohou být proto snadno získány pouhým vyvoláním z paměti. Potom co jsou tyto středové souřadnice získány, použije se v kroku 266

maskovací podprogram. S přihlédnutím k doprovodnému obrázku 19b tento podprogram ve skutečnosti překryje pixelové seskupení 46 kotoučovou maskou 270 se středem majícím výše zmíněné středové souřadnice a průměrem o trochu větším než je průměr kruhu slícovaného s vnější hranou prstence 150. Maskovací podprogram potom přiřadí každému pixelu hodnotu I_9 v závislosti na tom, zde uvedený pixel leží uvnitř nebo vně uvedené masky 270. Takže přesněji každému pixelu, který se nachází vně uvedené masky 270, přidělí maskovací podprogram hodnotu I_9 rovnou nule a každému pixelu, který leží uvnitř masky 270, přidělí uvedený maskovací podprogram hodnotu I_9 rovnou hodnotě I_8 příslušného pixelu.

Přesněji v kroku 266 jsou do maskovacího podprogramu přeneseny souřadnice (x_0, y_0) výše zmíněného středového bodu a hodnota poloměru r_1 , která je zvolena tak, aby byla o trochu větší než hodnota poloměru kruhu slícovaného s vnější hranou prstence 150. Načež tento podprogram vytvoří soubor f_2 adres všech pixelů seskupení 46, které leží v rozmezí, které je dáno vzdáleností r_1 od středového bodu (x_0, y_0) . Potom je v kroku 272 prověřeno zda jsou adresy jednotlivých pixelů seskupení 46 obsaženy v tomto souboru. Pokud je již adresa pixelu v uvedeném souboru, potom je v kroku 274 uvedenému pixelu přiřazena hodnota I_9 rovná hodnotě I_8 tohoto pixelu. Avšak, pokud adresa pixelu není v uvedeném souboru, potom je v kroku 276 uvedenému pixelu přiřazena nulová hodnota I_9 .

V kroku 266 programu R_3 lze použít libovolný vhodný maskovací podprogram, vzhledem k tomu, že v dnešní době je již vhodných podprogramů známa celá řada.

Obrázek 19c znázorňuje osvětlené seskupení 46 pixelů, přičemž hodnota intenzity jednotlivých pixelů je rovna hodnotě I_9 .

Po ukončení maskovacího postupu znázorněného na

obrázku 20 iniciuje procesor 64 další postup, označený jako algoritmus pružného pásu. Tento algoritmus obecně používá analýzu a zpracování data-hodnot pixelů nebo datahodnot souvisejících s pixely na hraně prstence 150a a v jejím bezprostředním sousedství, přičemž obrázky 21a a 21b znázorňují vývojový diagram, který obecně načrtává algoritmus pružného pásu. S přihlédnutím k těmto obrázkům, jsou v prvním kroku 280 tohoto algoritmu stanoveny středové souřadnice a průměr kruhu slícovaného s vnější hranou 150a uvedené čočky v decentračním testu. Jak již bylo uvedeno, tyto hodnoty byly zjištěny a uloženy do paměti v průběhu decentračního testu a nyní mohou být v uvedené paměti vyhledány.

Cílem dalšího kroku 282 algoritmu pružného pásu je lokalizovat pixel na vnější hraně 150a prstence 150, přičemž průzkum je prováděn z levé hrany pixelového seskupení 46 směrem dovnitř. Tento průzkum bude ukončen až po nalezení osvětleného pixelu. Je možné, že první osvětlený pixel zjištěný v průběhu uvedeného průzkumu nebude ve skutečnosti ležet na hraně obrazu uvedené čočky, ale někde před ní (myšleno po směru vedení průzkumu), přičemž osvětlení takového pixelu bude výsledkem působení šumu pozadí. Proto je výhodně v kroku 282 provedeno více snímání nebo průzkumů, jejichž cílem je objevit množinu osvětlených pixelů. Polohy těchto pixelů jsou dále analyzovány a navzájem porovnávány, čímž je přesněji stanovena poloha jednotlivých pixelů, je přesněji stanoveno, že objevený pixel skutečně leží na hraně obrazu čočky.

Po zjištění prvního osvětleného pixelu na hraně obrazu čočky, přejde algoritmus pružného pásu ke kroku 284, a v tomto kroku začne uvedený algoritmus v podstatě obkružovat hranu obrazu čočky, přičemž začne u prvního osvětleného pixelu a eventuálně se do tohoto prvního pixelu vrátí. V průběhu prvního obkroužení algoritmus zaznamená do souboru

f_3 adresy většiny pixelů nebo všech pixelů na vnější hraně obrazu čočky, přičemž identifikuje větší mezery v této hraně, délku těchto mezer a větší neobvyklé části na této hraně. V následujícím kroku 286 algoritmus zaznamená do souboru f_4 adresy těch pixelů, které jsou koncovými body zvolených přímk, podrobněji popsanych v následující části popisu, které jsou zakresleny tak, že přetínají všechny větší mezery v hraně čočky a spojují jednu i druhou stranu velkých vyklenutých částí s touto hranou.

Po ukončení prvního obkroužení okolo obrazu čočky, algoritmus pružného pásu určí v kroku 290 zda je některá ze zjištěných mezer natolik veliká, aby muselo následovat vyřazení uvedené čočky. Pokud je taková mezera zjištěna, je čočka vyřazena a v kroku 292 vytiskne tiskárna zprávu, v níž uvádí, že čočka má špatnou hranu.

Pokud čočka projde tímto testem, přejde algoritmus pružného pásu k dalšímu kroku 290, v němž podruhé obkrouží hranu obrazu čočky. Při tomto druhém obkroužení v kroku 294 (obr.21b) algoritmus identifikuje povrchové znaky, jakými jsou například menší mezerky a menší neobvyklé části, vybíhající radiálně z vnější hrany uvedené čočky buď směrem dovnitř nebo směrem ven, a algoritmus testuje všechny tyto detekované znaky za účelem stanovit, zda by na základě těchto detekovaných znaků měla být uvedená čočka vyřazena. Toto se obvykle provádí pomocí výpočtu, přičemž pro všechny zvolené pixely je vypočten skalární součin dvou vektorů, označených jako radiální vektor a hranový vektor, procházejících příslušným pixelem. Radiální vektor procházející pixelem je ten vektor, který prochází také skrze středový bod kruhu slícovaného s vnější hranou 150a prstence 150. Hranový vektor procházející pixelem je vektor, který prochází uvedeným pixelem a daným počtem pixelů na vnější hraně prstence 150, ležících za uvedeným pixelem, proti směru hodinových ručiček.

Pro libovolný pixel na pravidelné kruhové části

hrany čočky, jež nezahrnuje žádný defekt, ani mezeru ani vyklenutou část, bude skalární součin dvou výše specifikovaných vektorů v podstatě nulový, vzhledem k tomu, že radiální vektor a hranový vektor jsou vzájemně v podstatě kolmé. Nicméně pro většinu pixelů, nebo pro všechny pixely na hraně mezery nebo vyklenuté části hrany čočky bude skalární součin hranového vektoru a radiálního vektoru, jež procházejí uvedeným pixelem nenulový vzhledem k tomu, že tyto dva vektory nejsou navzájem kolmé. Pokud je některý vypočtený skalární součin větší než daná hodnota, potom je čočka považovaná za nevhodnou pro použití spotřebitelem a může být vyřazena.

Pokud čočka projde testy aplikovanými v průběhu druhého obkroužení okolo hrany čočky, potom algoritmus pružného pásu provede třetí obkroužení hrany obrazu čočky znázorněné krokem 296 na obrázku 21B. Toto třetí obkroužení nezahrnuje žádný test, který by měl stanovit, zda má být uvedená čočka vyřazena či nikoliv, ale namísto toho zavádí zpracování a přípravu dat pro následné testy. Přesněji, toto třetí obkroužení je provedeno tak, aby poskytlo soubor data-hodnot, který nebude obsahovat data související s jakýmkoliv defekty čočky, jež se nacházejí uvnitř vnější hrany 150a prstence 150. Tento soubor data-hodnot je následně odečten od souboru data-hodnot obsahujícího data související s uvedenými defekty, čímž poskytne soubor data-hodnot mající pouze data související s uvedenými kazy.

Obvykle při třetím obkroužení hrany čočky stanoví algoritmus pružného pásu střední radiální tloušťku vnější hrany 150a prstence 150, načež uvedený algoritmus přiřadí všem pixelům, které jsou právě uvnitř vnější hrany prstence. Pokud má vnější hrana prstence například střední tloušťku šest pixelů, potom algoritmus pružného pásu může přidělit nulovou hodnotu I_9 všem pixelům, které leží mezi 7 a 27 pixelem, počítáno radiálně směrem dovnitř z vnější hrany

uvedeného prstence.

Obrázky 22 až 32 znázorňují algoritmus pružného pásu mnohem podrobněji. Přesněji, obrázek 22 znázorňuje vhodný podprogram S_1 pro určení polohy prvního pixelu $P(x, y)$, na vnější hraně 150a prstence 150. V kroku 300 je (x_0, y_0) přiděleno souřadnicím středu kruhu, který byl slícován s vnější hranou prstence v průběhu decentračního testu a v kroku 302 je r_0 přiřazen poloměru vnějšího slícovaného kruhu. Potom, jak ukazuje krok 304, je vytvořena množina horizontálních scanů protínajících pixelové seskupení 46, mající počátek ve středu nebo téměř ve středu levé hrany uvedeného seskupení. Přesněji procesor 64 studuje data-hodnoty I_9 v adresách uložených v paměti předřazeného procesoru, jež odpovídají adresám pixelů ve zvolených horizontálních úsečkách na seskupení pixelů. Při snímání každého scanu kontroluje procesor 64 hodnotu I_9 každého pixelu v dané horizontální rovině pixelů a identifikuje první pixel v této rovině, jehož hodnota I_9 je vyšší než daná hodnota, přičemž je výhodně vytvořena množina takových scanů, která umožňuje získat množinu identifikovaných pixelů.

Obvykle budou všechny tyto identifikované pixely ležet na vnější hraně 150a prstence 150. Ačkoliv je možné, že pixel ležící kdekoli na levo od uvedené hrany na seskupení 46 bude mít vysokou hodnotu I_9 , což může být způsobeno šumem pozadí nebo vychýlením světla dopadajícího na pixel v průběhu kontrolního postupu čočky, a tento pixel může být identifikován jako osvětlený pixel ve výše zmíněném scanu. Aby nebyly tyto pixely identifikovány jako hranové pixely, je zaveden podprogram S_1 , který v kroku 306 identifikuje a odloží adresy všech těchto pixelů. Přesněji uvedený podprogram nejprve určí vzdálenost mezi jednotlivými pixely identifikovanými ve scanech a středem (x_0, y_0) vnějšího kruhu slícovaného s vnější hranou obrazu čočky v průběhu decentračního testu a za druhé porovná jednotlivé determinované

vzdálenosti s r_0 , která je shodná s průměrem uvedeného slícovaného vnějšího kruhu. Pokud je vzdálenost mezi jednotlivým pixelem a středem uvedeného slícovaného kruhu větší než r_0 o víc než o danou vzdálenost d_3 , potom je tento pixel považován za pixel, který leží na uvedené hraně 150a prstence 150 nebo s ní bezprostředně sousedí, a adresa tohoto pixelu je odložena. Potom, co jsou adresy všech pixelů zjištěných v průběhu scanu zkontrolovány a je zjištěno zda leží na hraně čočky nebo s ní bezprostředně sousedí, může být v kroku 310 zvolena jakákoliv adresa zbývajících pixelů za adresu počátečního pixelu $P(x, y)$ a následně může být zahájeno první obkroužení hrany obrazu čočky.

Obrázek .23 znázorňuje ve větším detailu způsob, jakým je první obkroužení provedeno a zejména program R_4 k provádění tohoto obkroužení. Průzkum na velké mezery v hraně prstence nebo na vyklenuté části na této hraně, reprezentován kroky 314 a 320, prováděný algoritmem začíná v kroku 312 v pixelu $P(x, y)$ a pokračuje po směru hodinových ručiček podél vnější hrany uvedeného prstence 150. K provedení průzkumu podél uvedené hrany lze použít jakýkoliv vhodný podprogram nebo postup. Po zahájení v pixelu $P(x, y)$ může procesor prověřit tři nebo pět nejbližších pixelů v řadě nad nebo pod daným pixelem nebo ve sloupci na pravo nebo na levo od daného pixelu, v závislosti na kvadrantu nebo sektoru displeje 46, v němž se daný pixel nachází, za účelem identifikace dalšího pixelu na uvedené hraně čočky. K identifikaci dalšího následujícího pixelu na hraně čočky, může procesor použít stejný postup.

Dále může procesor pro jednotlivé pixely, které byly zjištěny na hraně čočky, určit vzdálenost r mezi tímto pixelem a středovým bodem (x_0, y_0) kruhu slícovaného s vnější hranou uvedené čočky. Procesor může rozhodnout, že byla objevena velká mezera v případě, že pro každý pixel z daného počtu po sobě jdoucích pixelů na hraně čočky platí,

že r je menší než r_0 o více než dané množství d_g ($r_0 - r > d_g$). Na druhé straně může procesor dojít k názoru, že byla objevena velká vyklenutá část a to v případě, že mají všechny pixely z dané množiny po sobě jdoucích pixelů na hraně čocky r větší než r_0 o více než dané množství d_{ep} ($r - r_0 > d_{ep}$).

V případě, že je objevena mezera nebo vyklenutí, jsou v krocích 316 resp. 322 použity podprogramy S_2 resp. S_3 , které budou dále popsány detailněji. Pokud však není objevena ani mezera ani vyklenutá část, potom přejde program R_4 ke kroku 324.

V kroku 324 program R_4 zkoumá a určuje zda je první obkroužení hrany prstence 150 ukončeno, přičemž k tomuto kroku lze použít jakýkoliv vhodný postup nebo podprogram. Například, jak již bylo uvedeno v předcházející části, při obkroužení obrazu čocky podél hrany čocky je vypracován soubor f_3 obsahující adresy pixelů, které byly na hraně objeveny. V kroku 324 může být tento soubor prověřen za účelem zjištění skutečnosti, zda adresa posledního pixelu zjištěného na hraně (zjišťováno po směru obkroužení) je již zaznamenána v uvedeném souboru f_3 . Pokud je adresa tohoto pixelu již na seznamu, potom je první obkroužení podél hrany obrazu čocky považováno za ukončené, avšak v případě, že adresa tohoto posledního pixelu není v seznamu ještě uvedena, potom není ukončeno ani obkroužení obrazu uvedené čocky. Pokud je první obkroužení ukončené, potom přejde algoritmus pružného pásu do programu R_3 , ale pokud není první obkroužení čocky ještě ukončeno posune se uvedený algoritmus ke kroku 326 a adresa tohoto posledního pixelu na hraně je přidána do souboru f_3 . Potom je v kroku 330 objeven další pixel na hraně čocky a $P(x, y)$ je porovnán s adresou tohoto následujícího pixelu a program R_4 potom přejde ke kroku 312.

Obrázek 24 nastiňuje podprogram S_2 , který se použije

vždy při objevení mezery na vnější hraně prstence 150. První krok 322 tohoto podprogramu má identifikovat a zaznamenat do souboru f_4 adresy pixelů na začátku a na konci mezery a vzdálenosti mezi těmito dvěma konci pixelů. Tyto dva pixely jsou na obrázku 25A označeny jako P_1 resp. P_2 . Potom, co je objevena mezera, tedy pokud má daný počet po sobě jdoucích pixelů r menší než r_0 o více než d_g , může být poslední pixel na hraně čočky před daným počtem po sobě jdoucích pixelů považováno za pixel na začátku mezery.

Po objevení mezery, může být díky průzkumu vedenému přes uvedenou mezeru a to podél pixelů ležících na kruhu, který byl slícován s vnější hranou uvedené čočky v průběhu decentračního testu, a díky průzkumu prováděnému radiálně směrem dovnitř a ven pro daný počet pixelů z uvedené části slícovaného kruhu a který je ukončen po objevení hrany čočky, tedy osvětlených pixelů, přesněji pixelů majících vysokou hodnotu I_g , zjištěn konec této mezery. Po objevení hrany čočky, tedy potom co byla objevena série po sobě jdoucích pixelů, které všechny leží v určité vzdálenosti od slícovaného kruhu, přesněji, jestliže pro všechny pixely této uvedené série platí, že $r_0 - r$ je menší než d_g , lze uvedenou mezeru považovat za ukončenou. Poslední pixel na hraně čočky před uvedenou sérií po sobě jdoucích pixelů lze považovat za pixel na konci uvedené mezery.

V kroku 340 podprogramu S_2 je pixelům ležícím na přímce mezi pixely P_1 a P_2 , úsečce označené na obrázku 25b jako L_1 , přiřazena hodnota I_g , která je rovna intenzitě maximálního osvětlení, načež se podprogram S_2 vrací k programu R_4 .

Obrázek 26 znázorňuje vývojový diagram podprogramu S_3 , který je použit v kroku 322 podprogramu R_4 v případě, že je na hraně prstence 150 objevena vyklenutá část 350. Prvních několik kroků programu S_3 má ve skutečnosti načrt-

nout různá přemostění spojující hranu čočky a vyklenutou částí. Přesněji, v kroku 352 podprogram identifikuje pixely P_3 a P_4 , znázorněné na obrázku 25b, na hraně prstence 150 na začátku a na konci vyklenuté části 350 a následně je v kroku 354 jednotlivým pixelům na úsečce L_2 , spojující pixely P_3 a P_4 (viz. obrázek 25c) přiřazena hodnota I_9 rovná $T_{\max}$. Dále v kroku 356 podprogram identifikuje adresu pixelu P_5 , který leží na hraně prstence 150 daný počet pixelů za, neboli protisměru hodinových ručiček, počátkem uvedené vyklenuté části 350, a v kroku 360 identifikuje pixel P_6 ležící na hraně vyklenuté části, jenž je zjištěn v dané vzdálenosti d_4 od pixelu P_5 . Dále v kroku 362 a s přihlédnutím k obrázku 25d je jednotlivým pixelům na úsečce L_3 mezi pixely P_5 a P_6 přiřazena hodnota I_9 rovná $T_{\max}$.

Dále v kroku 364 podprogram identifikuje adresu dalšího pixelu P_7 , který leží na hraně prstence 150 daný počet pixelů před, neboli po směru hodinových ručiček, koncem vyklenuté části, načež v kroku 366 podprogram identifikuje pixel P_8 na hraně vyklenuté části, jež se nachází v dané vzdálenosti d_5 od pixelu P_7 . V kroku 370 je všem pixelům na úsečce L_4 (viz. obrázek 25e) mezi pixely P_7 a P_8 přidělena hodnota I_9 rovná $T_{\max}$. Potom, co jsou zakreslena příslušná přemostění, vrací se podprogram do programu R_4 .

Potom, co je ukončeno první obkroužení obrazu čočky podél jeho vnější hrany, je použit podprogram R_5 . Tento program, který je znázorněn na obrázku 27, má stanovit, zda jakákoliv mezera, která mohla být v průběhu prvního obkroužení obrazu hrany čočky objevena, je natolik široká, aby činila uvedenou čočku nevhodnou pro použití spotřebitelem. První krok 376 v programu R_5 má stanovit, zda byla v průběhu prvního obkroužení obrazu čočky skutečně objevena nějaká mezera. Pokud není zjištěna žádná mezera, program

R_3 se sám ukončí a algoritmus pružného pásu postoupí do programu R_6 . Avšak pokud byla v průběhu prvního obkroužení hrany čočky zjištěna jakákoliv mezera, přejde program R_5 ke kroku 380. V tomto kroku jsou šířky jednotlivých mezer postupně srovnávány s danou hodnotou d_6 a v případě, že je některá šířka mezery větší než uvedená hodnota d_5 , potom lze uvedenou čočku považovat za nevhodnou pro použití spotřebitelem a uvedená čočka je v kroku 382 vyřazena. Pokud není žádná šířka mezery větší než d_5 , je program R_5 ukončen a algoritmus pružného pásu přejde do programu R_6 , v němž dochází k druhému obkroužení obrazu hrany uvedené čočky.

Program R_6 znázorněný na obrázku 28, jak již bylo uvedeno zjišťuje zejména mělké mezery v hraně čočky a malé vyklenuté části na hraně čočky, které nebyly identifikovány v programu R_4 , v němž bylo provedeno první obkroužení obrazu hrany čočky, jako mezery a vyklenuté části. Přesněji v kroku 384 je pixelu $P(x, y)$ přiřazena adresa shodná s adresou prvního pixelu ze souboru f_3 . Potom v krocích 386, 390 a 392 následuje stanovení dvou vektorů V_1 a V_2 , označené jako hranový resp. radiální vektor, a je spočítán skalární součin těchto dvou vektorů. Přesněji prvním vektorem V_1 je vektor procházející pixelem $P(x, y)$, druhým pixelem na hraně čočky a daným počtem pixelů za, neboli proti směru hodinových ručiček, pixelem $P(x, y)$, podél hrany uvedené čočky, a druhým vektorem V_2 je radiální vektor prstence 150, jenž prochází pixelem $P(x, y)$. Sklon těchto dvou vektorů a jejich skalární součin lze snadno určit z adres pixelů, kterými prochází uvedené vektory.

S přihlédnutím na obrázek 29, v případě, že pixel $P(x, y)$ leží na pravidelné kruhové části hrany čočky, je vektor V_1 procházející tímto pixelem v podstatě tangentou k hraně čočky, jak v kroku 394 ukazuje obrázek 29. Tento vektor V_1 je také v podstatě kolmý k radiálnímu vektoru

V_2 procházejícímu tímto pixelem a skalární součin těchto dvou vektorů V_1 a V_2 je v podstatě nulový. Avšak v případě, že pixel $P(x, y)$ leží na nepravidelné části hrany čocky, například na hraně mezery nebo vyklenuté části čocky, označených na obrázku 29 jako 396 resp. 340, nejsou hranový vektor V_1 a radiální vektor V_2 procházející pixelem $P(x, y)$ obvykle kolmé a skalární součin těchto dvou vektorů není tedy obvykle nulový.

Skalární součin těchto dvou vektorů V_1 a V_2 je v kroku 402 porovnáván s danou hodnotou d_7 . Hodnota skalárního součinu shodná s danou hodnotou d_7 nebo větší než tato hodnota, je známkou toho, že v oblasti pixelu $P(x, y)$ je přítomna znatelná mezera nebo vyklenutá část, a takovou čocku lze potom považovat za nepřijatelnou pro použití spotřebitelem a je v kroku 404 vyřazena a celý program R_6 je ukončen. Pokud je vypočtený skalární součin menší než d_7 , je to známkou toho, že na hraně čocky nedošlo v rámci přijatelných limit k jakémukoliv odchýlení od přesného kruhu, a program R_6 se přesune ke kroku 406. V tomto kroku má program stanovit zda je již ukončeno druhé obkroužení okolo obrazu hrany čocky. Přesněji se to provádí tak, že se zjišťuje, zdali je pixel $P(x, y)$ posledním pixelem souboru f_3 . Pokud ano, potom je druhé obkroužení ukončeno a algoritmus pružného pásu se přesune k programu R_7 . Avšak pokud krok 406 určí, že druhé obkroužení kolem obrazu hrany čocky ještě není ukončeno, potom je v kroku 408 pixelu $P(x, y)$ přiřazena adresa shodná s adresou dalšího pixelu uloženou v souboru f_3 , načtež se program vrátí ke kroku 386. Kroky 386 až 408 se opakují do okamžiku, kdy je uvedená čocka buď vyřazena nebo kdy jsou pro jednotlivé pixely souboru f_3 vypočteny skalární součiny z příslušných vektorů V_1 a V_2 a zjištěno, zda jsou menší než d_7 , v tomto okamžiku přejde algoritmus pružného pásu do programu R_7 , který provede třetí obkroužení okolo hrany čocky.

. Výhodně není výše zmíněný skalární součin vypočten

pro všechny pixely na hraně čočky, přesněji tento součin není vypočten pro pixely, které jsou na hranách mezer nebo vyklenutých částí zjištěných v průběhu prvního obkroužení hrany čočky. Není nezbytné, aby byl tento skalární součin vypočten pro pixely těchto mezer a vyklenutých částí, protože je již známo, že tyto pixely leží buď na mezeře nebo na vyklenuté části. Tím, že se nestanoví vektory V_1 , V_2 a skalární součiny těchto dvou vektorů uvedených pixelů, se ušetří značné množství zpracovatelského času.

Po ukončení programu R_6 přejde algoritmus pružného pásu k programu R_7 , který provede třetí obkroužení okolo hrany čočky. Jak již bylo uvedeno, účelem tohoto třetího obkroužení je ve skutečnosti vytvoření nového souboru data-hodnot I_{10} , který neobsahuje žádná data související s jakýmkoliv defektem neboli kazem uvedené čočky, jenž je právě na vnější hraně uvedené čočky. Program R_7 , který je na obrázku 30 znázorněn ve větším detailu, se obecně skládá ze tří částí. V první části je pixelům přiřazena hodnota I_{10} , která je shodná s hodnotou I_9 pro daný pixel, v druhé části se vypočítá průměrná hodnota tloušťky hrany N pro vnější hranu 164 prstence 162 a v třetí části se pixelům, které leží v rozmezí daném vypočtenou průměrnou tloušťkou hrany přiřadí nulová hodnota I_{10} .

Podrobněji, v kroku 410 programu R_7 je všem pixelům přiřazena hodnota I_{10} , která je shodná s hodnotou I_9 jednotlivých pixelů. Dále s přihlédnutím na obrázky 30 a 31 je v kroku 412 na vnějším okraji 150a prstence 150 zvolen daný počet pixelů, znázorněných na obrázku 31 jako 414a-e.

Načež v kroku 416 program R_7 sečte počet osvětlených pixelů na každém z poloměrů obrazu čočky, označených na obrázku 31 jako 420a-e, jež procházejí uvedenými pixely 414a-e. Program může například při počítání považovat pixel na okraji vnější hrany prstence za první pixel a k němu potom přičítat všechny osvětlené pixely, které objeví na uvedeném

poloměru při průzkumu směřujícím radiálně směrem dovnitř od již zmíněného prvního pixelu. V kroku 422 je vypočten průměrný počet osvětlených pixelů na poloměr, což může být provedeno například prostým vydělením celkového počtu spočítaných osvětlených pixelů počtem provedených radiálních scanů. Obvykle tuto průměrnou hodnotu netvoří celé číslo, a výhodně je tedy tato průměrná hodnota zaokrouhlována směrem nahoru na nejbližší celé číslo.

V další části programu R_7 je provedeno třetí obkroužení vnější hrany 150a prstence 150. Aby mohlo být toto obkroužení zahájeno, je, v kroku 424, na této hraně zvolen libovolný pixel za počáteční pixel $P(x, y)$. Načež je v krocích 426 a 430 zvoleným pixelům, ležícím za průměrnou tloušťkou hrany v radiálním směru a to ve směru dovnitř, přiřazena nulová hodnota I_{10} . S přihlédnutím k doprovodnému obrázku 32 lze říci, že tyto kroky přiřazují ve skutečnosti nulovou hodnotu I_{10} pixelům, které se nacházejí ve vyšrafované ploše 432.

V kroku 434 programu R_7 je provedena kontrola, která má stanovit zda je již ukončeno třetí obkroužení obrazu hrany čočky, přičemž k provedení této kontroly lze použít jakýkoliv vhodný podprogram. Například v případě, že pixelem, který byl zvolen jako počáteční pixel pro třetí obkroužení hrany čočky, je počáteční pixel souboru f_3 , lze obkroužení považovat za ukončené tehdy, je-li krok 426 a krok 430 proveden i u spodního pixelu souboru f_3 . Nebo lze použít oddělený zápis adres pixelů použitých v krocích 426 a 430 programu R_7 a vždy po doplnění seznamu o adresu nového pixelu má být provedena kontrola, zda je tento nově zapsaný pixel již na seznamu nebo nikoliv. Pokud je adresa tohoto nově vloženého pixelu již na seznamu, lze považovat třetí obkroužení kolem hrany čočky za ukončené.

V případě, že je v kroku 434 zjištěno, že třetí

obkroužení okolo hrany čočky není ještě dokončeno, je pixelu $P(x, y)$ přiřazena adresa shodná s adresou dalšího pixelu, myšleno po směru hodinových ručiček, na vnější hraně 150a prstence 150. Tato adresa může být například vyjmuta ze souboru f_3 , a v kroku 436 může být pixelu $P(x, y)$ prostě přiřazena adresa shodná s adresou uloženou v tomto souboru, která přísluší následnému pixelu. Potom se program R_7 vrací ke kroku 426 a kroky 426, 430 a 434 se opakují pro adresu nového pixelu $P(x, y)$.

Po ukončení tohoto třetího obkroužení kolem obrazu hrany čočky, vystoupí procesor 64 z programu R_7 a uvedený algoritmus pružného pásu je ukončen.

Po ukončení algoritmu pružného pásu, je provedeno množství dalších operací, jejichž předmětem je obecně zvýraznit všechny nepravidelnosti v uvedené čočce, u níž je prováděna kontrola, čímž následně usnadňují identifikaci těchto nepravidelností.

První z těchto postupů, označený jako vyplnění, má sestavit další soubor data-hodnot I_{11} pro pixely seskupení 46. Tento postup může být použit k identifikaci pixelů v jednotlivých nepravidelnostech v, na nebo vedle vnější hrany prstence 150. Přesněji, s přihlédnutím k obrázku 33, jsou tyto data-hodnoty použity k identifikaci pixelů v (i) jednotlivých mezerách 436 v hraně čočky, (ii) v jednotlivých nepravidelnostech 440 uvnitř hrany čočky, v (iii) jednotlivých vyklenutých částech 442 na hraně čočky a (iv) pixely ležící mezi jednotlivými vyklenutými částmi a přilehlými úsečkami L_3 a L_4 vytvořenými v krocích 362 a 370 podprogramu S_3 .

Tento vyplňovací postup je tvořen počtem specifických operací označených jako MAX, PMAX, MIN a PMIN, které využívají zpracování souboru základních data-hodnot

souvisejících s uvedenými pixely. V MAX-operaci je danému pixelu přiřazena nová hodnota, která je rovna maximální základní data-hodnotě osmi pixelů bezprostředně sousedících s daným pixelem, a v PMAX-operaci je danému pixelu přiřazena nová data-hodnota shodná s maximální základní data-hodnotou čtyř pixelů, které s daným pixelem bezprostředně sousedí zleva, zprava, zezhora a zezdola. V MIN-operaci je danému pixelu přiřazena další nová data-hodnota shodná s minimální základní data-hodnotou osmi pixelů, které bezprostředně sousedí s daným pixelem, a v operaci PMIN je tomuto pixelu přiřazena ještě další nová hodnota shodná s minimální hodnotou čtyř pixelů, které s daným pixelem bezprostředně sousedí zleva, zprava, zhora a zezdola.

Obrázky 34a až 34e znázorňují operace MAX, PMAX, MIN a PMIN. Přesněji obrázek 34a ukazuje 7 x 7 pole čísel a každé číslo reprezentuje data-hodnotu sdruženého pixelu, přičemž poloha čísla v uvedeném poli odpovídá adrese sdruženého pixelu. Takže například data-hodnota pro pixel v adrese (1,1) je 7, data-hodnota pro pixel v adrese (4,1) je 0 a data-hodnoty pro pixely v adresách (4,2), (4,7) a (5,2) jsou 7, 0 resp. 0.

Obrázek 34b znázorňuje hodnoty potom, co v celém poli čísel znázorněném na obrázku 34a proběhla MAX-operace. Takže například data-hodnota (2,6) na obrázku 34b je rovna 7 vzhledem k tomu, že jeden z osmi pixelů sousedících s daným pixelem na obrázku 34a má hodnotu 7. Podobně hodnota v adrese (6,2) na obrázku 34b je 7, protože v data-souboru obrázku 34a má jeden z osmi pixelů sousedících s daným pixelem hodnotu 7. Obrázek 34c znázorňuje hodnoty, které získalo pole čísel znázorněné na obrázku 34a potom, co na celém tomto poli proběhla PMAX-operace. Například hodnoty adres (6,3) a (6,4) na obrázku 34c jsou rovny 7, vzhledem k tomu, že adresy obou těchto pixelů bezprostředně sousedí s pixelem majícím hodnotu 7.

Obrázky 34d a 34e znázorňují hodnoty, které pole čísel znázorněné na obrázku 34a získalo potom, co na celém tomto poli byla provedena MIN-operace resp. PMIN-operace. Například hodnota adresy (4,3) na obrázku 34d je nula vzhledem k tomu, že jeden z osmi pixelů sousedících s adresou (4,3) na obrázku 34a má nulovou hodnotu, přičemž hodnota v adrese (4,2) na obrázku 34e je nulová, protože pixel sousedící s touto adresou zprava má nulovou hodnotu.

Obrázek 35 znázorňuje výhodný vyplňovací postup R_8 . S přihlédnutím k uvedenému obrázku, postup používá 14 samostatných operací prováděných na data-hodnotách pro pixelové seskupení 46, přičemž každá z těchto operací je prováděna samostatně a to vždy na celém seskupení 46 pixelů. Operace po sobě jdou v následujícím pořadí: MAX, PMAX, PMAX, MAX, MAX, PMAX, PMAX, MIN, PMIN, PMIN, MIN, MIN, PMIN a PMIN. Výchozími hodnotami pro tyto operace jsou hodnoty I_9 pro uvedené pixely a výsledné data-hodnoty po ukončení všech 14 operací jsou označeny jako hodnoty I_{11} .

Výsledkem těchto operací je ve skutečnosti vyplnění mezer 436, vyklenutých částí 442 a nepravidelností 440 v, na nebo vedle vnější hrany prstence 150. Přesněji obrázky 33 a 36 ukazují stejnou část prstence 150, přičemž první obrázek znázorňuje pixely jejichž hodnoty osvětlení jsou I_9 a druhý obrázek znázorňuje pixely, jejichž hodnota osvětlení je I_{11} . Rozdíly mezi těmito dvěma obrázky ukazují účinky vyplňovacího postupu znázorněného na obrázku 35. Rozdíl mezi oběma obrázky spočívá zejména v tom, že hodnota I_{11} pixelů v mezerách 436, vyklenutých částech 442, v nepravidelnostech 440 a v oblastech mezi vyklenutými částmi a úsečkami L_3 a L_4 je rovna T_{MAX} , zatímco I_9 hodnota těchto pixelů je nulová.

Je zřejmé, že k vytvoření požadovaných hodnot I_{11}

pro výše zmíněné pixely lze použít jakýkoliv další známý postup.

Po ukončení vyplňovacího postupu R_8 použije procesor 64 druhý maskovací postup R_9 za účelem vytvoření souboru hodnot osvětlení pixelů I_{12} , který nezahrnuje účinky světla dopadajícího na část pixelového seskupení 46, jejíž poloměr a středový bod je určen kruhem slícovaným v průběhu decentračního testu s vnitřní hranou 150b prstence 150. Jak bude dále podrobněji popsáno, tento soubor hodnot I_{12} osvětlení pixelů následně napomáhá při identifikování defektů ve vnitřní části čočky, t.j. v oblasti ležící radiálně směrem dovnitř od vnitřní hrany prstence 150.

Maskovací postup použití v tomto stupni kontrolního postupu je velmi podobný maskovacímu programu R_3 znázorněnému na obrázcích 19a až 19c a 20. Základní rozdíl mezi těmito dvěma postupy spočívá v tom, že poloměr masky použité v postupu R_9 je nepatrně menší než poloměr kruhu slícovaného s vnitřní hranou prstence 150, zatímco poloměr masky použité v postupu R_3 je nepatrně větší než poloměr kruhu slícovaného s vnější hranou 150a prstence 150.

Obrázek 37 znázorňuje vývojový diagram výhodného maskovacího postupu R_9 . První krok 446 tohoto programu má určit, zdali byly v krocích 216 nebo 226 decentračního testu na vnitřní hraně prstence 150 objeveny alespoň tři pixely nebo zdali bylo zjištěno, že uvedená oční čočka je špatně decentrovaná. Pokud bylo zjištěno v jednom z dvou výše popsaných kroků decentračního testu, že uvedená čočka je špatně decentrovaná, potom se maskovací postup R_9 ukončí sám v kroku 450. Pokud program R_9 není v kroku 450 ukončen, přejde ke kroku 452, který má získat souřadnice středu kruhu, který byl slícován s vnitřní hranou 150b prstence 150 v průběhu decentračního testu. Tyto souřadnice byly stanoveny a následně uloženy v paměti procesoru v průběhu

decentračního testu, a tyto souřadnice mohou být získány jejich prostým vyhledáním v paměti procesoru. Potom co jsou uvedené středové souřadnice získány je v kroku 454 zaveden maskovací program. S přihlédnutím k obrázkům 38a až 38c, tento podprogram ve skutečnosti překryje pixelové seskupení 46 kruhovou maskou 456, jejíž střed má výše zmíněné středové souřadnice, a která má průměr nepatrně menší než kruh slícovaný s vnitřní hranou 150b prstence 150, načtež maskovací podprogram přiřadí jednotlivým pixelům hodnotu I_{12} . Přesněji Každému pixelu, který je vně této masky, maskovací podprogram přiřadí hodnotu I_{12} shodnou s hodnotou I_8 tohoto pixelu a každému pixelu uvnitř masky přiřadí maskovací podprogram nulovou hodnotu I_{12} .

Přesněji, v kroku 452 jsou souřadnice (x_i, y_i) výše zmíněného středového bodu a hodnota poloměru r_2 , která je zvolena tak, aby byla nepatrně menší než hodnota poloměru kruhu slícovaného s vnitřní hranou prstence 150, přeneseny do maskovacího podprogramu. Potom v kroku 454 tento podprogram vytvoří soubor f_5 adres všech pixelů seskupení 46, které se nacházejí ve vzdálenosti r_2 od uvedeného středového bodu (x_i, y_i) . Načež jsou v kroku 460 prověřeny adresy všech pixelů seskupení 46 a určí se, jsouli tyto adresy v uvedeném souboru f_5 . V případě, že adresa pixelu je v uvedeném souboru, je následně v kroku 462 tomuto pixelu přiřazena nulová hodnota I_{12} , avšak pokud adresa pixelu není na seznamu, potom je v kroku 464 pixelu přiřazena hodnota I_{12} shodná s hodnotou I_8 tohoto pixelu.

V kroku 454 programu R_9 může být použit jakýkoliv vhodný podprogram zvolený z celé řady známých specifických maskovacích programů.

Obrázek 38c znázorňuje osvětlené seskupení 46 pixelů, přičemž intenzita osvětlení jednotlivých pixelů je rovna

jejich hodnotě I_{12} .

Po ukončení tohoto druhého maskovacího postupu je zaveden další program R_{10} , zahrnující sérii operací, který má poskytnout soubor hodnot pixelového osvětlení, jenž jasně identifikuje pixely, které jsou v jednotlivých nepravidelnostech nebo defektech v kontrolované čočce. Přesněji, účelem těchto dalších operací je poskytnout soubor hodnot pixelového osvětlení, který neobsahuje žádný jev vytvořený na seskupení 46 šumem pozadí nebo jakýkoliv jev vytvořený na seskupení 46 normální neboli pravidelnou hranou 150a a 150b prstence 150. Tyto další operace jsou znázorněny ve vývojovém diagramu na obrázku 39.

V kroku 466 je pro jednotlivé pixely získána další hodnota I_{13} , přesněji, I_{13} hodnota pro každý pixel je získána odečtením hodnoty I_{12} pro uvedený pixel od hodnoty I_{10} pro tento pixel. Obrázky 40a, 40b a 40c znázorňují pixely v části prstence 162, které jsou osvětleny s intenzitou I_{10} , I_{12} resp. I_{13} , a je patrné, že praktickým účinkem kroku 466 je odečtení obrazu z obrázku 40b od obrazu z obrázku 40a vedoucí ke vzniku obrazu znázorněného na obrázku 40c.

Potom je v kroku 470 provedena operace označená jako vyčištění, která má ve skutečnosti eliminovat nežádoucí osvětlené pixely. Přesněji, výchozími hodnotami pro operace MAX, MIN, PMIN a PMAX, které jsou prováděny v uvedeném pořadí na celém pixelovém seskupení 46, jsou hodnoty I_{13} příslušných pixelů, přičemž tyto operace produkují další soubor pixelových hodnot označených jako hodnoty I_{14} . Obrázek 40d znázorňuje osvětlené pixely prstence, přičemž intenzita osvětlení je rovna jejich hodnotě I_{14} , a jak je zřejmé při srovnání obrázků 40c a 40d, cílem vyčištění je prostě eliminovat různé izolované pixely, které jsou z nějakého již uvedeného důvodu na obrázku 40c osvětlené.

Potom, co systém 10 již zpracoval data podle výše popsaných programů R_1 - R_{10} , je provedena analýza defektů nebo kazů, přičemž obrázky 41a a 41b znázorňují vývojový diagram výhodného defektového detekčního nebo analytického programu R_{11} . Tato analýza může být lépe pochopena s přihlédnutím k obrázku 42, který znázorňuje pixely části prstence 150 osvětlené s intenzitou, která je rovna jejich příslušným hodnotám I_{14} .

S přihlédnutím k obrázkům 41a, 41b a 42 je v první části této defektové analýzy, v krocích 472 a 474 obrázku 41a sestaven seznam adres pixelů na počátku a na konci jednotlivých horizontálních sérií po sobě jdoucích osvětlených pixelů označených jako zpracováváný úsek. Přesněji, procesor 64 ve skutečnosti snímá jednotlivé horizontální řady pixelů v seskupení 46, a v průběhu jednotlivých snímání, vždy, když se narazí na sérii osvětlených pixelů, je první a poslední pixel této série zaznamenán do souboru f_6 . V případě jednotlivých izolovaných osvětlených pixelů, t.j. pixelů, které zleva i zprava sousedí s neosvětlenými pixely, je adresa těchto osvětlených pixelů zaznamenána jak jako adresa prvního, tak jako adresa posledního pixelu ve zpracovávaném úseku tvořeném uvedeným osvětleným pixelem.

Přesněji, procesor ve skutečnosti nesnímá obraz na pixelovém seskupení, ale na místo toho kompiluje výše zmíněný adresový seznam přezkoumáním hodnot I_{14} uložených v paměti procesoru pro pixely seskupení 46.

Po uzavření souboru f_6 , program R_{11} zavede podprogram, který má v kroku 476 vytvořit samostatný soubor $f_{6a} \dots f_{6n}$ pro každou oblast nebo skupinu sdružených osvětlených pixelů, neboli přesněji, pro každou oblast nebo skupinu sdružených pixelů majících vysokou hodnotu I_{14} . K provedení tohoto seskupení lze použít jakýkoliv vhodný

seskupovací podprogram. Potom, co jsou tyto samostatné soubory $f_{6a} \dots f_{6n}$ seskupeny, následuje v kroku 480 setřídění souborů pro osvětlené oblasti, které jsou vzájemně blízké, jako ty znázorněné jako 482 a 484 na obrázku 42. To lze provést například prověřením a stanovením toho, zda jakýkoliv pixel z jedné osvětlené oblasti leží v rozmezí daného počtu pixelů, například dvou nebo tří, od jakéhokoliv pixelu z další osvětlené oblasti. Tyto blízké osvětlené oblasti lze ve skutečnosti považovat za jednu osvětlenou oblast.

Po ukončení kroku 480 jsou spuštěny podprogramy, které v kroku 486 spočtou uvedenou plochu a těžiště jednotlivých ploch osvětlených pixelů a hraničící okénko uvedených oblastí. K provedení těchto výpočtů lze použít celou řadu známých podprogramů, a vzhledem k tomu, že tyto programy jsou dostatečně známy, není nutné je zde podrobně popisovat.

Dále, program R_{11} stanovuje obecnou polohu jednotlivých osvětlených oblastí. Přesněji jsou v kroku 490 získány adresy středů a poloměry uvedených dvou kruhů slícovaných s vnější a vnitřní hranou 150a resp. 150b prstence 150. Tato data byla určena nebo zjištěna v průběhu decentračního testu a následně uložena do paměti procesoru, přičemž nyní mohou být tato data získána prostým vyhledáním v uvedené paměti procesoru. Potom v kroku 492 procesor 64 určí zda jsou uvedená těžiště jednotlivých ploch osvětlených pixelů umístěna (i) uvnitř středové zóny uvedené čočky (oblast radiálně uvnitř kruhu slícovaného s vnitřní hranou prstence) nebo (ii) v okrajové zóně uvedené čočky (oblast uvedené čočky mezi dvěma kruhy slícovanými s vnitřní a vnější hranou uvedeného prstence).

K určení toho, zdali těžiště oblasti leží v oblasti vymezené prvním kruhem nebo mezi dvěma obecně soustřednými

kruhy lze použít celou řadu známých podprogramů a není nutné zde tyto podprogramy detailněji popisovat.

Kroky 490 a 492 nejsou nezbytné pro operace systému 10 v širším smyslu. Data spojená s výše uvedenými kroky mohou být nápomocná při nastavení nebo propracování postupu nebo materiálů používaných k výrobě čoček.

Po ukončení kroků 490 a 492 stanoví procesor zdali je velikost jednotlivých osvětlených oblastí pixelů natolik velká, aby mohla být kvalifikována jako kaz nebo defekt, pro který může být uvedená čočka vyřazena. Přesněji, v kroku 494 je velikost každé oblasti osvětlených pixelů porovnávána s předem zvolenou velikostí. V případě, že je tato osvětlená plocha menší než předem zvolená velikost, potom nelze tuto osvětlenou oblast považovat za dostatečnou pro vyřazení uvedené čočky. Avšak v případě, že je tato oblast osvětlených pixelů větší než předem zvolená velikost, potom je tato osvětlená plocha kvalifikována jako kaz nebo defekt, který činí čočku nevhodnou pro použití spotřebitelem. Uvedenou předem zvolenou velikost lze uložit například do paměťové jednotky 70.

Dále je výhodné uložit do paměti celkový počet defektů zjištěných u jednotlivých čoček. Tento součet může být použit pro analýzu postupu a materiálů použitých k výrobě uvedených čoček.

V kroku 500 se na monitoru 72 vytvoří zobrazení oblastí osvětlených pixelů s těmi oblastmi, které jsou větší než výše zmíněná mezní velikost vymezená ohraničujícím okénkem. Následně v kroku 502 procesor 64 prověří a stanoví zda byl v uvedené čočce skutečně objeven nějaký defekt. V případě, že v uvedené čočce byl skutečně objeven nějaký defekt, potom je v kroku 504 generován signál na vyřazení čočky, který se dále přenese na monitor 72 a do tiskárny

76, a uvedená čočka může být z uvedeného systému 10 vyjmuta. Pokud však není u čočky zjištěn žádný defekt, potom je program R_{11} jednoduše ukončen. Systém 10 následně provede posunutí další čočky osvětlovacím subsystémem 14, přičemž touto další čočkou pronikne další světelný impuls. Světlo, které prošlo uvedenou čočkou je zaostřeno na pixelovém seskupení 46 načež opět následuje výše popsany obraz zpracující postup, jehož cílem je stanovit, zda je tato další čočka přijatelná pro použití spotřebitelem.

Lze říci, že výše popsané provedení způsobu a systému kontroly očních čoček podle vynálezu má pouze ilustrativní charakter a nikterak neomezuje rozsah vynálezu, který je jednoznačně vymezen rozsahem patentových nároků.

P A T E N T O V É

N Á R O K Y

1. Systém pro kontrolu očních čoček, v y z n a č e n ý t í m , že obsahuje čočku-fixující prostředek zahrnující nosič (22) čočky pro držení oční čočky, osvětlovací prostředek zahrnující světelný zdroj (30) pro generování světelných impulzů, signály-generující prostředek zahrnující pixelové seskupení (46) pro generování souboru signálů reprezentujících intenzity světelného impulzu dopadající na tento prostředek, směřující prostředek pro směřování světelného impulzu skrze čočku-fixující prostředek na signály generující prostředek pro vytvoření světelného vzoru reprezentujícího oční čočku drženou v čočku-fixujícím prostředku na signály-generujícím prostředku a zpracovatelský prostředek připojený k signály-generujícímu prostředku pro příjem souboru signálů z signály-generujícího prostředku a pro zpracování těchto signálů podle stanoveného programu pro generování výstupního signálu reprezentujícího alespoň jednu kvalifikační podmínku oční čočky.

2. Systém podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že směřující prostředek zahrnuje krytku (40), která je axiálně uspořádána mezi čočku-fixujícím prostředkem a signály-generujícím prostředkem, a prostředek pro usměrnění částí světelného impulzu procházejících kolem krytky (40) na signály-generující prostředek pro zobrazení zvolené části čočky na signály-generujícím prostředku.

3. Systém podle nároku 2, v y z n a č e n ý t í m , že prostředek pro usměrnění částí světelného impulzu procházejících

okolo krytky (40) a dopadajících na signály-generujících prostředek zahrnuje zobrazovací čočku (160) uloženou mezi čočku-fixujícím prostředkem a krytkou (40) za účelem příjmu světla procházejícího skrze oční čočku a pro usměrnění části tohoto světla na krytku (40) a části tohoto světla na signály-generujících prostředek.

4. Systém podle nároku 2, v y z n a č e n ý t í m , že prostředek pro usměrnění částí světelného impulzu mimo krytku (40) a na signály-generujících prostředek zahrnuje první čočku (172), uloženou na jedné straně čočku-fixujícího prostředku pro nasměrování světelného impulzu skrze oční čočku a pro usměrnění části světla, procházejícího skrze oční čočku na krytku (40), a druhou čočku (174), uloženou na druhé straně čočku-fixujícího prostředku mezi krytkou (40) a signály generujícím prostředkem pro příjem a nasměrování jiné části světla procházejícího skrze oční čočku na signály-generujících prostředek.

5. Systém podle nároku 2, v y z n a č e n ý t í m , že prostředek pro nasměrování částí světelného impulzu mimo krytku (40) a na signály-generujících prostředek zahrnuje první čočku (180), uloženou mezi čočku-fixujícím prostředkem a krytkou (40) pro příjem a nasměrování části světla procházejícího oční čočkou na krytku (40) a pro nasměrování jiné části uvedeného světla mimo krytku (40), a druhou čočku (182) uloženou mezi krytkou (40) a signály-generujícím prostředkem pro příjem a směrování uvedené jiné části světla na signály-generujících prostředek.

6. Systém podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že směřující prostředek zahrnuje první zrcadlo (34) pro příjem světelného impulzu z osvětlovacího prostředku a nasměrování

světelného impulzu na danou dráhu skrze čočku-fixující prostředek a prostředek tvořící pohyblivou podpěru prvnímu zrcadlu (34) zahrnující nastavitelný nosný prostředek (140) pro nastavení směru, ve kterém je světelný impuls veden skrze čočku-fixující prostředek.

7. Systém podle nároku 6, v y z n a č e n ý t í m, že směřující prostředek dále zahrnuje druhé zrcadlo (32) pro příjem a usměrnění světelného impulzu na první zrcadlo (34) a nastavitelnou clonu (130), umístěnou mezi prvním zrcadlem (34) a druhým zrcadlem (32) pro nastavení průřezové plochy světelného impulzu vedeného z druhého zrcadla (32) na první zrcadlo (34).

8. Systém podle nároku 6, v y z n a č e n ý t í m, že směřující prostředek zahrnuje prostředek tvořící pohyblivou podpěru osvětlovacího prostředku, zahrnující nastavitelný nosný prostředek (136), pro nastavení směru, ve kterém je světelný impuls přenášen z osvětlovacího prostředku.

9. Systém podle nároku 6, v y z n a č e n ý t í m; že směřující prostředek zahrnuje kryt (26), v němž jsou uloženy osvětlovací prostředek a první zrcadlo (34) a který zahrnuje jednak povrch s otvorem (26d) umístěným přesně pod čočku-fixujícím prostředkem a jednak okénko (142) uložené v otvoru (26d), přičemž první zrcadlo (34) je určeno pro směřování světelného impulzu skrze okénko (142) a skrze čočku-fixující prostředek a kryt (26) dále zahrnuje těsnění pro utěsnění obvodu okénka (142) a krytu (26) a zabránění tekutině z čočku-fixujícího prostředku proniknout do krytu (26) skrze rozhraní mezi okénkem (142) a povrchem krytu (26).

10. Systém podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m, že

signály-generující prostředek zahrnuje kryt (44) a pixelové seskupení (46) uspořádané v krytu (44), přičemž směřující prostředek je uzpůsoben pro směřování světelného impulzu skrze čočku-fixující prostředek do krytu (44) a zahrnuje jednak první čočku (54) pro zaostření světelného impulzu na danou plochu v krytu (44) a jednak krytku (40) upevněnou v krytu (44) v uvedené dané rovině pro zabránění části světelného impulzu zaostřené na krytce (40) v dopadu na pixelové seskupení (46).

11. Systém podle nároku 10, v y z n a č e n ý t í m, že první čočka (54) je uzpůsobena k zaostření první části světelného impulzu na krytku (40) a k zabránění první části světelného impulzu v dopadu na pixelové seskupení (46), přičemž první čočka (54) je uzpůsobena pro směřování druhé části světelného impulzu mimo krytku (40) a na druhou čočku (56), která je uzpůsobena pro zobrazení druhé části světelného impulzu na pixelovém seskupení, přičemž soubor signálů generovaný signály-generujícím prostředkem reprezentuje intenzity druhé části světelného impulzu dopadající na pixelové seskupení (46).

12. Systém podle nároku 10, v y z n a č e n ý t í m, že první čočka (54) má přední a zadní ohniskovou rovinu a ohniskovou vzdálenost, přičemž uvedená daná rovina leží přibližně v zadní ohniskové rovině první čočky (54), oční čočka je uložena přibližně v přední ohniskové rovině první čočky (54) a druhá čočka (56) je od první čočky (54) odsazena přibližně ve vzdálenosti rovnající se ohniskové vzdálenosti první čočky (54).

13. Systém podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m, že alespoň jednou kvalifikační podmínkou čočky je podmínka zvolená z množiny zahrnující hranolový defekt, vnitřní defekt a

decentrování.

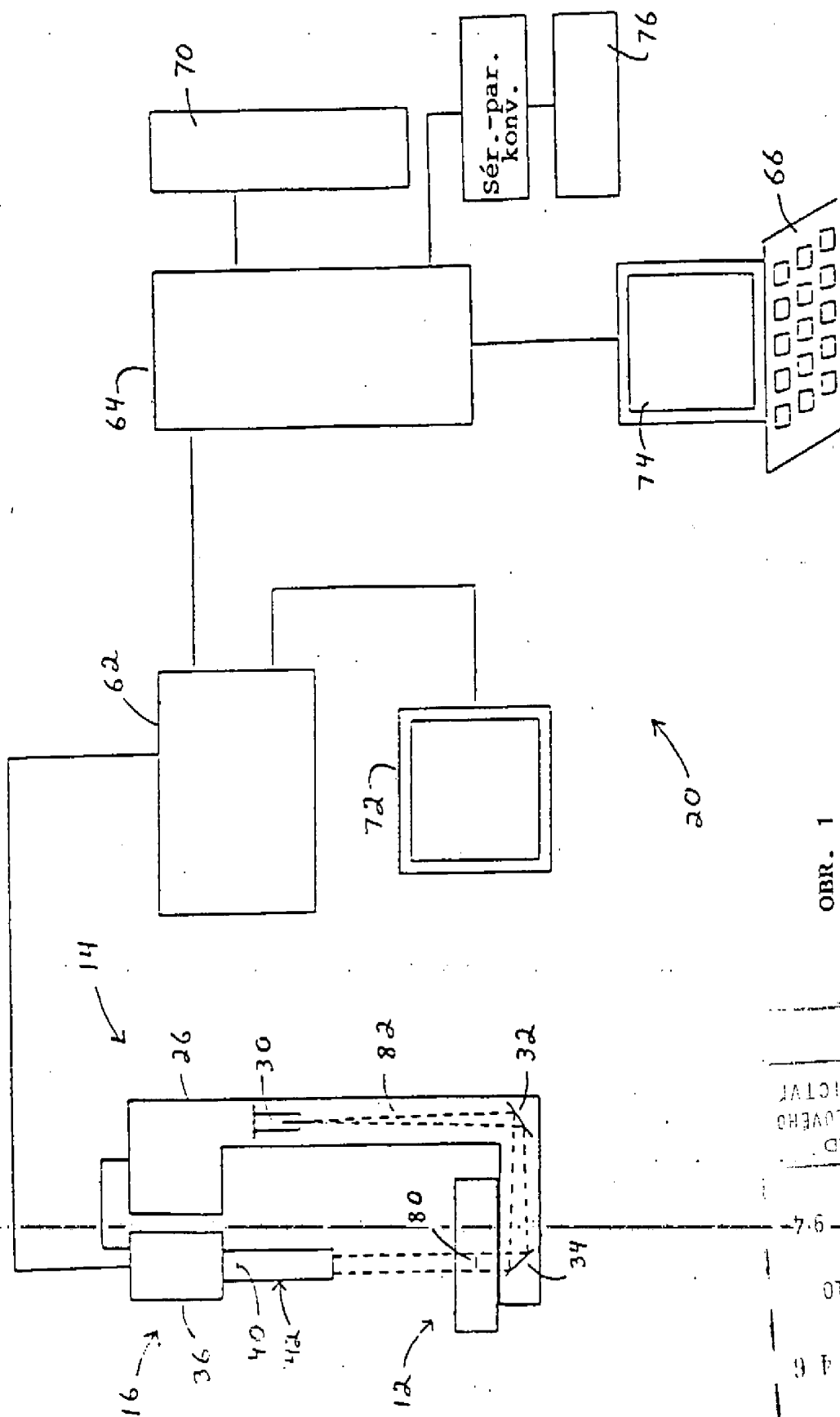
14. Systém pro kontrolu očních čoček, v y z n a č e n ý t í m, že zahrnuje prostředek pro držení oční čočky, osvětlovací prostředek pro generování světelných impulzů, signály-generující prostředek pro generování souboru signálů reprezentujících intenzity světla dopadající na signály-generující prostředek, směřující prostředek pro směrování světelného impulzu skrze čočku-fixující prostředek na signály-generující prostředek pro vytvoření v tomto prostředku světelného obrazu reprezentujícího oční čočku drženou v čočku-fixujícím prostředku, přičemž směřující prostředek zahrnuje zrcadla (32,34) pro příjem a směrování světelného impulzu z osvětlovacího prostředku na danou dráhu skrze čočku-fixující prostředek, krytku (40) axiálně uloženou mezi čočku-fixujícím prostředkem a signály-generujícím prostředkem, a prostředek pro usměrnění části světelného impulzu mimo krytku (40) na signály-generující prostředek pro zvolení zvolené části oční čočky a zpracovatelský prostředek připojený k signály-generujícímu prostředku pro příjem souboru signálů ze signály-generujícího prostředku a zpracování těchto signálů podle stanoveného programu a pro generování výstupního signálů reprezentujícího alespoň jednu kvalifikační podmínku oční čočky.

15. Systém podle nároku 14, v y z n a č e n ý t í m, že signály-generující prostředek zahrnuje kryt (44) a pixelové seskupení (46) a směřující prostředek pro nasměrování části světelného impulzu mimo krytku (40) na signály-generující prostředek zahrnuje jednak první čočku (54), uloženou mezi čočku-fixujícím prostředkem a krytkou (40) a určenou pro usměrnění části světla procházejícího oční čočkou na krytku (40) a pro usměrnění jiné části uvedeného světla za krytku (40), a jednak druhou čočku (56), umístěnou mezi krytkou (40) a pixelovým seskupením (46) pro příjem a usměrnění druhé části světla na pixelové seskupení (46).

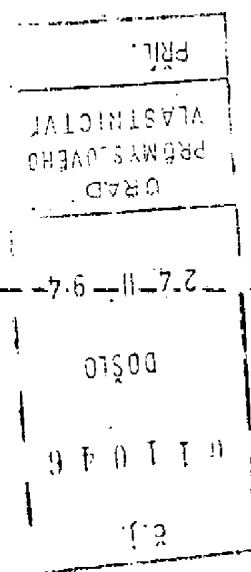
16. Systém podle nároku 15, v y z n a č e n ý t í m , že druhá čočka (56) má přední a zadní ohniskovou rovinu a ohniskovou vzdálenost, přičemž pixelové seskupení (46) je umístěno přibližně v zadní ohniskové rovině druhé čočky (56), oční čočka je umístěna přibližně v přední ohniskové rovině druhé čočky (56) a první čočka je od druhé čočky (56) odsazena přibližně ve vzdálenost rovnající se ohniskové vzdálenosti druhé čočky (56).

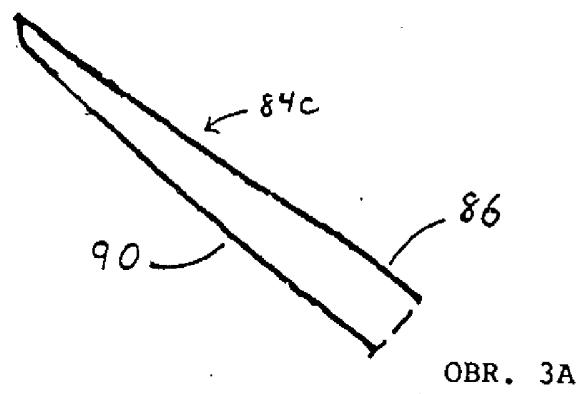
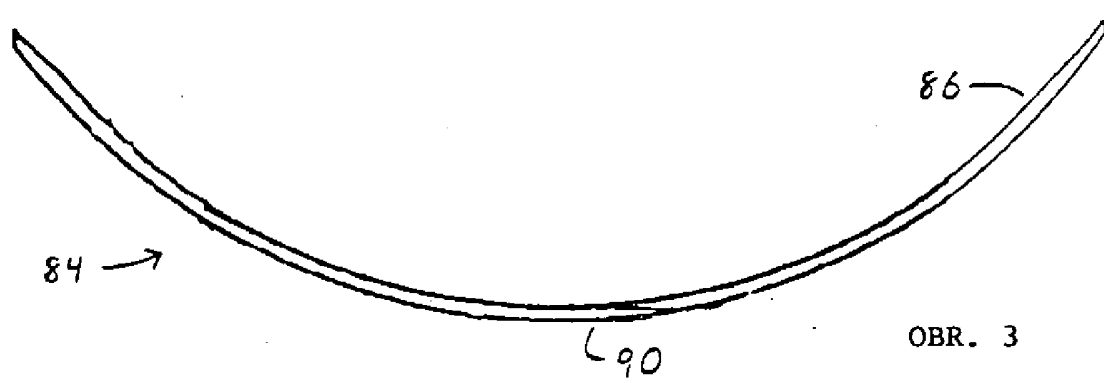
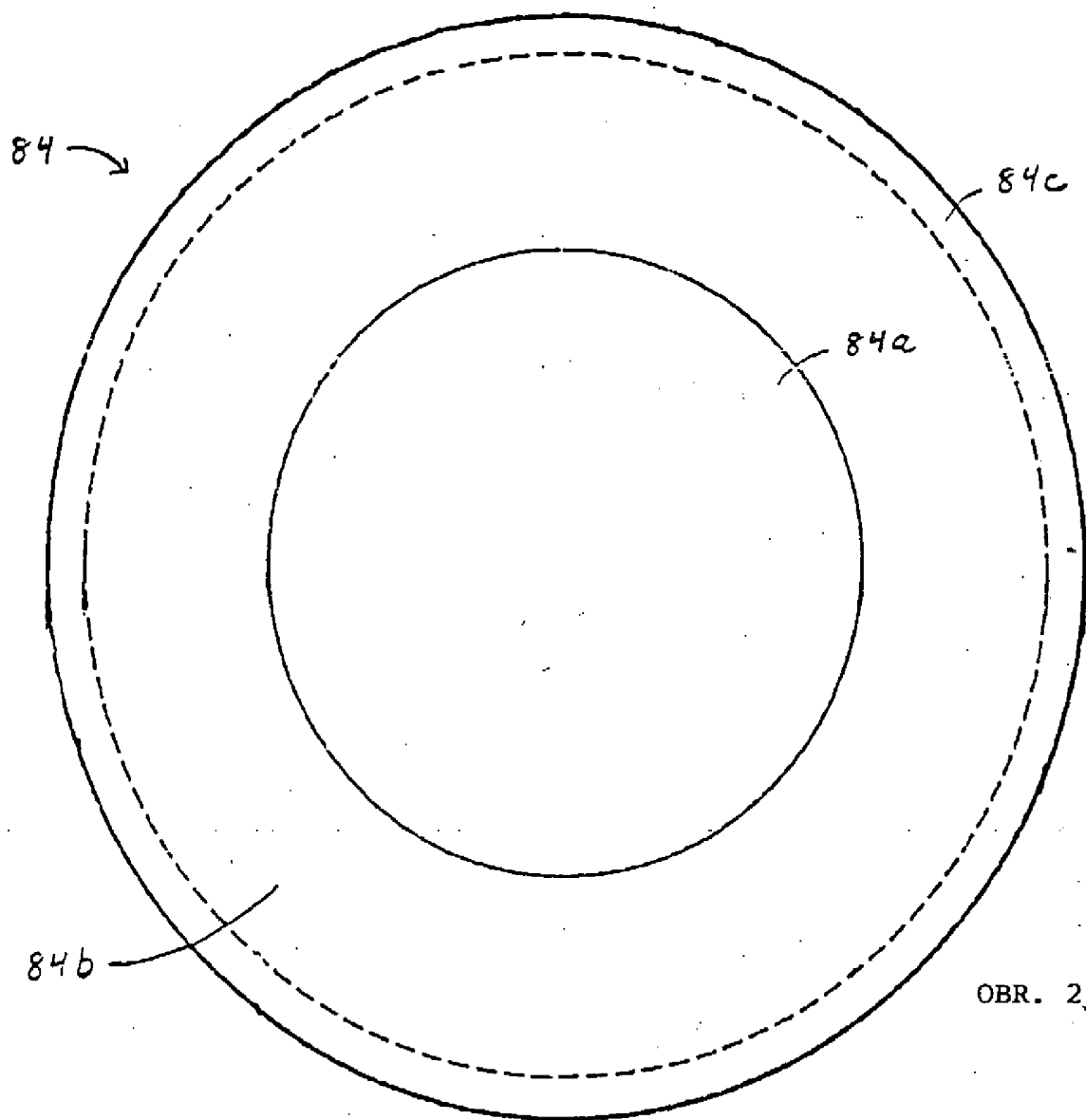
17. Systém podle nároku 14, v y z n a č e n ý t í m , že signály-generující prostředek zahrnuje kryt (44) a pixelové seskupení (46) uložené v uvedeném krytu (44) a prostředek pro usměrnění části světelného impulzu mimo krytku (40) a na signály-generující prostředek zahrnuje jednak první čočku (172), uloženou na jedné straně čočku-fixujícího prostředku pro nasměrování světelného impulzu skrze oční čočku a pro nasměrování části světla procházejícího skrze oční čočku na krytku (40), a jednak druhou čočku (174), uloženou na druhé straně čočku-fixujícího prostředku mezi krytkou (40) a pixelovým seskupením (46) pro příjem jiné části světla procházejícího skrze oční čočku a nasměrování této části světla na pixelové seskupení.

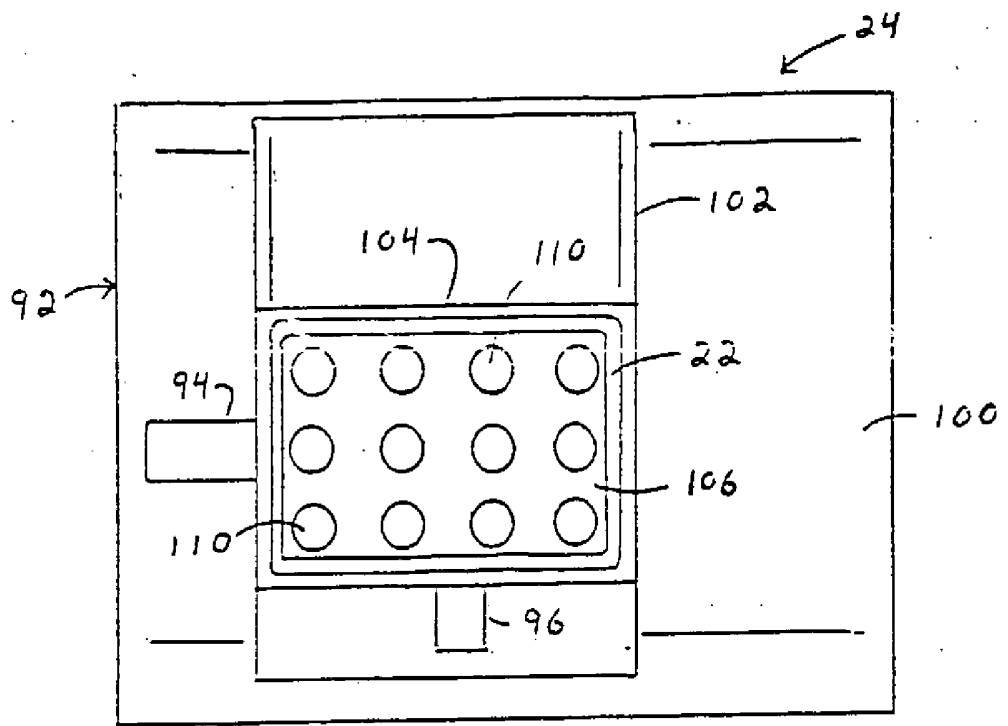
Zastupuje :



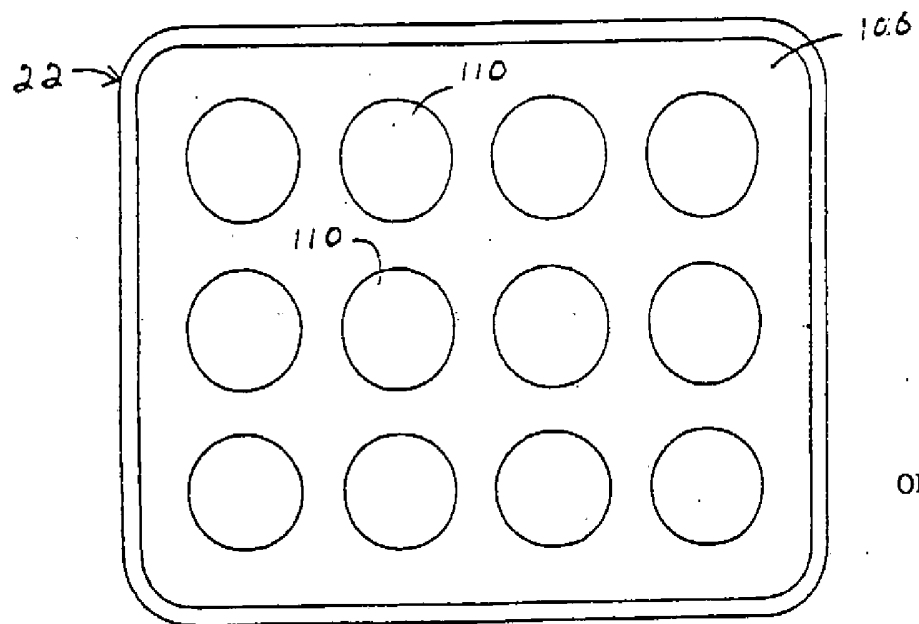
OBR. 1



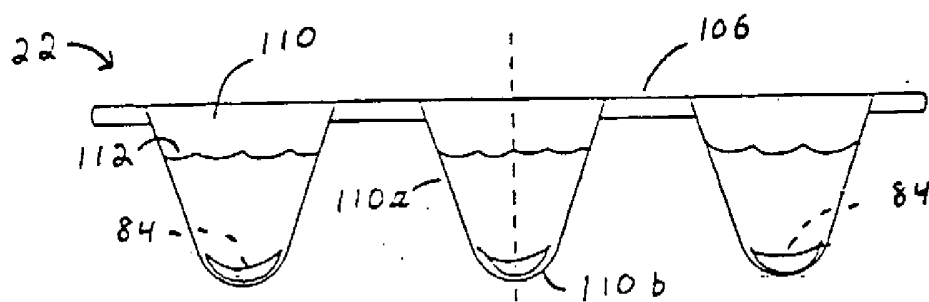




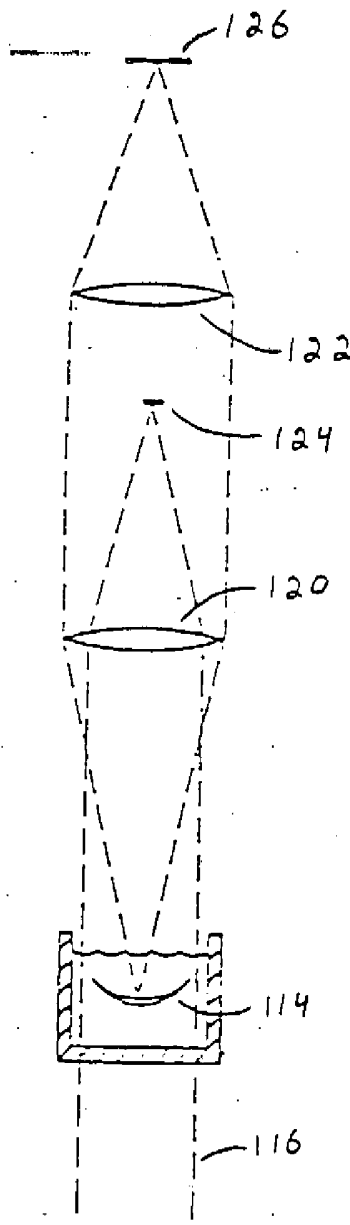
OBR. 4



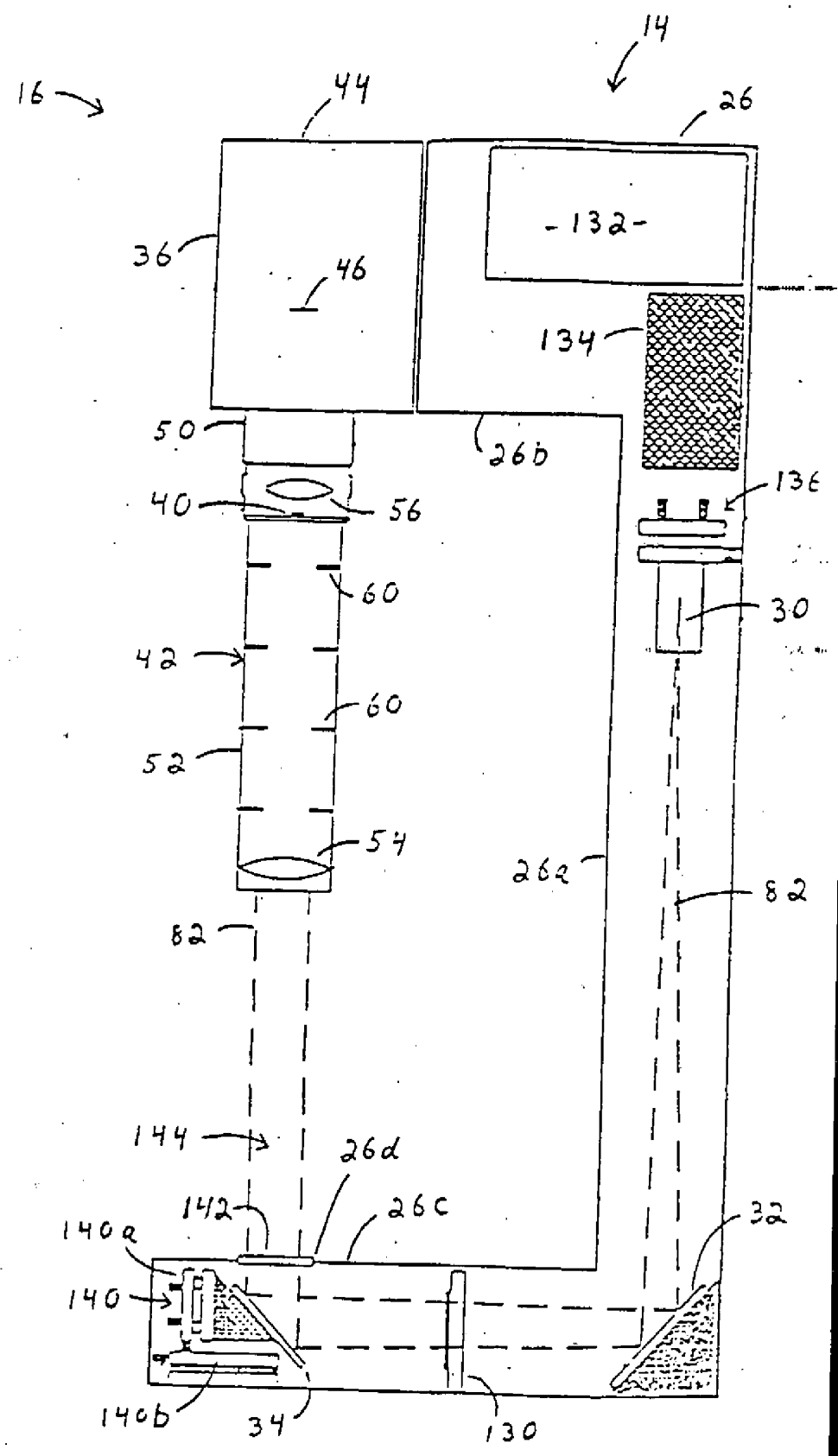
OBR. 5



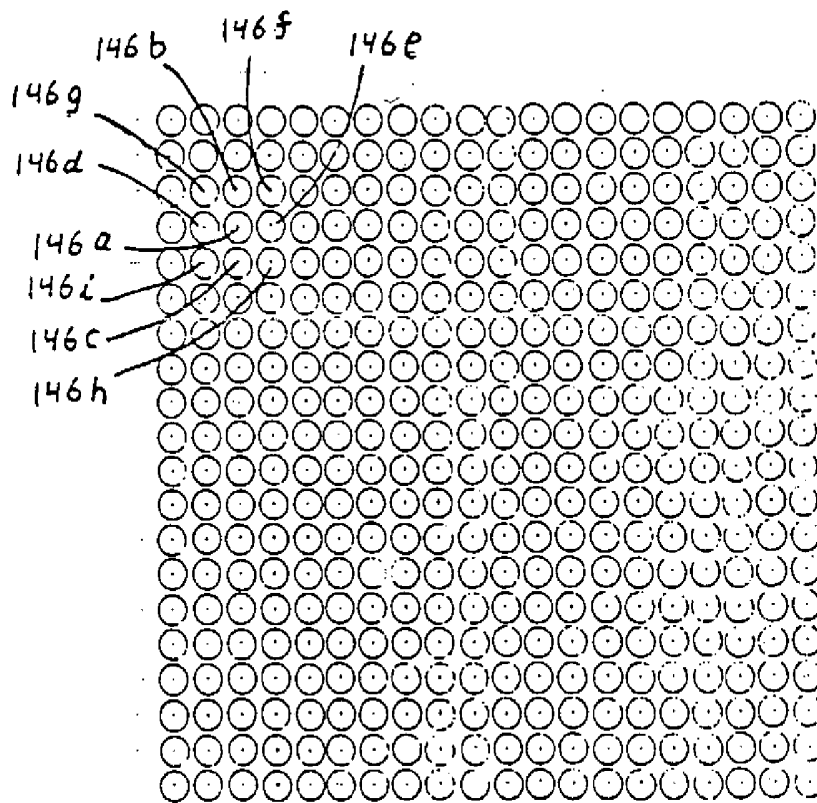
OBR. 6



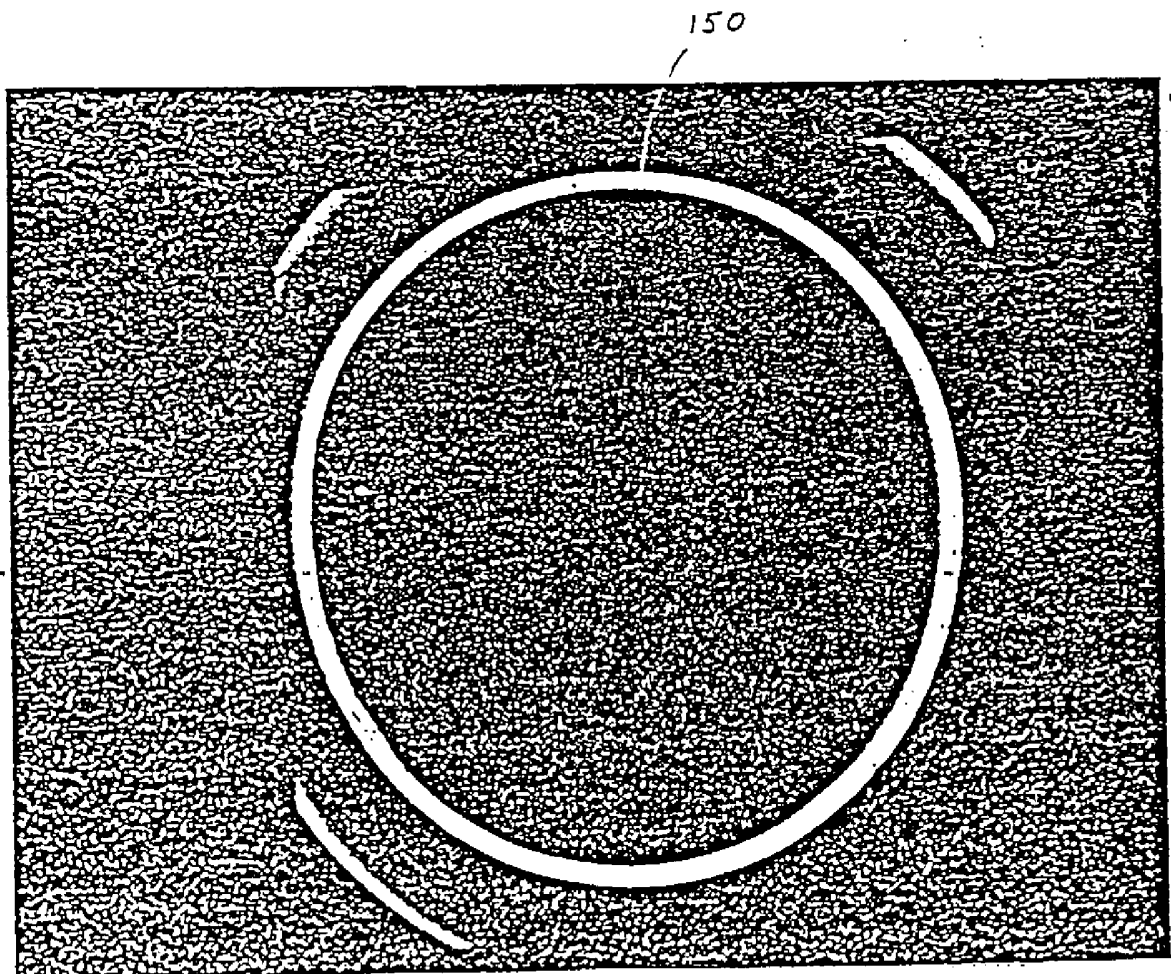
OBR. 7



OBR. 8

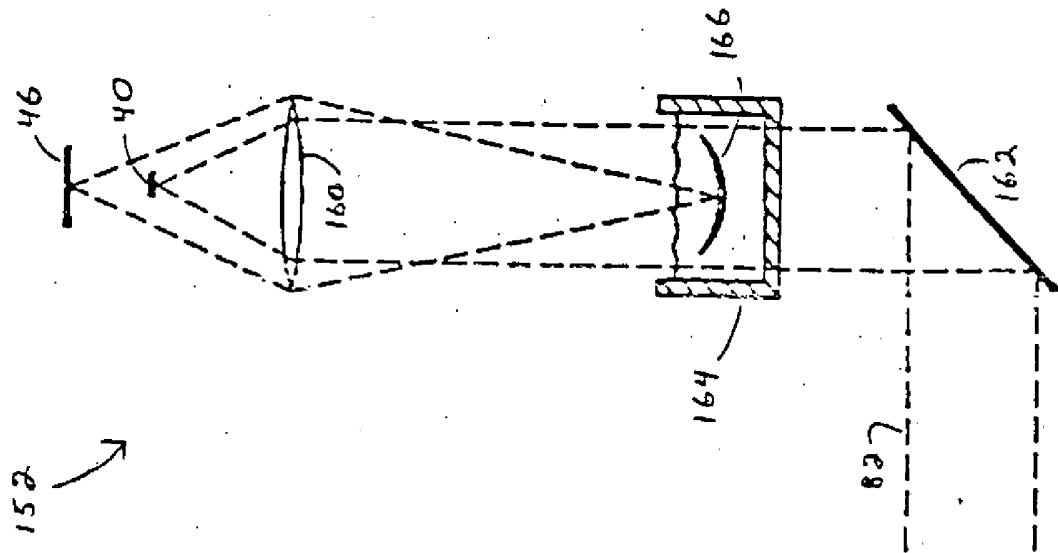


OBR. 9

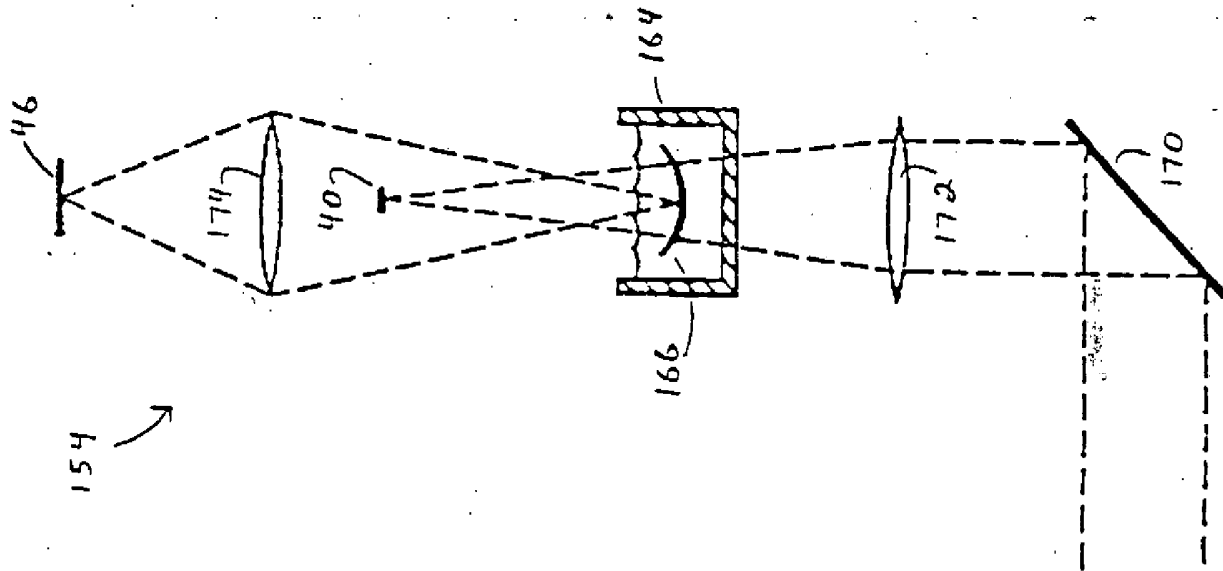


OBR. 10

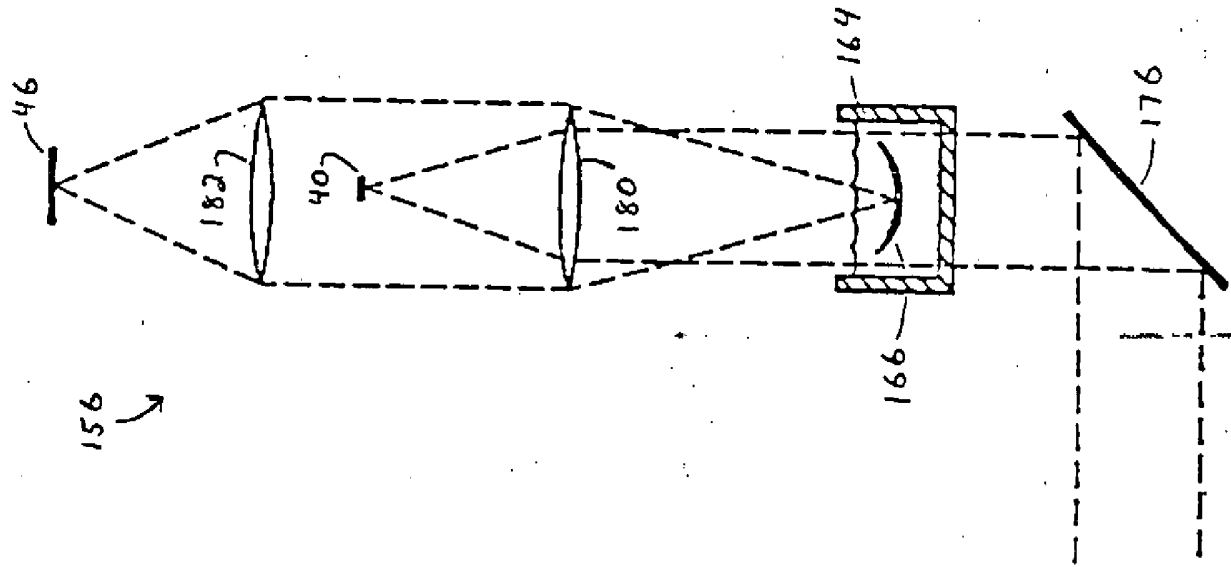
OBR. 11A

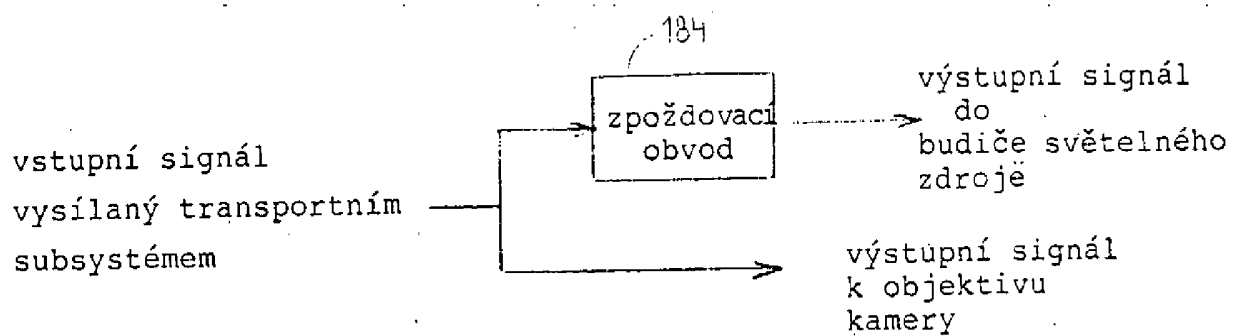


OBR. 11B

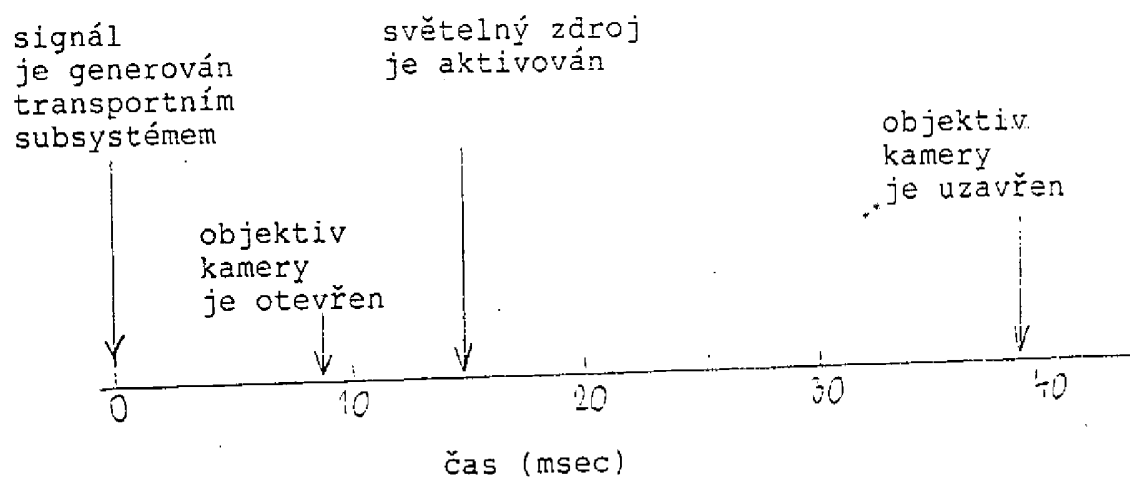


OBR. 11C



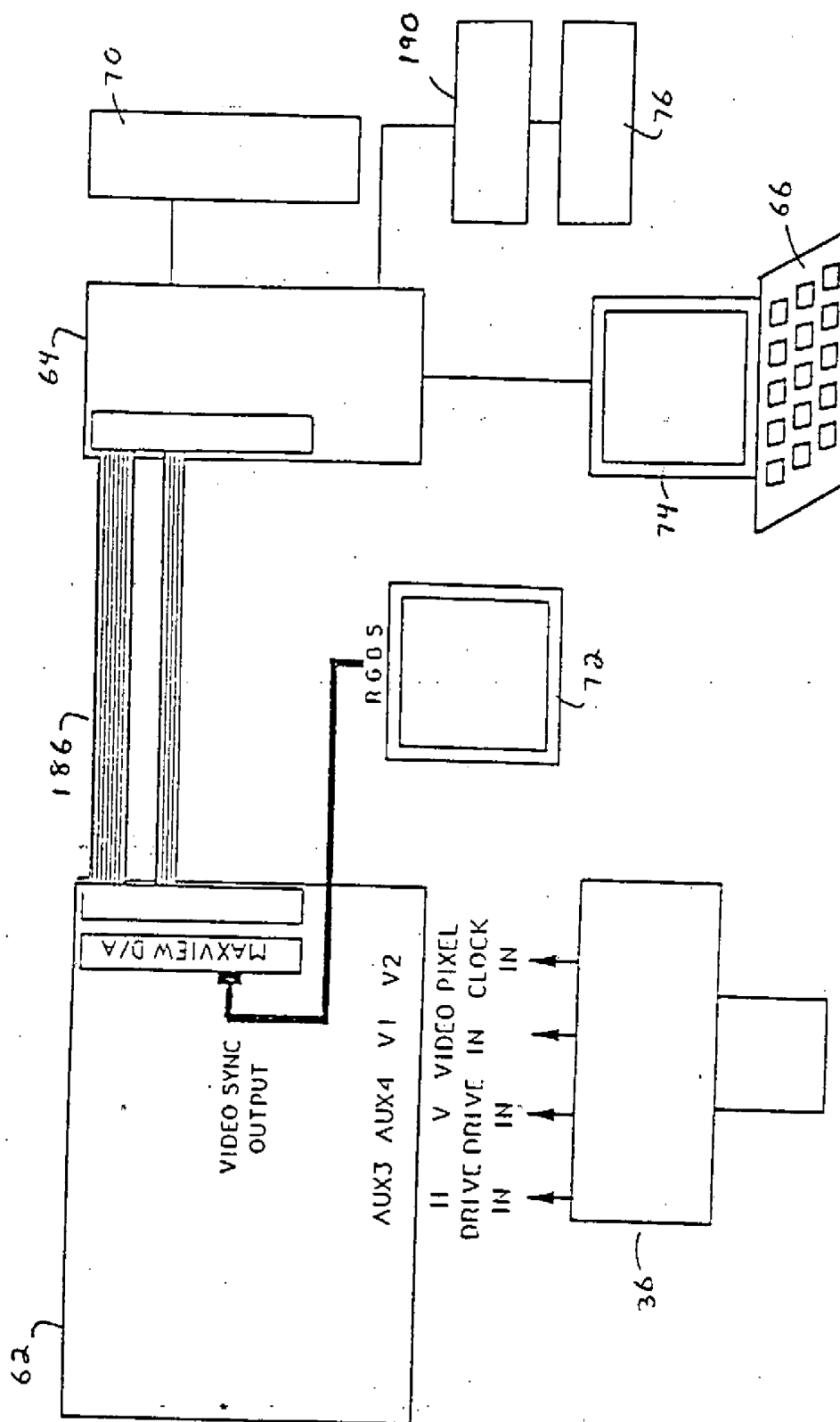


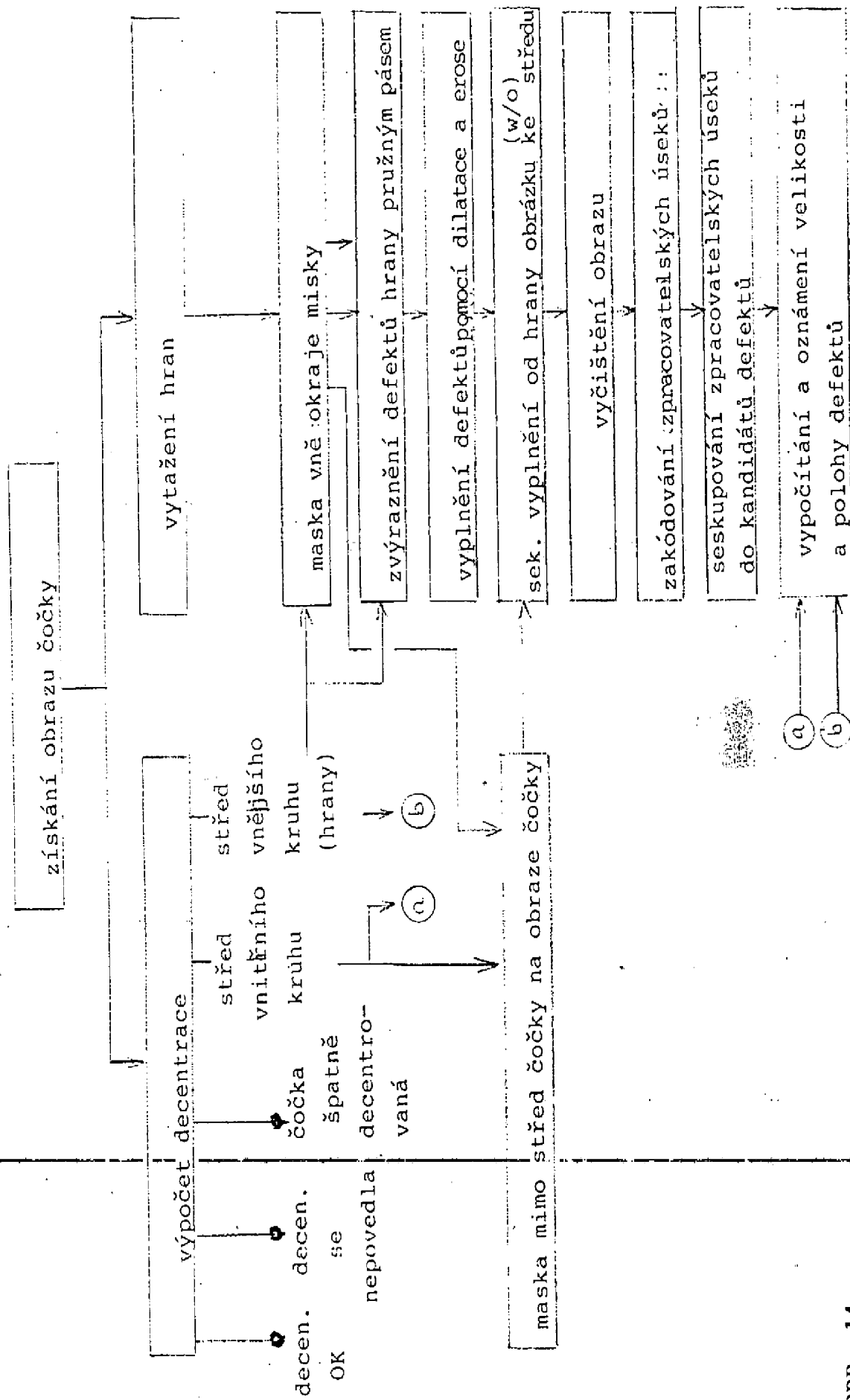
OBR. 12A

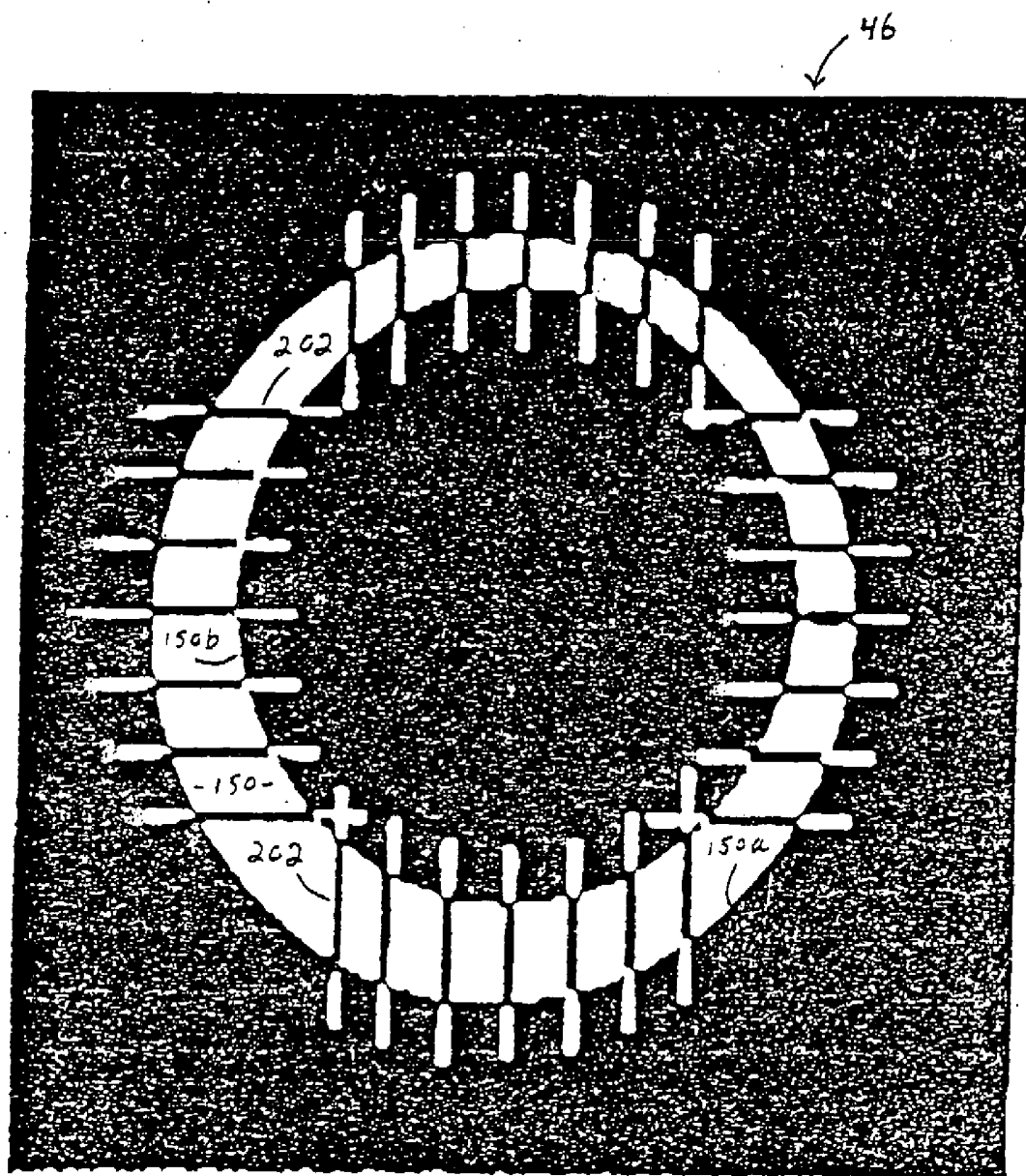


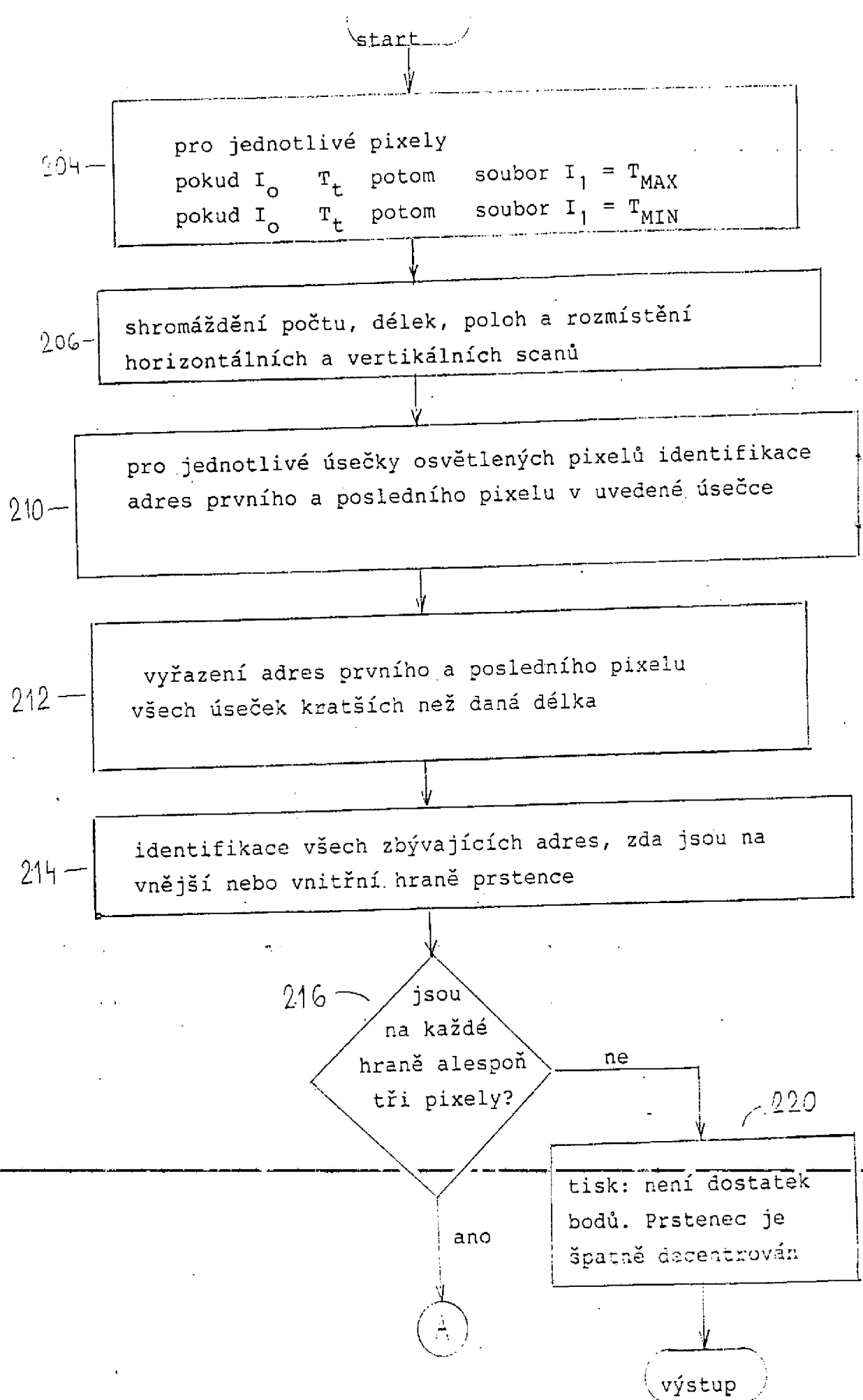
OBR. 12B

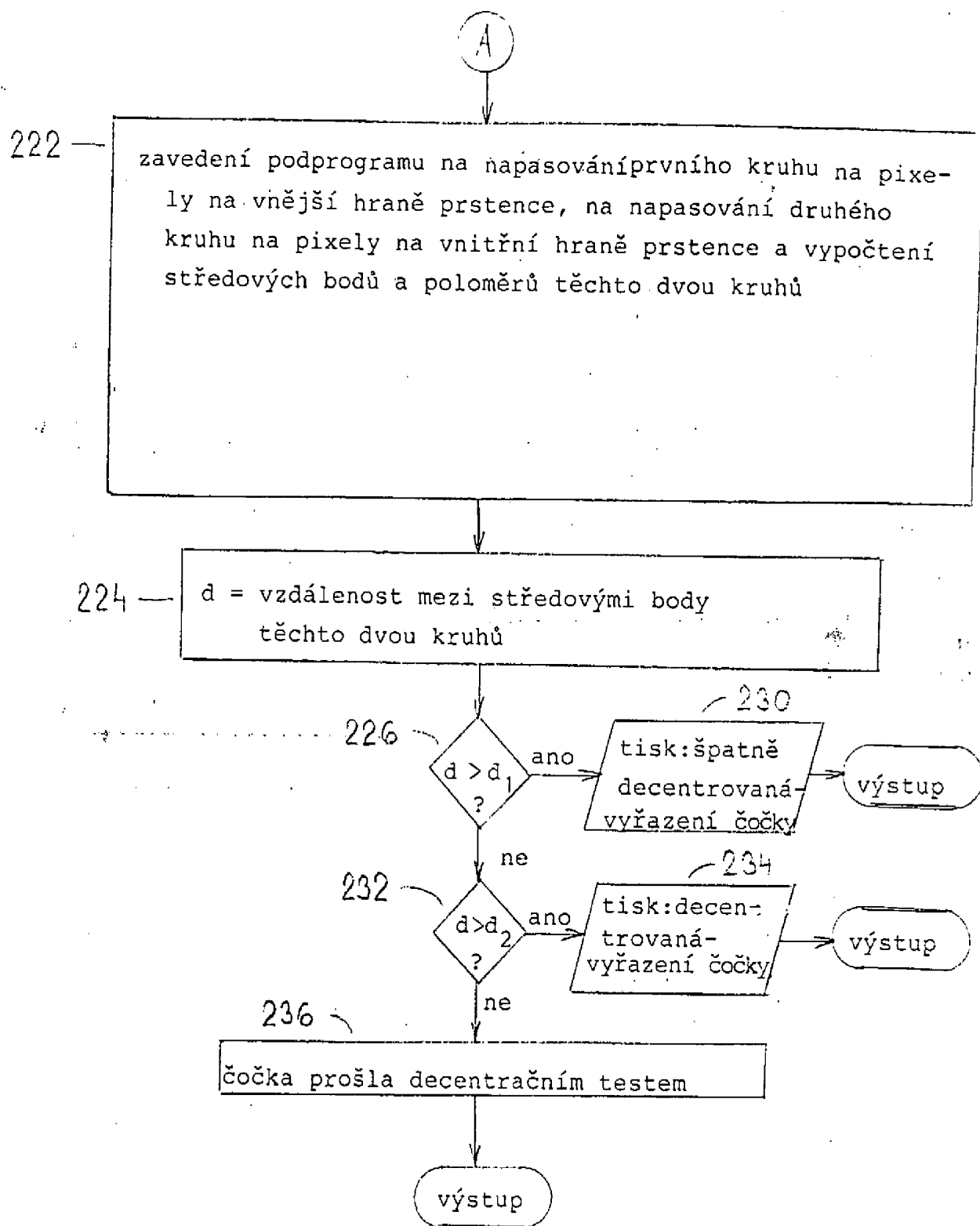
20

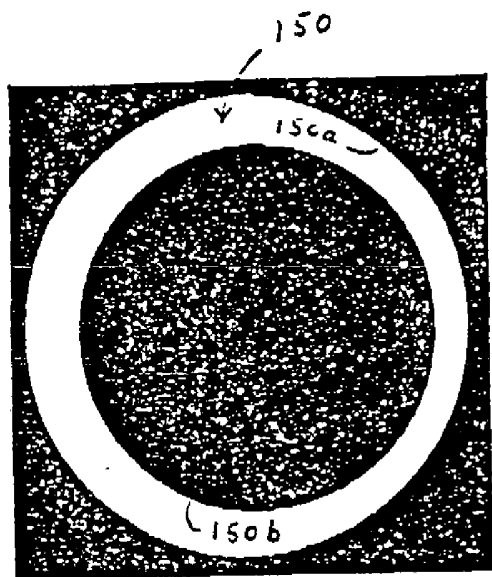




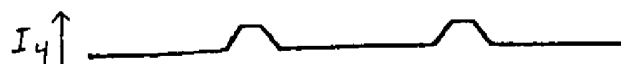








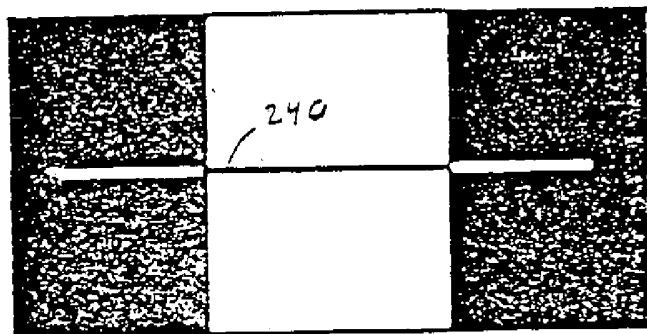
OBR. 17A



OBR. 17F



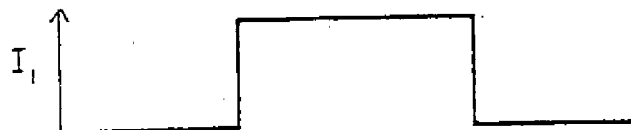
OBR. 17G



OBR. 17B



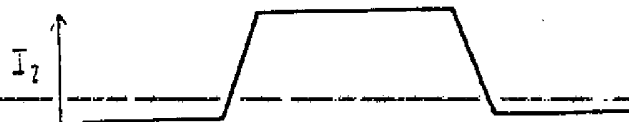
OBR. 17H



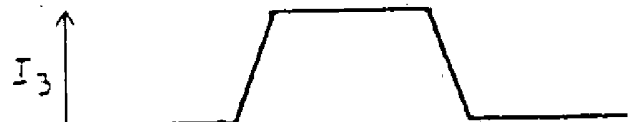
OBR. 17C



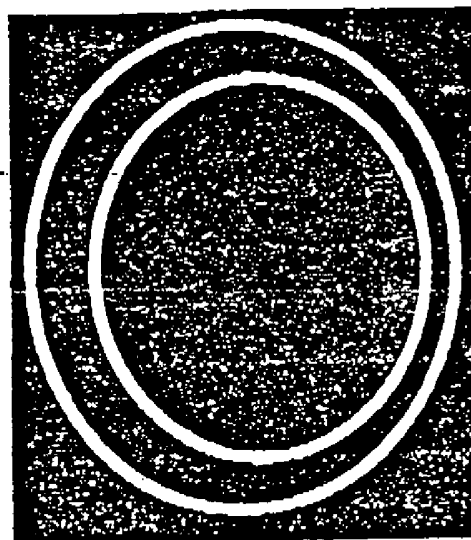
OBR. 17I



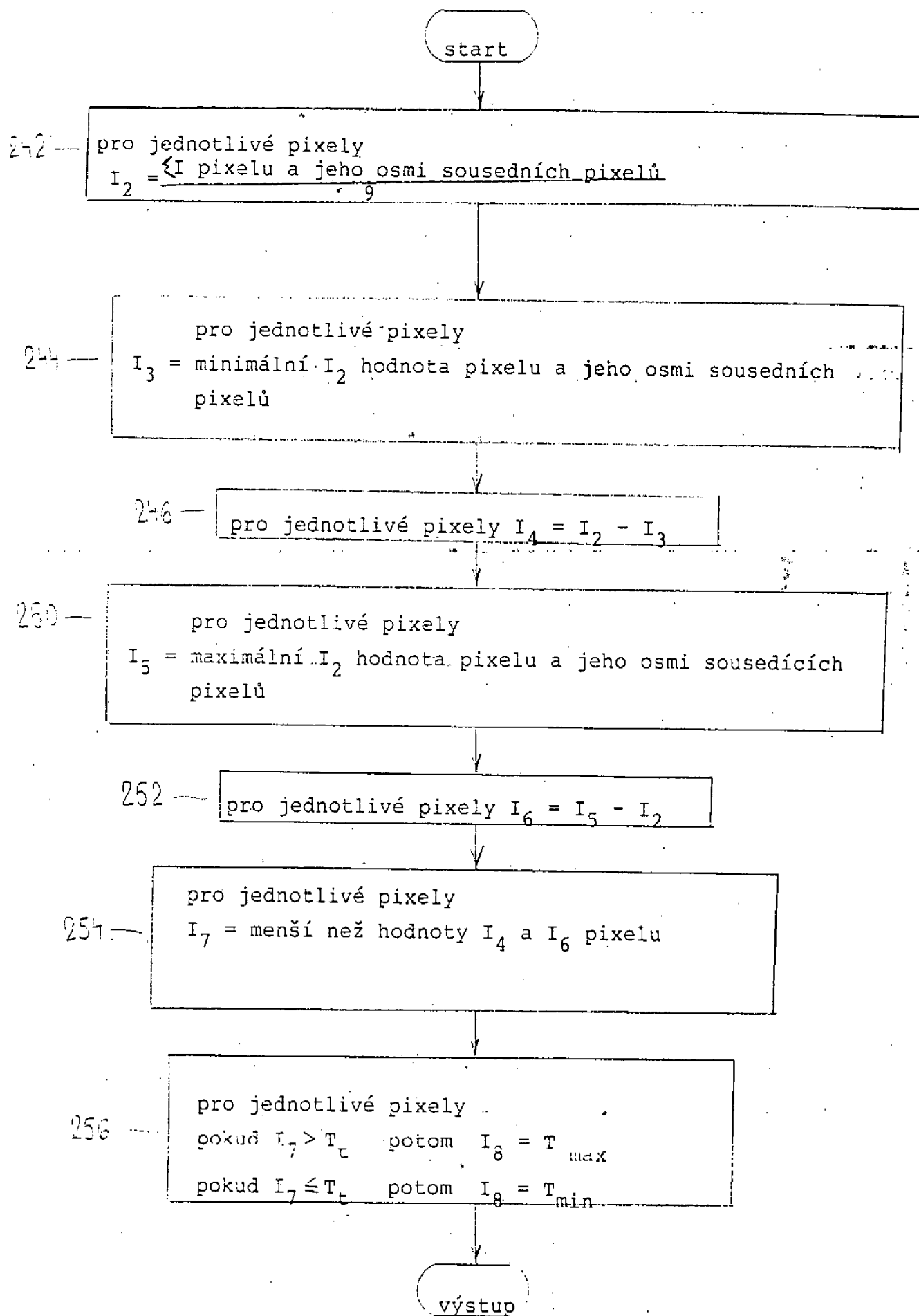
OBR. 17D

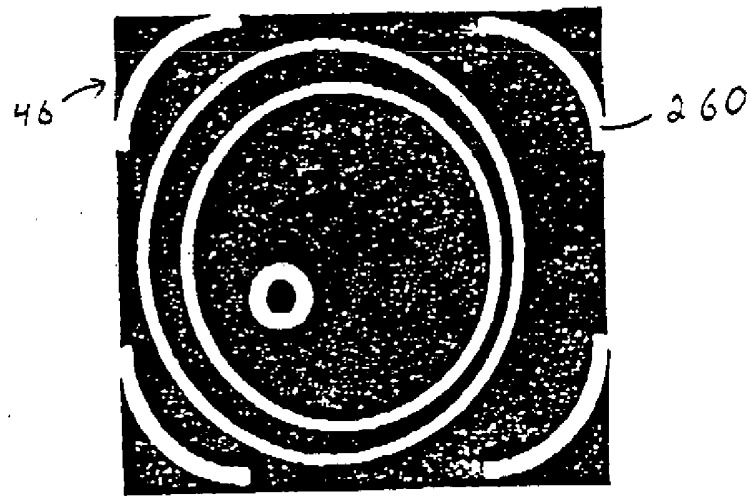


OBR. 17E

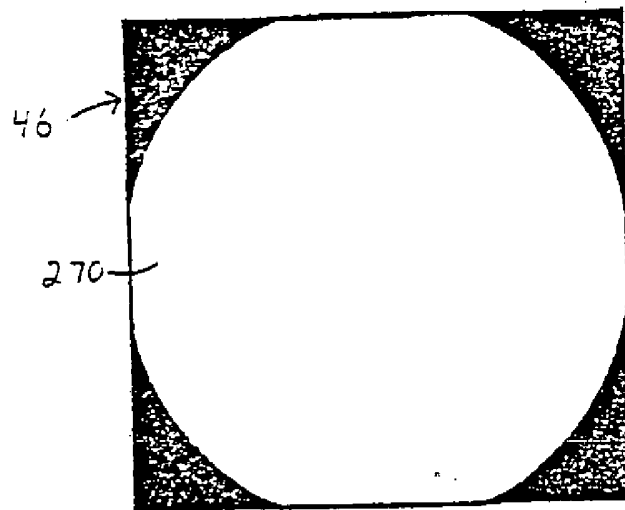


OBR. 17J

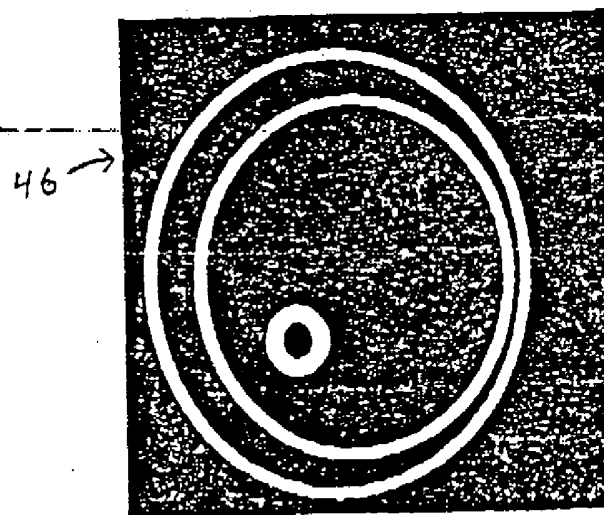




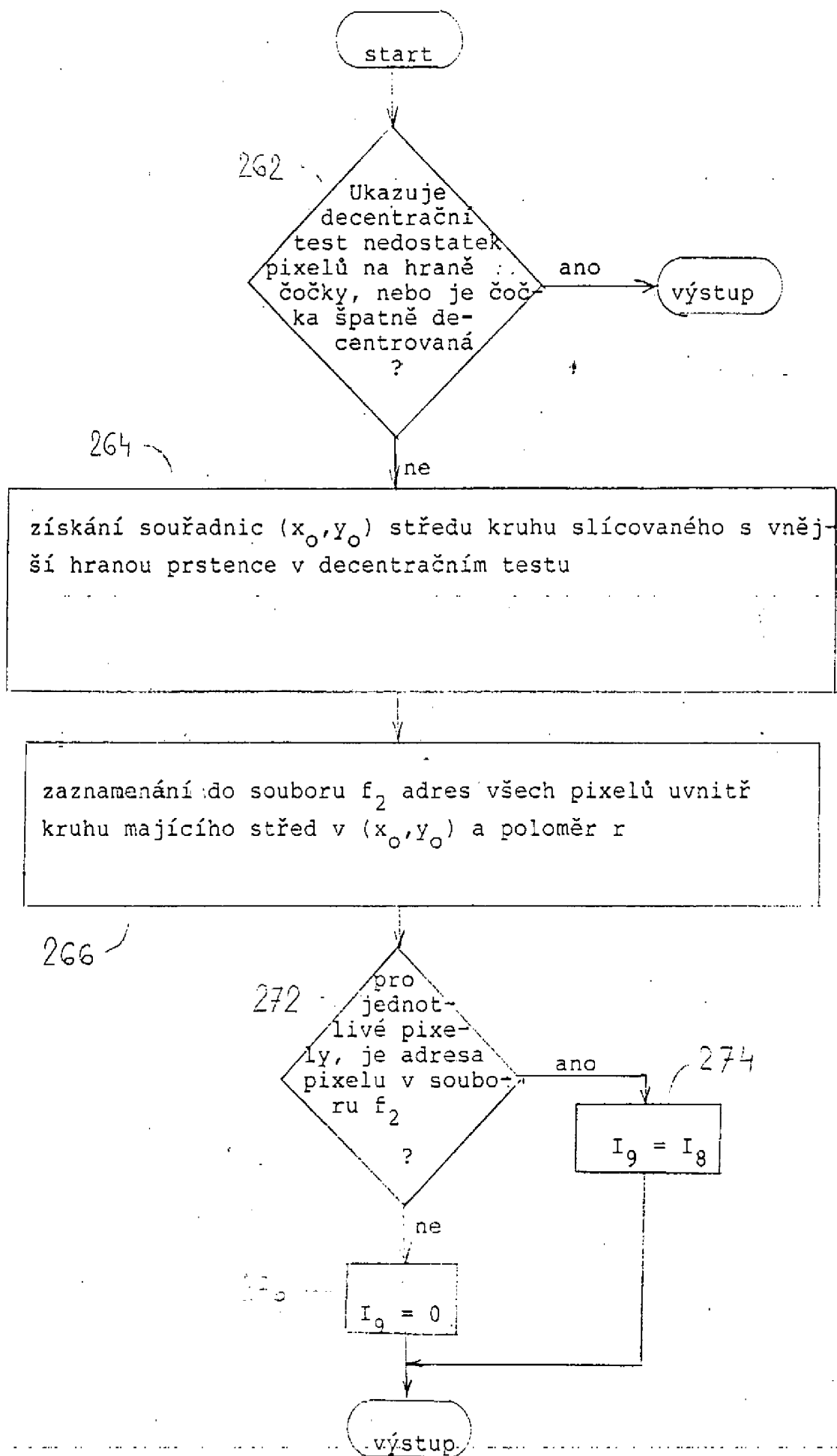
OBR. 19A



OBR. 19B



OBR. 19C



start

280 —

získání souřadnic (x_0, y_0) středu a poloměru r_0 kruhu slícovaného v decentračním testu s vnější hranou prstence

282 —

lokalizování pixelu P na vnější hraně prstence průzkumem vedeným ze středu levé hrany pixelového seskupení směrem dovnitř, přičemž použití pomáhá jistějšímu nalezení pixelu na hraně prstence

284 —

obkroužení okolo vnější hrany prstence po směru hodinových ručiček a zaznamenání adres pixelů ležících na uvedené vnější hraně do souboru f_3 , zatímco je odfiltrován šum samostatných pixelů

první
obkroužení

286 —

objevení a narýsování přímek přes velké mezery a velké vyklenuté části, zaznamenání koncových bodů přímek narýsovaných přes velké mezery do souboru f_4

290 —

Přesahuje některá délka mezery l_1 ?

ano

292

tisk: vadná hrana čočky

ne

výstup

OBR. 21A

294

B

druhé
obkrouže-
ní

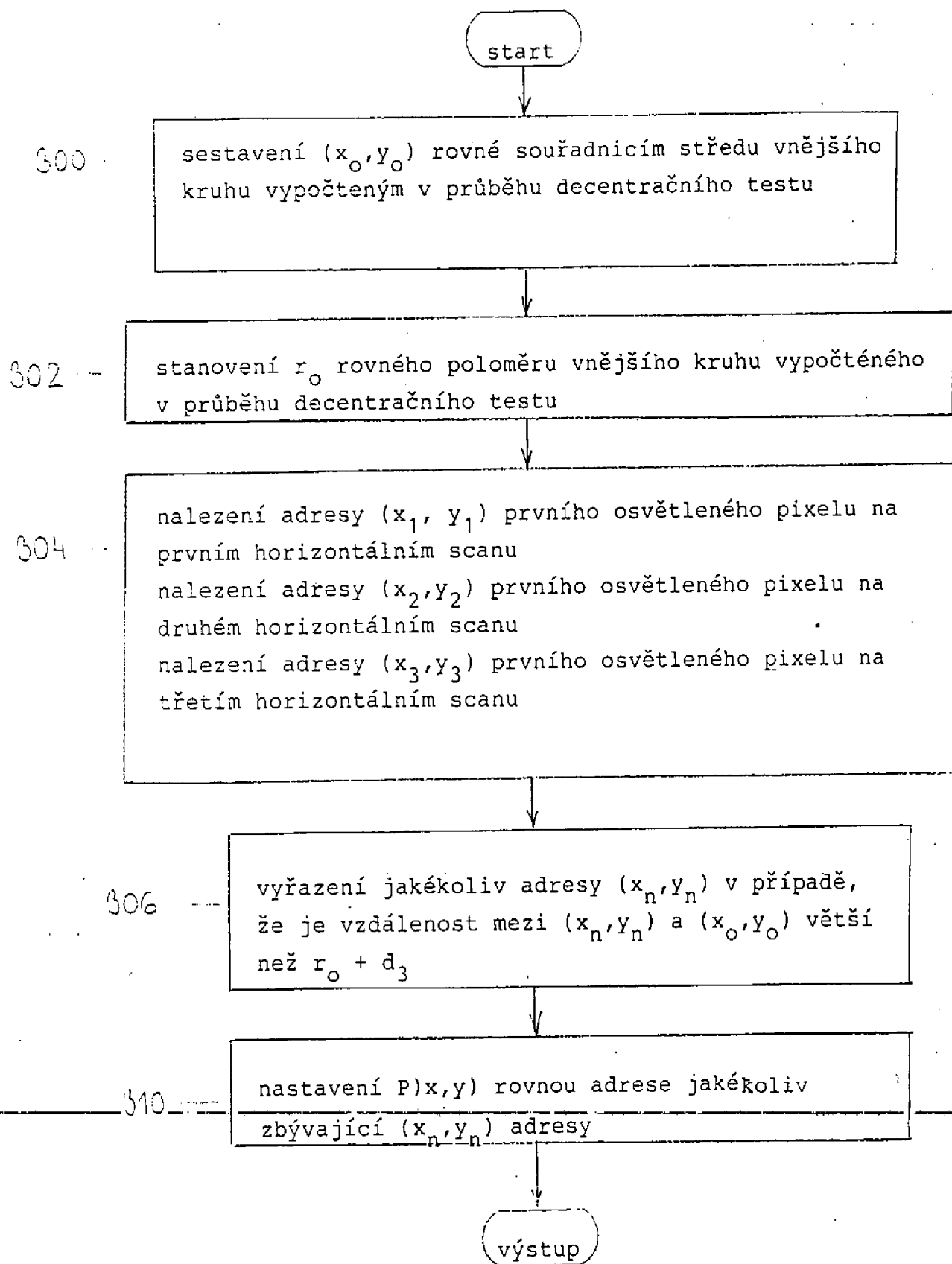
obkroužení okolo vnější hrany prstence, vyhledávání nehlubokých znaků vybíhajících směrem dovnitř nebo směrem ven, založených na odchylce v místním průměrném sklonu - narýsování přímky před nebo za uvedeným znakem v závislosti na okolnostech - použití skalárního součinu přímek a radiálního vektoru

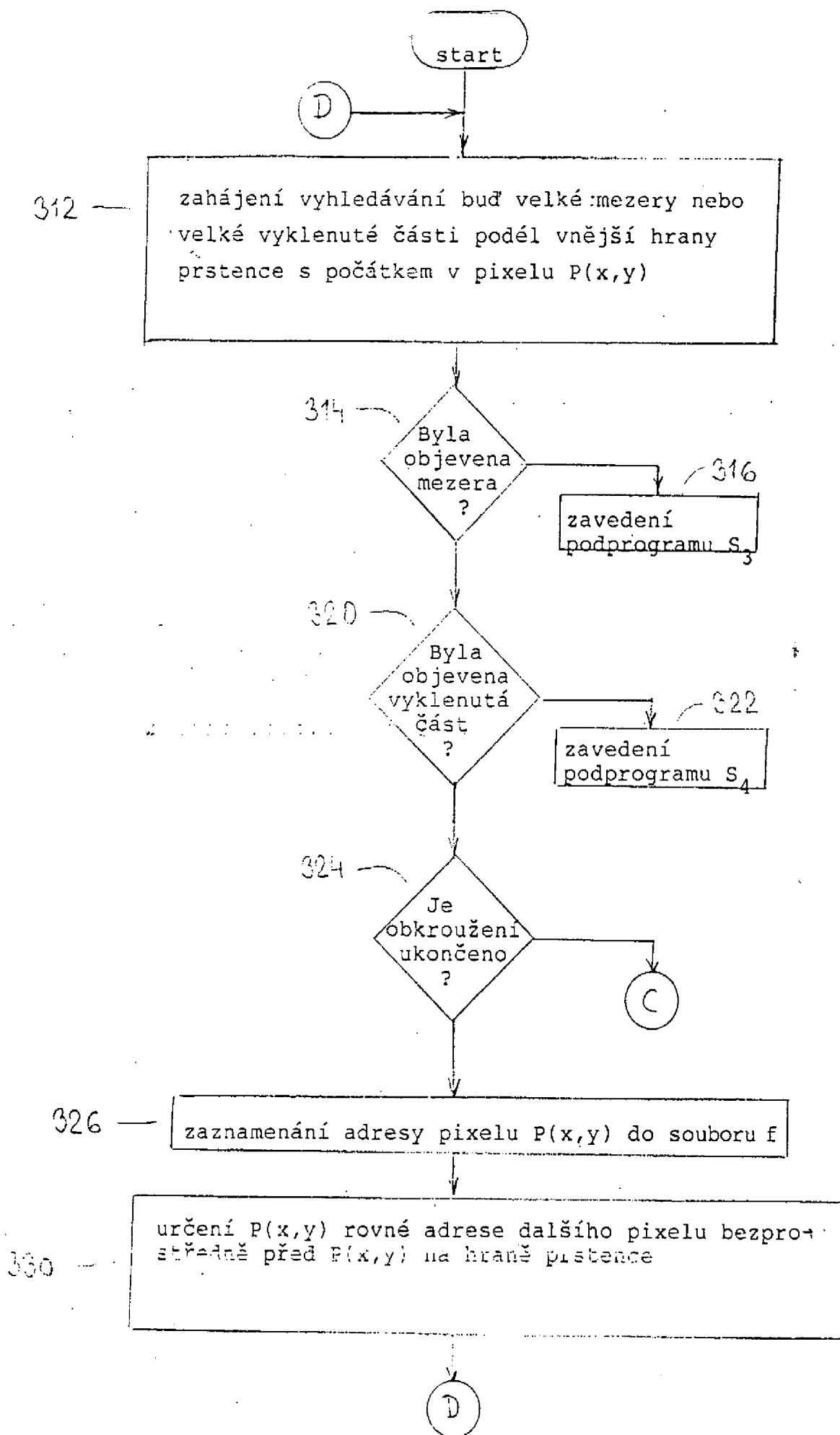
třetí
obkrou-
žení

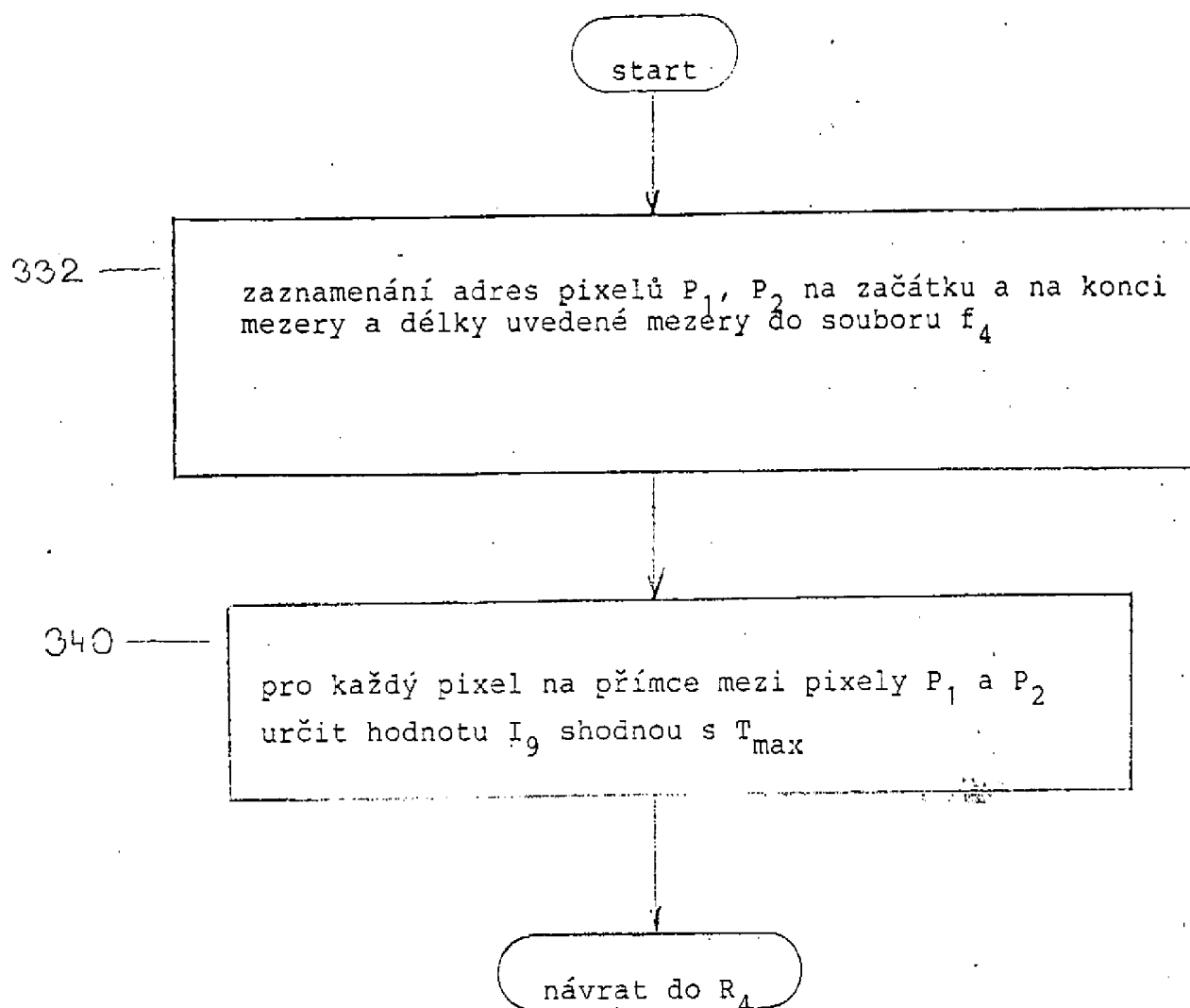
vyhledání defektů právě uvnitř vnější hrany prstence : prověřením průběžného průměru tloušťky vnější hrany - průzkum vedený radiálně směrem dovnitř ke středu prstence a vymazání nenulových bodů v původním obraze, které jsou právě uvnitř vnější hrany, t. j. přesahují střední tloušťku

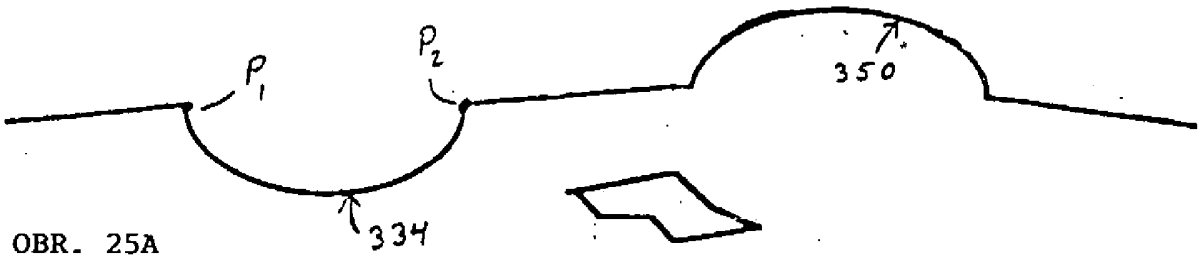
296

výstup

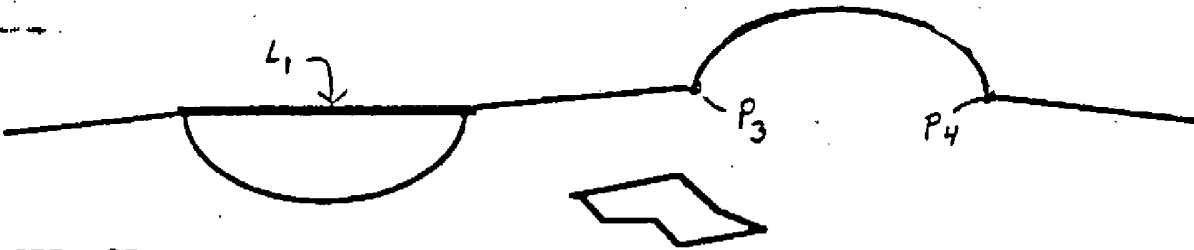




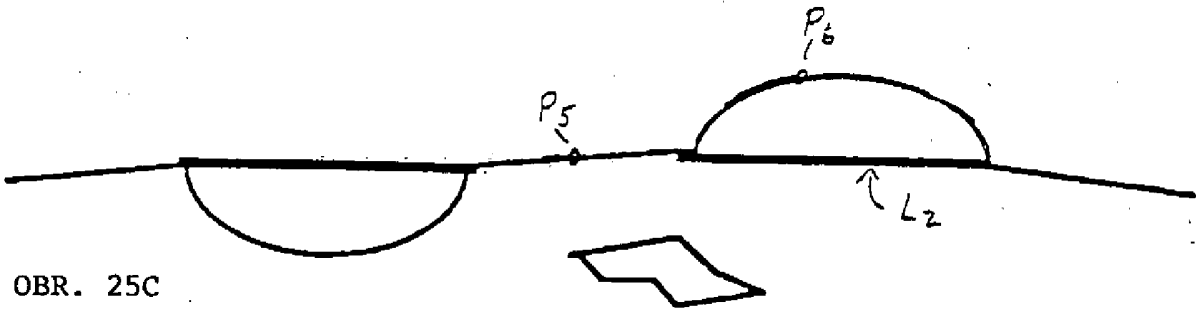




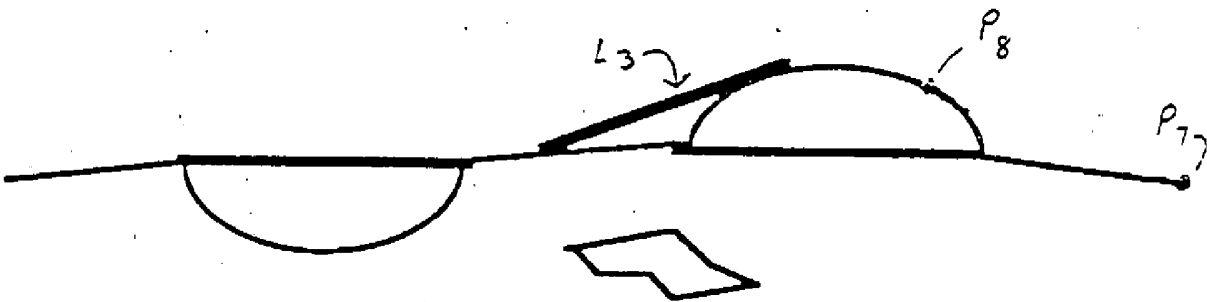
OBR. 25A



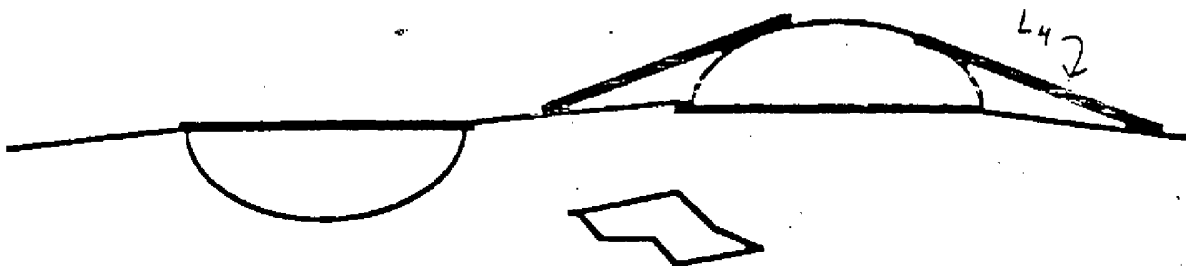
OBR. 25B



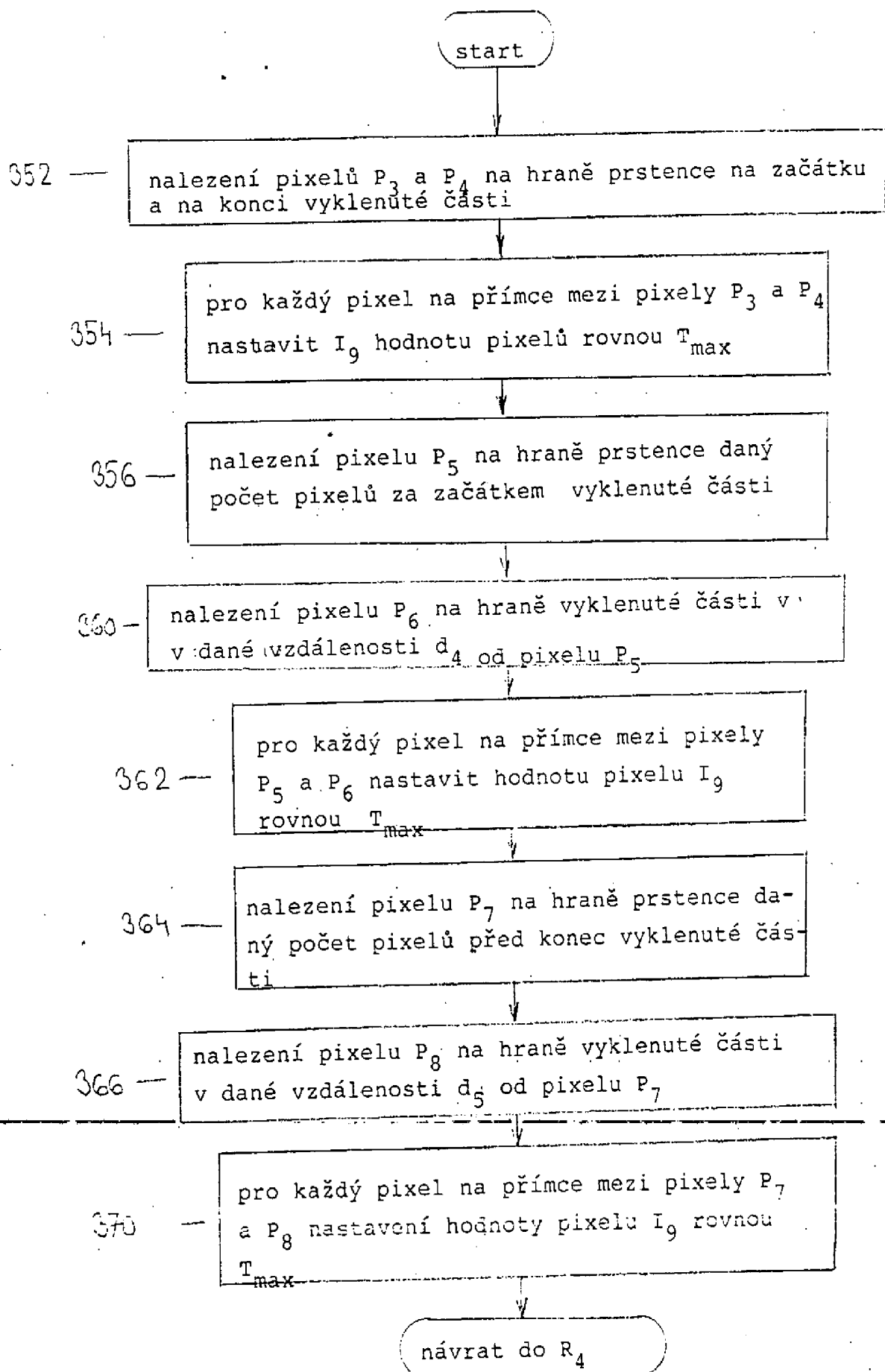
OBR. 25C

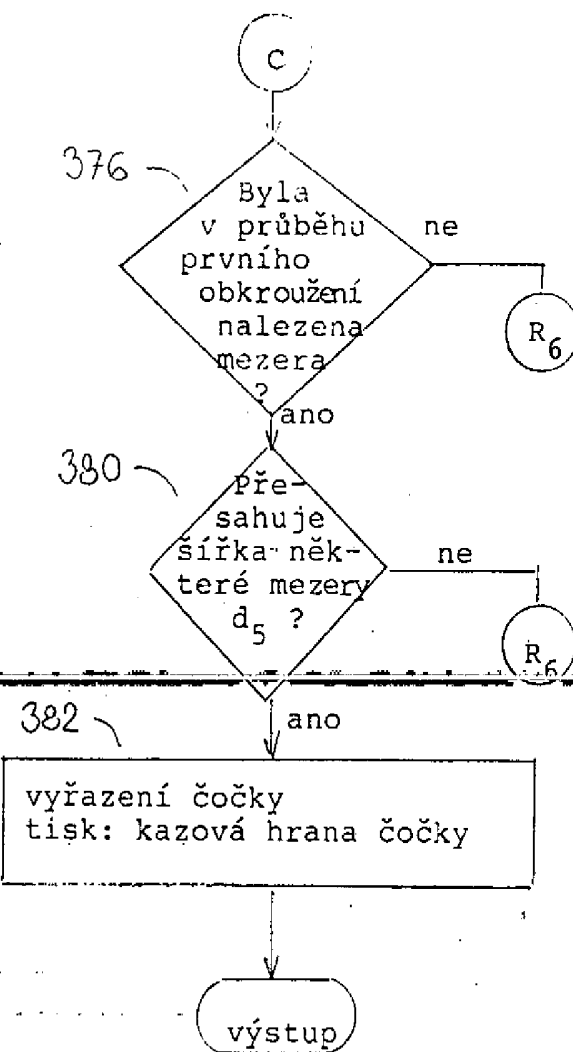


OBR. 25D

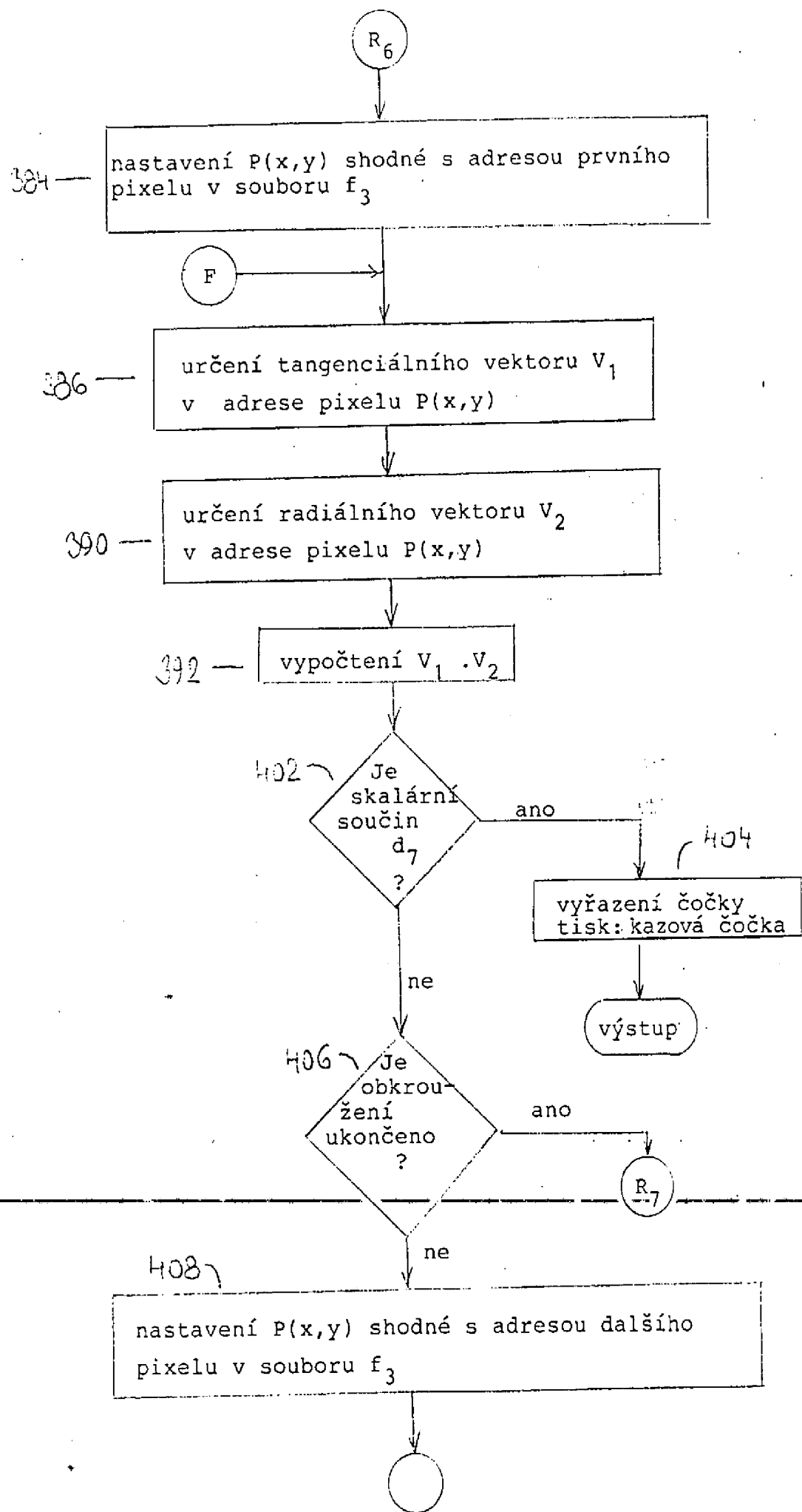


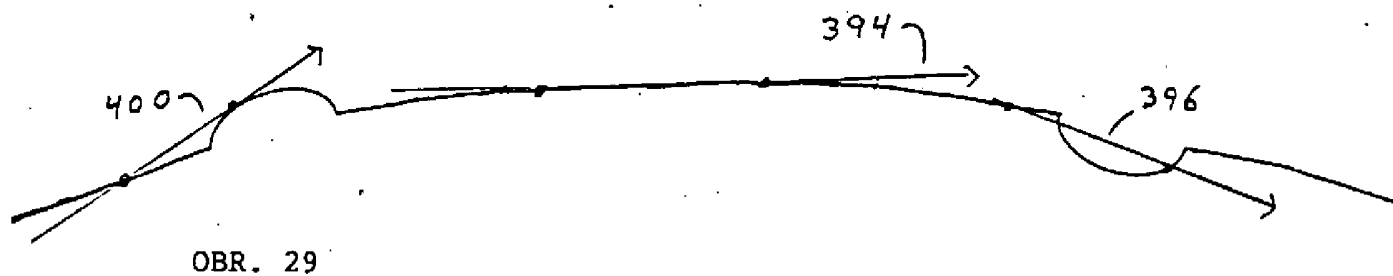
OBR. 25E



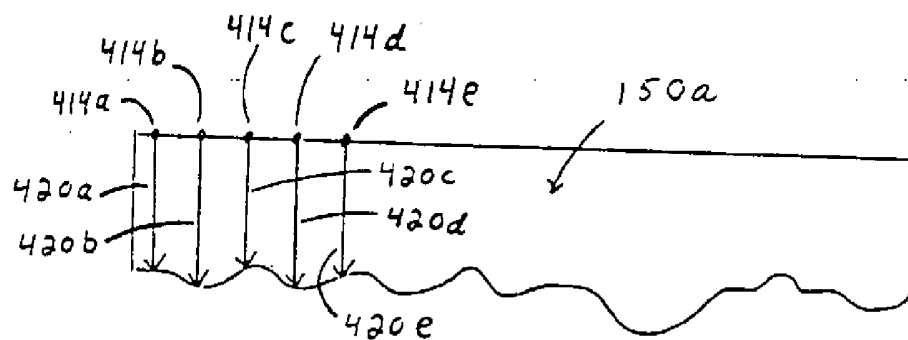


OBR. 27

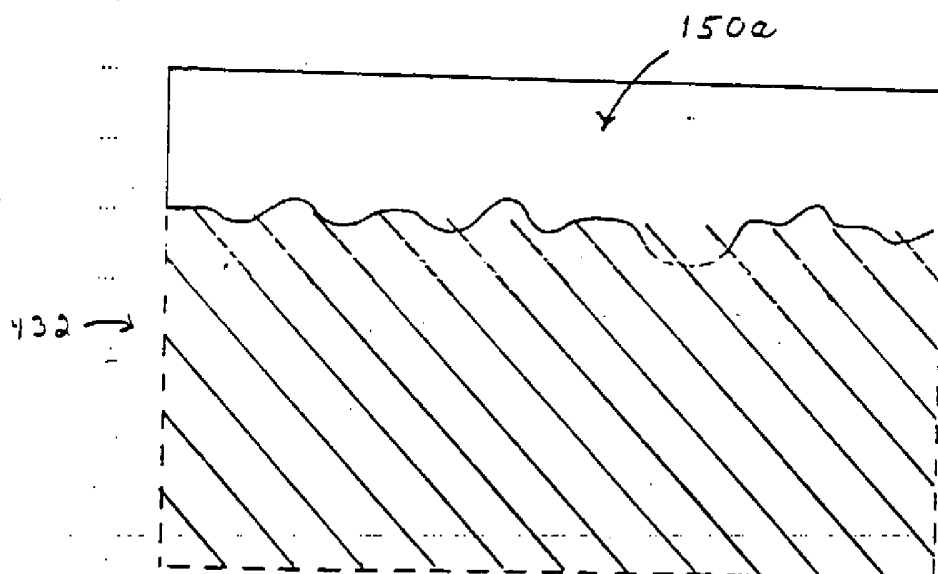




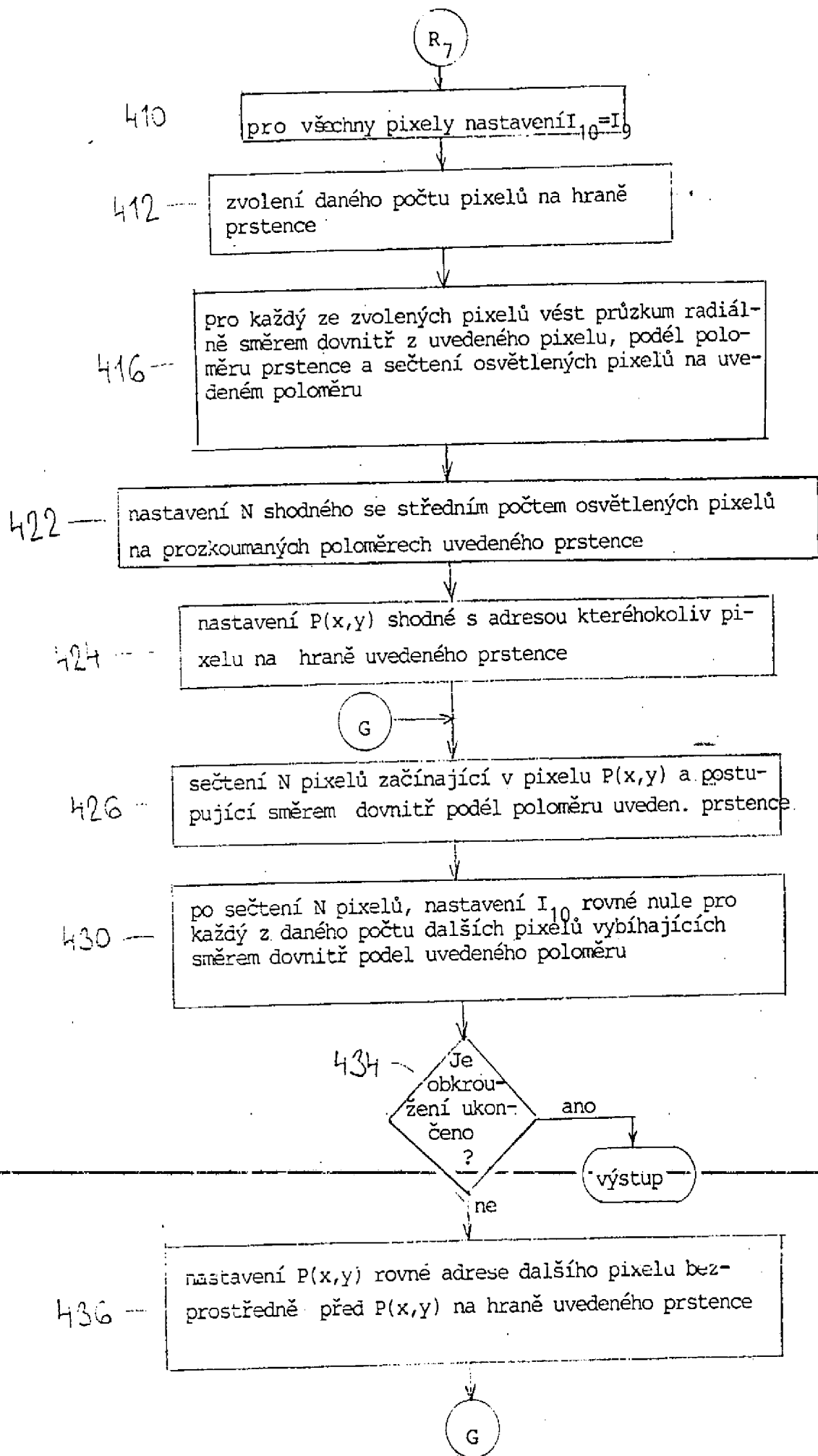
OBR. 29

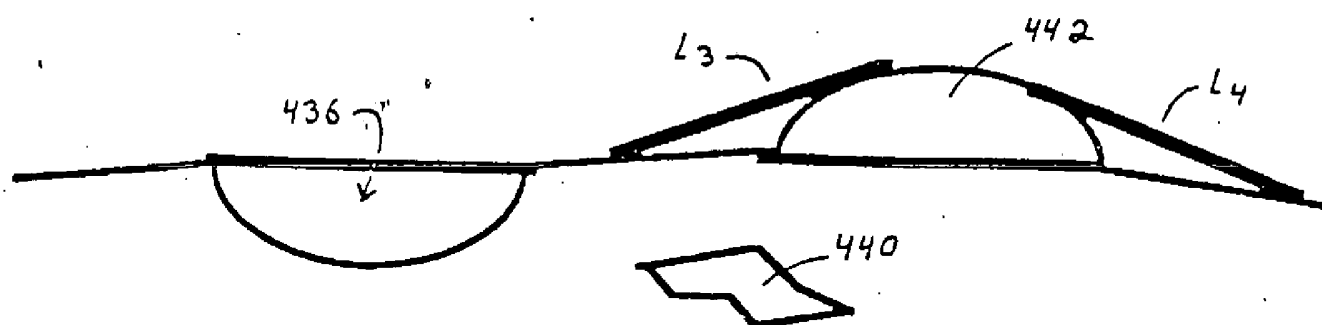


OBR. 31

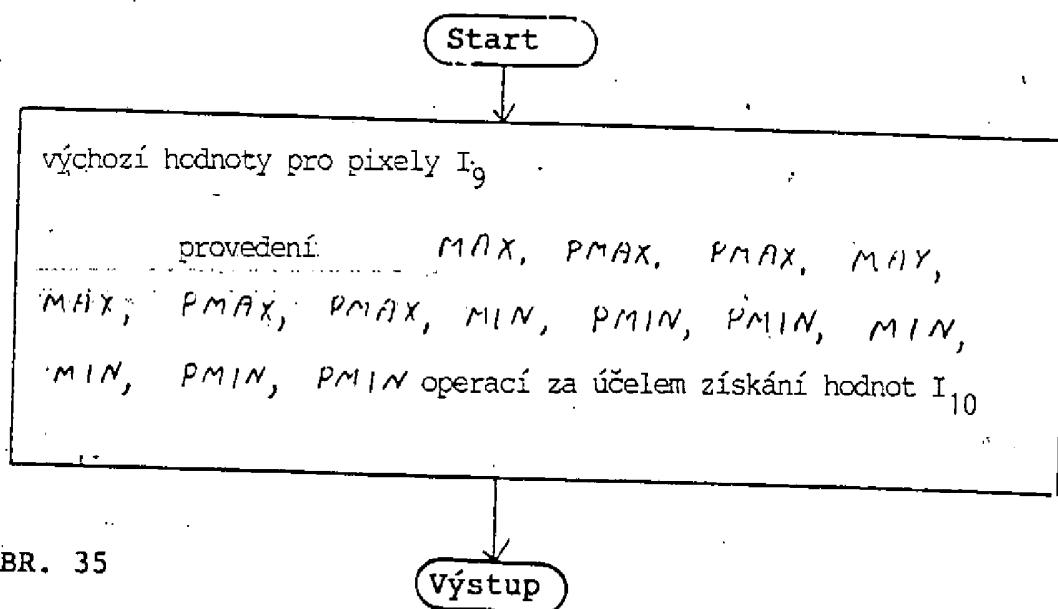


OBR. 32

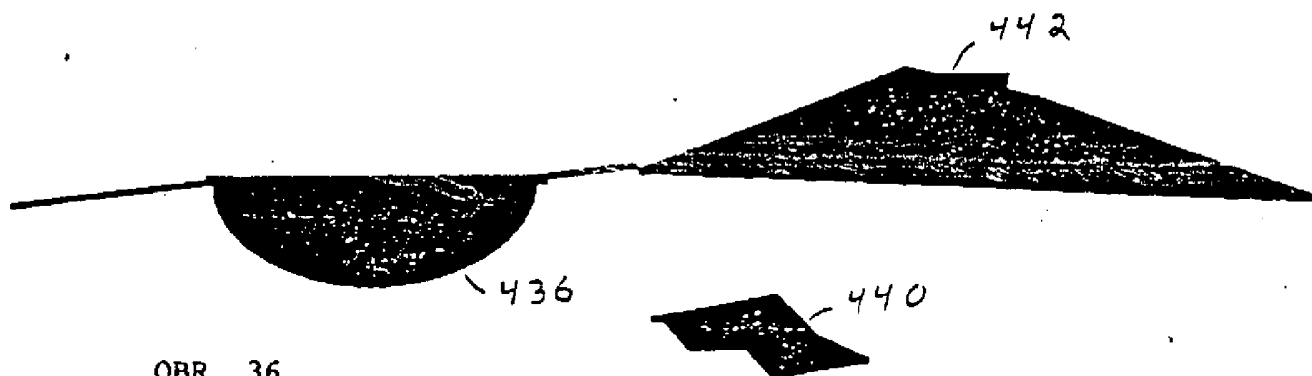




OBR. 33



OBR. 35



OBR. 36

7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
4	0	7	7	7	7	0	0
3	7	7	7	7	7	0	0
2	7	7	7	7	0	0	0
1	7	7	7	0	0	0	0
	1	2	3	4	5	6	7

OBR. 34A

MAX

7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	7	7	7	7	0	0
5	7	7	7	7	7	7	0
4	7	7	7	7	7	7	0
3	7	7	7	7	7	7	0
2	7	7	7	7	7	7	0
1	7	7	7	7	7	0	0
	1	2	3	4	5	6	7

OBR. 34B

P MAX

7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	7	7	0	0	0
5	0	7	7	7	7	0	0
4	7	7	7	7	7	7	0
3	7	7	7	7	7	7	0
2	7	7	7	7	7	0	0
1	7	7	7	7	0	0	0
	1	2	3	4	5	6	7

OBR. 34C

MIN

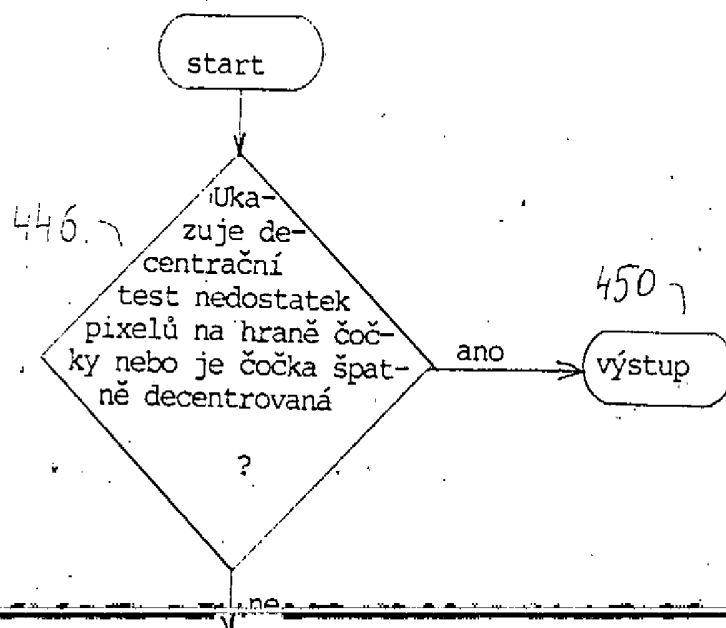
7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	7	0	0	0	0
2	7	7	0	0	0	0	0
1	7	7	0	0	0	0	0
	1	2	3	4	5	6	7

OBR. 34D

P MIN

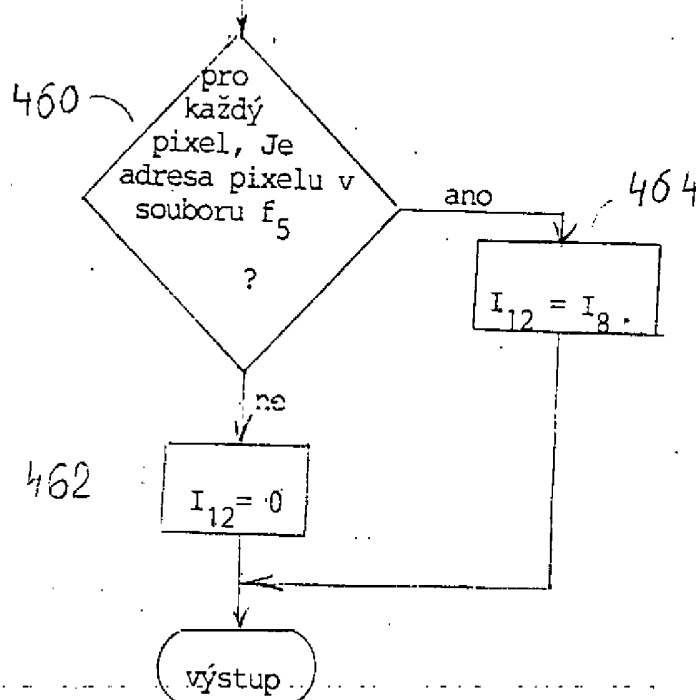
7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	7	7	0	0	0
3	0	7	7	7	0	0	0
2	7	7	7	0	0	0	0
1	7	7	0	0	0	0	0
	1	2	3	4	5	6	7

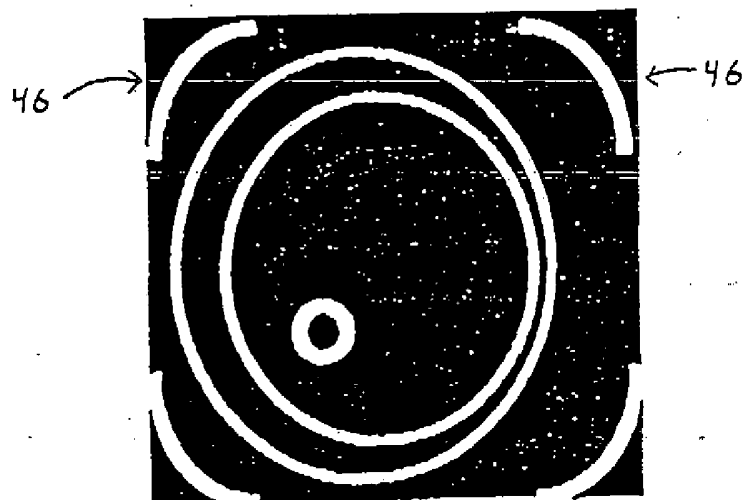
OBR. 34E



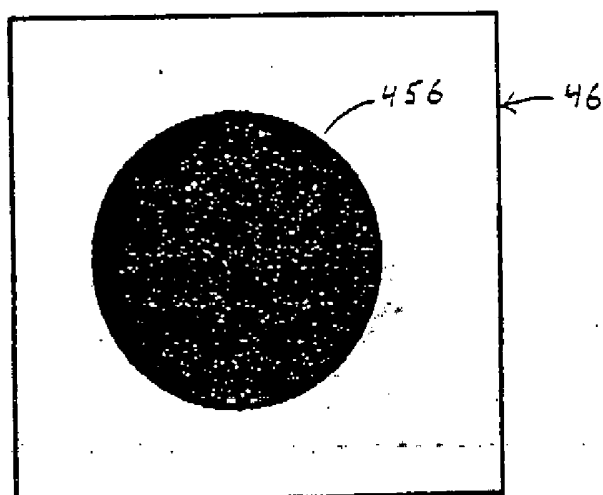
452 — získání souřadnic (x_0, y_0) středu kruhu slícovaného s vnější hranou prstence v decentračním testu

454 — zaznamenání adres všech pixelů uvnitř kruhu, majícího střed v (x_0, y_0) a poloměr r , do souboru f_5

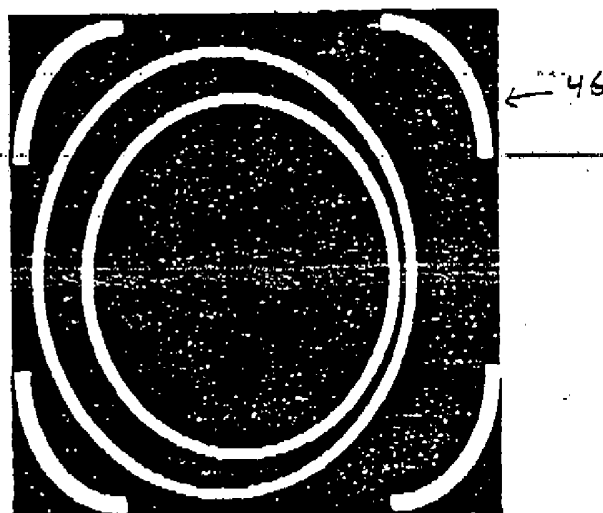




OBR. 38A

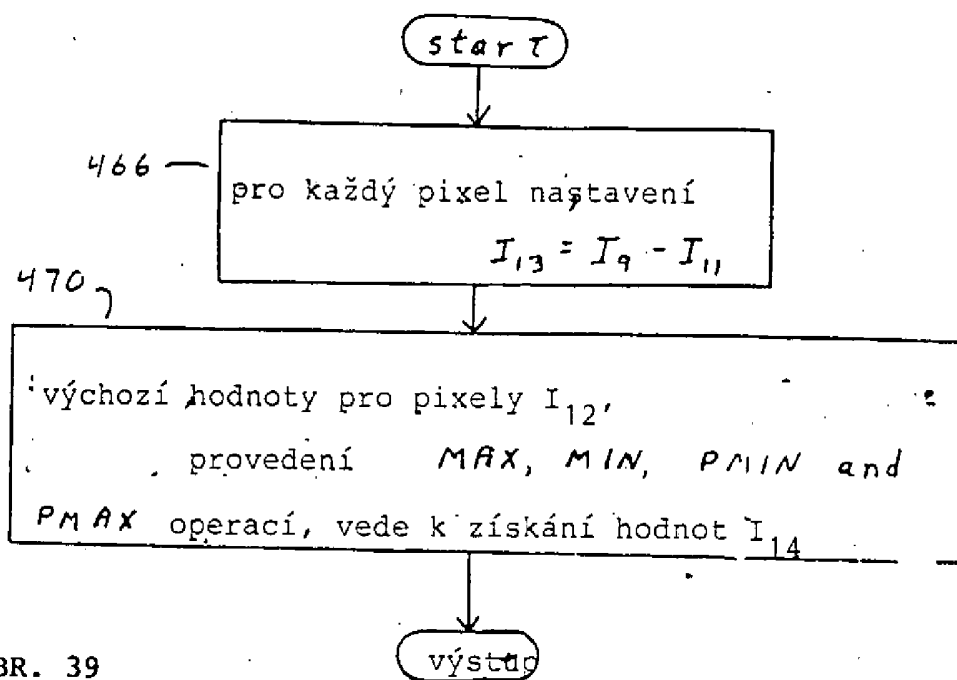


OBR. 38B



OBR. 38C

OBR. 39



OBR. 40A



OBR. 40C

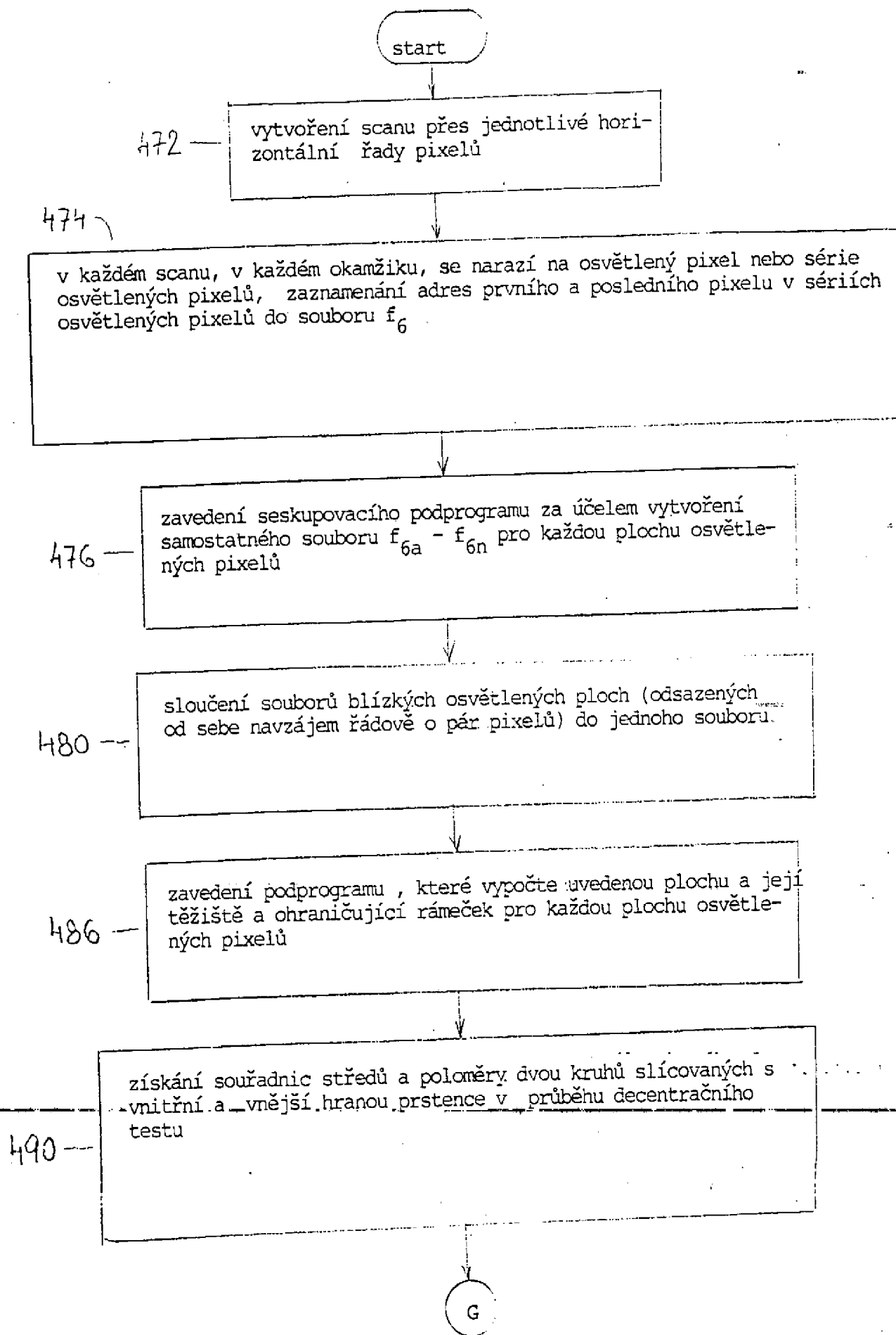


OBR. 40B



OBR. 40D





492 —

určení, zdali je těžiště každé plochy osvětlených pixelů i) uvnitř centrální zóny čočky (oblast uvnitř kruhu slícovaného s vnitřní hranou uvedeného prstence), nebo ii) v okrajové zóně čočky (oblast mezi kruhem slícovaným s vnitřní hranou a kruhem slícovaným s vnější hranou prstence)

494 —

porovnání velikosti každé plochy osvětlených pixelů s předem zvolenou minimální velikostí

496 —

vypočtení výstupního defektu (počet ploch osvětlených pixelů větší než uvedená minimální velikost)

500 —

zobrazení ploch osvětlených pixelů, přičemž plochy větší než uvedené minimum jsou znázorněny uvnitř ohraničujícího rámečku

502

Obsahuje čočka nějaké defekty?

504

signál pro vyřazení čočky

výstup



482



484



OBR. 42