

(19)



(10) **LT 5766 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5766**

(51) Int. Cl. (2011.01): **G01N 21/00**
H01L 21/00

(21) Paraiškos numeris: **2009 075**

(22) Paraiškos padavimo data: **2009 10 01**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2011 04 26**

(45) Patent paskelbimo data: **2011 09 26**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

Marko DÖRING, DE
Dr. Bernd SROCKA, DE

(73) Patent savininkas:

HSEB DRESDEN GmbH, Manfred-von Ardenne-Ring 4, 01099 Dresden, DE

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Jurga PETNIŪNAITĖ, AAA Baltic Service Company, J.Jasinskio g. 16A, LT-01112 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Tikrinimo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklausančias tikrinimo būdams, skirtiems tikrinti plokščius objektus su pasikartojančiomis struktūromis, ypač plokštelėms, apima šiuos žingsnius: šablono vaizdo sukūrimą, objekto paviršiaus vaizdo pasirinkimą, ir defektų aptikimą ant objekto paviršiaus lyginant objekto paviršiaus vaizdą su šablono vaizdu. Išradimas pasižymi tuo, kad šabloninio vaizdo sukūrimą atlieka taip: pasirenka pavyzdžio objekto skirtingų sekcijų (20) paviršių vaizdus (38), o sekcijas parenka taip, kad yra generuojami dauguma vaizdų pasikartojančios struktūros atitinkamose pozicijose; apskaičiuoja šabloninį vaizdą (46) visoms atitinkamoms pozicijoms apdorojant duomenis vaizdų individualių reikšmių vidurkio, vidurio ar kitai tipinei reikšmei gauti; ir pakeičia šabloninio vaizdo individualias reikšmes, kurios yra už tolerancijos ribų, ties šabloninio vaizdo atitinkama šablonine reikšme pagal šabloninę reikšmę.

Išradimas priklauso tikrinimo būdams, skirtiems tikrinti plokščius objektus su pasikartojančiomis struktūromis, ypač plokštelėms, apimantiems šiuos žingsnius:

- (a) šablono vaizdo sukūrimą;
- (b) objekto paviršiaus vaizdo pasirinkimą; ir
- (c) defektų aptikimą ant objekto paviršiaus, lyginant objekto paviršiaus vaizdą su šablono vaizdu.

Įvairiose pramonės šakose plokšti gaminiai dėl defektų yra tikrinami optiniais vaizdo gavimo būdais. Tai kaip vienos iš tokių galėtų būti plokštelės puslaidininkių ir saulės baterijos elementų pramonėje. Plokštelės yra puslaidininkinių, stiklo, juostų arba keraminių medžiagų diskai. Tam tikrose pritaikymo srityse plokštelės paprastai yra tikrinamos visiškai arba bent didžiojoje paviršiaus dalyje. Toks tikrinimas yra vadinamas makrotikrinimu. Šoninė skyra, reikalinga populiariems defektams atpažinti, didėja toliau vystantis pagrindinės produkcijos technologijoms. Paprastai 5 μm skyra yra būtina makrotikrinimui vėlesnėse technologijose. Tuo pačiu metu plokštelių tikrinimui yra pageidaujami įrenginiai su aukštu pralaidumu.

Šiuo metu žinomos makrotikrinimo sistemos atitinka arba aukšto pralaidumo reikalavimus arba pageidaujamą skyrą, bet deja, ne abu tuo pačiu metu. Todėl egzistuoja poreikis greitesnei makrotikrinimo sistemai su vienalaikė patobulinta skyra.

Analogiški reikalavimai egzistuoja kitose pramonės šakose. Vaizdai dėl defektų plokščių pramonėje turi būti tikrinami gaminimo metu. Vaizdo gavimo būdai dažnai parodantys visą vaizdą ten yra naudojami defektų nustatymui. Elektros pramonėje montavimo plokštės dėl defektų yra tikrinamos optiniais būdais testuojamų objektų sekoms, ypač montavimo plokštėms.

Greito tikrinimo poreikis dideliame kiekiui dažniausiai panašių testavimo objektų yra bendras visų tų pritaikymų požymis. Tokie objektai yra montavimo plokštės, puslaidininkių plokštelės, saulės baterijos elementai, vaizdai ir panašiai. Jutiklių panaudojimas testuojamų objektų didelių vaizdų generavimui yra taip pat bendras pritaikymų požymis. Priklausomai nuo esamo defekto rūšies, vaizdai turi būti generuojami optine vaizdus nuimančia sistema,

taip pat ir taškinio veikimo jutikliais. Optinį vaizdą nuimančios sistemos, pavyzdžiui, yra matricos arba linijinės kameros. Taigi, veikimo jutikliai yra, pavyzdžiui, detektoriai, skirti optinių spindulių, mikrobangų arba garso bangų atspindžiui. Gali būti naudojami taip pat ir magnetiniai jutikliai.

Technikos lygis

Paprastai yra tikrinama daugybė tos pačios rūšies plokštelių arba kitokių objektų. Tuo atveju žinomi būdai naudoja ypač geros kokybės plokšteles kaip šabloną, kuris gal būt neturi defektų. Tai yra tokių būdų trūkumas, nes tokios neturinčios defektų plokštelės yra ne visuomet tinkamos. Taigi defektų tikrinimo ir nustatymo automatizavimas yra negalimas.

Paraiškoje WO 00/04488 (autorius Rudolph) yra atskleistas būdas šablono vaizdui generuoti, naudojant daugybės žinomų geros kokybės plokštelių optinį stebėjimą. Nežinomos plokštelės yra tikrinamos naudojant modelį, kuris sukuria tokio šablono vaizdo naudojimą.

US 4 644 172 (autorius Sandland) atskleidžia tikrinimo būdą, kuriame šablono vaizdas yra parenkamas rankiniu būdu per gamybinę patirtį ir saugomas. Tikrinimas yra vykdomas iš anksto pasirinktoje geometrijoje ir lyginamas su saugomu šablono vaizdu. Yra skaičiuojamos vidutinės reikšmės ir standartinis nuokrypis.

Išradimo esmė

Išradimo tikslas yra pateikti patikimą automatizuotą defektų nustatymo būdą, kur šablono vaizdams generuoti nebūtų naudojamos tobulai paruoštos plokštelės ir daugybė geros kokybės plokštelių. Pagal pateiktą išradimą šis tikslas pasiekiamas sukuriant šablono vaizdą pagal (a) žingsnį atliekant:

(d) pavyzdžio objekto skirtingų sekcijų (20) paviršių vaizdų (38) pasirinkimą, sekcijos yra parenkamos taip, kad būtų generuojami dauguma pasikartojančios struktūros vaizdų atitinkamose pozicijose;

(e) šabloninio vaizdo (46) apskaičiavimą visoms atitinkamoms pozicijoms, apdorojant duomenis vaizdų individualių reikšmių vidurkio, vidurio ar kitai tipinei reikšmei gauti; ir

(f) šabloninio vaizdo individualių reikšmių, kurios yra už tolerancijos ribų, pakeitimą ties šabloninio vaizdo atitinkama šablonine reikšme pagal šabloninę reikšmę.

Pagal ašį būdą galima suvokti, kad plokštelės ir daug kitų objektų turi pasikartojančias struktūras, kurios gali būti panaudotos. Tokios pasikartojančios struktūros yra, pavyzdžiui, formos. Tinkamas sekcijų pasirinkimas tikrinimui užtikrina, kad kiekviena sekcija atitiktų daugybei atitinkamų sekcijų skirtingose pozicijose toje pačioje plokštelėje. Geriausiam, defektų neturinčiame objekte visos sekcijos galėtų sukurti identiškus vaizdus. Todėl atitinkamos sekcijos gali tarnauti kaip šablonas tarp jų. Įprastai defektai pasitaiko ant objekto, kuris turi būti vertinamas, kai šablono vaizdas yra apibrėžiamas atitinkamų sekcijų vaizdais. Pagal šį išradimą tai yra veikama pakeičiant šabloninio vaizdo individualias reikšmes, kurios yra už tolerancijos ribų, ties šabloninio vaizdo atitinkama šablonine reikšme pagal šabloninę reikšmę. Kitais žodžiais tariant, jeigu reikšmė žymiai nukrypsta nuo vidurkio reikšmės, ji yra pakeičiama vidurkio reikšme. Tolerancijos riba yra parenkama pagal aplinkybes. Tai gali būti pritaikoma arba reikšmė paslenkama dinamiškai. Būdas pagal pateiktą išradimą nereikalauja brangių, neva neturinčių defektų plokštelių ir nereikalauja daugybės gerų plokštelių.

Būdas ypač tinkamas, jeigu pakeičiamos struktūros yra ant suformuotos štampu plokštelės.

Ypač vertoje išradimo modifikacijoje sekcijų dydis kiekviena kryptimi yra parinktas tokiu būdu, kad sekcijų kartotinumai atitiktų pasikartojančių struktūrų dydžio kartotinumą kiekviena kryptimi. Paprasčiausias pavyzdys yra pavyzdys, kur sekcijos dydis yra lygus formos dydžiui. Kadangi yra pagaminta daugybė skirtingų formų formatų, formų dydis iš esmės yra skirtingas vaizdo dydžiui. Sekcijų dydis dėl to yra skirtingas negu pasikartojančių struktūrų dydis. Pavyzdžiui, sekcijų $n \times m$ (n, m sveiki skaičiai) dydis gali būti formos dydis $i \times j$ (i, j sveiki skaičiai). Tuomet čia yra $n \times m$ skirtingos sekcijos, kur šablono vaizdas yra apibrėžtas kiekvienai sekcijai.

Ypač patogioje išradimo modifikacijoje tolerancijos ribos yra kartotinės, ypač šabloninio vaizdo individualių vaizdų standartinės nuokrypos 2-4 kartus, ir ypač 3 kartus. Tolerancijų ribos taip pat gali būti išreikštos slenksstinio vaizdo forma pagal žemiau aprašytą būdą.

Šablono vaizdo generavimas vyksta verčiau reguliariais laiko intervalais kiekvienai objekto rūšiai. Taigi, ilgas nustatytas laikas veikia ir į reikšmes yra atsižvelgiama. Šablono vaizdų generavimui galima naudoti patį tikrinamą vaizdą, kur šabloninis vaizdas yra

nebūtinai ir yra atpažįstama, pažymima nustatyto ilgo laiko tendencija ir gali būti tuo pat metu automatiškai kompensuojama vietinių defektų suradimui.

Kitose išradimo modifikacijose sekcijos iš dalies sutampa. Taigi, duomenų apdorojimo klaidos ties briaunomis ir kraštais gali būti sumažinamos.

Ypač vertingoje išradimo modifikacijoje pavyzdinis objektas yra vienas iš objektų, kurie tikrinami tuo pačiu metu. Atskiros šabloninės plokštelės nereikia.

Geriau, kai sekcijos yra parenkamos tokiu būdu, kad keletas vaizdų būtų generuojama individualioms pasikartojančių struktūrų pozicijoms.

Ypatingai tinkamoje išradimo modifikacijoje būdas papildomai apima žemiau aprašytus žingsnius, kur

(a) pavyzdinio objekto vaizdus dar parenka kiekvienai sekcijai, kurie yra perstumiami šios sekcijos originalaus vaizdo atžvilgiu atstumu žemiau skyros ribos;

(b) slenkstinį vaizdą apskaičiuoja visiems vaizdams, pasirinktiems pagal (a) žingsnį kiekvienai sekcijai apskaičiuojant standartinį nuokrypį arba kitą vaizdų individualių reikšmių reprezentuojantį nuokrypį, kur individualios reikšmės nuokrypiams slenkstiniame vaizde, kuris yra už tolerancijos ribų ties slenkstinio vaizdo atitinkama slenkstine reikšme, yra pakeistos slenksčiu, ir

(c) suranda defektus pozicijoje, kur skirtumas tarp pasirinkto vaizdo ir šabloninio vaizdo yra didesnis negu atitinkamas slenkstinio vaizdo slenkstis.

Šioje išradimo modifikacijoje individualus kintantis slenkstis yra priskiriamas kiekvienam taškui. Slenkstis ties briaunom ir kraštais yra šiek tiek didesnis dėl to, kad naudotų perstumiamus vaizdus, jeigu slenkstis yra žemiau. Tokiu būdu yra galimas veikimas, esant aukštam jautrumui, atitinkančiam žemą slenkstį, kai nesurandamos artifaktų defektų formos prie briaunų. Slenkstis yra pasiektas pasirenkant vaizdus, kurie yra perstumti subpikslio ribose. Yra apibrėžiamas tokio vaizdo standartinis nuokrypis ir slenkstis yra nustatomas kiekvienam jo taškui.

Kitoje išradimo modifikacijoje spalvotų variantų vaizdai yra pasirenkami kiekvienai sekcijai. Spalvotų variantų vaizdai yra generuojami prie automatinės maskuotės paviršių, kurie skirtingai reaguoja į proceso pasikeitimus. Jie taip pat yra pritaikomi korekcijoms arba apdoroti duomenis su įvairiais parametrais ir (arba) algoritmais. Plokštelė su plonu oksido sluoksniu, pavyzdžiui, reflektuoja skirtingose spalvose su įvairuojančiu oksido sluoksnio storio per trukdžių įtakojimą, nors šis poveikis neveikia metalo paviršių. Toks stiprus spalvų variacijų poveikis gali būti nustatytas automatiškai, pavyzdžiui, apibrėžiant paviršių aukštesniu standartiniu nuokrypiu arba kita tinkama statistine signalo vertinimo reikšme.

Ypatingai geroje išradimo modifikacijoje pasirinkti vaizdai yra apdorojami vaizdo apdorojimo būdais ir tam tikrame lygiame arba palenktame į briauną pastiprinime prieš tai, kai yra apskaičiuojamas vidurkis arba standartinis nuokrypis arba kita tipiška reikšmė

Kitos išradimo modifikacijos yra priklausomų apibrėžties punktų objektas. Įgyvendinimas yra detaliai aprašytas žemiau, pasinaudojant nuorodomis į pateiktus brėžinius.

Trumpas brėžinių aprašymas

Fig.1 yra pateiktas dalies stebimo paviršiaus su formomis, kur yra pažymėtos sekcijos, scheminis vaizdas.

Fig.2 yra pateikta vyksmo diagrama, iliustruojanti būdą generuoti šabloninį vaizdą (auksinį vaizdą).

Fig.3 a-d yra pateikta vyksmo diagrama, detaliai iliustruojanti apdorojimo žingsnius šabloninio vaizdo generavimui.

Fig.4 yra pateikta vyksmo diagrama, iliustruojanti būdą vaizdo duomenims apdoroti defektams nustatyti.

Išradimo įgyvendinimo aprašymas

Išradimo įgyvendinimas yra aprašomas remiantis plokštelėmis, turinčiomis pasikartojančių formų struktūras. Tokios plokštelės su formų struktūromis yra iš esmės žinomos. Figūroje 1 schemiškai pavaizduota dalis plokštelės paviršiaus, kuris paprastai pažymėtas numeriu 1. Dalis apima formos struktūrą, paženklintą nepertraukiama plona linija 12. Formos struktūra šioje dalyje vaizduoja – per pavyzdį – 63 formas, gaunamas iš 7 stulpelių 14 ir 9 eilių 18.

Tam, kad nustatytų defektus, plokštelė yra apžiūrima tinkama kamera, tokia kaip linijinis detektorius arba CCD – srities detektorius, ir tinkamu optiniu rinkiniu žinomu būdu. Vaizdas yra generuojamas kamera sekcija po sekcijos arba padalinamas į dalis. Kiekviena sekcija šiame konkrečiame įgyvendinime atitinka 11 milijonų pikselių. Kaip pavyzdys 12 sekcijų yra pavaizduota figūroje 1, panaudojant brūkšnines linijas 26, kurios yra padalintos į 3 linijas 22 ir 4 stulpelius 24.

Sekcijų 20 dydis yra pasirenkamas taip, kad keturių sekcijų plotis yra būtent šešių formų plotis ir trijų sekcijų aukštis yra būtent penkių formų aukštis. Tokiu būdu vaizdas yra pasirenkamas ant visos plokštelės. Gali būti atpažįstama, kad formos struktūra pasirinkta iš sekcijos 28 atitinka 30 sekcijos formos struktūrą, kuri gali būti pasirinkta trimis sekcijomis žemiau. Yra sekcijų kiekis, atitinkantis pasikartojančių sekcijų 3×4 modelio kiekį. Kiekviena iš šių atitinkančių sekcijų gali būti panaudota kaip šablonas kitoms sekcijoms, jeigu plokštelė yra tiksli.

Figūroje 2 yra pavaizduotas pagrindinis būdas šablono vaizdui (auksiniam vaizdui) generuoti. Pirmiausia bet kuri iš plokštelių su pasikartojančia struktūra yra patalpinta ant plokštės 32. Plokštelė yra sureguliuota ant plokštės 34. Tuomet plokštė yra perkeliama į sutartą poziciją 36. Šioje pozicijoje plokštelės paviršiaus sekcijos vaizdas yra pasirinktas 38. Pasirinktas vaizdas yra koreguojamas bendraisiais ir žinomais vaizdo apdorojimo būdais dėl vaizdo gavimo klaidų. Tokios klaidos yra, pavyzdžiui, šešėlių koregavimas arba baltumo balansas. Šešėlių korekcija yra optinio pluošto krašto šešėliavimo korekcija. Baltumo balansas yra koregavimas kameros priklausomybės nuo bangos ilgio klaidų. Plokštė yra perkeliama į kitą poziciją kai pasirenkamas sekcijos 36 vaizdas ir kitos sekcijos vaizdas yra pasirenkamas 38. Tai yra kartojama visoms sekcijoms 48.

Tuomet, tai yra kalkuliuojama kiekvienai sekcijai iš vaizdų, jeigu sekcija yra „užmaskuota“ 42, tai yra, jeigu apibrėžtos reikšmės yra naudojamos kiekvienai sekcijai arba

jeigu tai yra pakeista centriniiais arba vidurkio atitinkamais kitais atitinkančiais vaizdais. Centrinis dydis arba vidurkis yra naudojamas sekcijoms, kur reikšmių nukrypimas didesnis negu pateiktas slenkstis iš centrinio dydžio arba vidurkio 44. Tokios reikšmės yra surinktos po to šablono vaizde 46.

Figūroje 3 detaliau pavaizduotas šabloninio vaizdo kalkuliavimas. Patalpinus plokštę 36 eilutės kameros vaizdas 50 yra pasirenkamas pirmiausiai. Po Bayer – interpoliavimo 52 yra pasirenkamas raudonas vaizdas 54, žalias vaizdas 56 ir mėlynas vaizdas 58. Antraip, trijų spalvų kanalo vaizdai gali būti tiesiogiai generuojami 3-CCD-lustine kamera. Tolimesnis kalkuliavimas yra vykdomas atskirai tuose trijų spalvų kanaluose. Tie spalvoti vaizdai 52, 54 ir 56 yra kopijuojami į atitinkamą atmintį 60, 62 ir 64. Kitaip sakant, vidurkio reikšmė yra kalkuliuojama iš atitinkamų sekcijų 66, 68 ir 70 reikšmių ir tarpuojant talpinama 74, 76 ir 78. Žingsniai 36 ir 50 iki 70 yra kartojami visoms sekcijoms 72. Kaip pasekmė vidurkiai yra gaunami kiekvienai spalvai ir individualioms reikšmėms kiekvienai sekcijai.

Saugomi individualūs vaizdai tuomet yra normalizuojami kiekvieno vaizdo visų vidurkių atžvilgiu. Šiam tikslui kiekvienas vaizdas dauginamas iš tos pačios spalvos kanalo visų vaizdų visų pikselių vidurkių santykio ir faktinio spalvoto individualaus vaizdo pikselių vidurkio. Tas yra būtina eliminuojant didelius spalvotus trendus, kurie yra netinkami nustatant defektus. Tokie spalvoti trendai gali būti generuojami, pavyzdžiui, padarius nedidelius tikrinamo objekto viršutinių medžiagos sluoksnių sluoksniu storio pakeitimus. Nepaisant šio žingsnio, atsirastų skirtumai tarp individualių atitinkamų vaizdų ir šablono pozicijos iškraipymas. Formulė nurodyta figūroje 3b.

Kitame žingsnyje yra pridedami individualūs vaizdai. Šis žingsnis yra vadinamas „ pridėti prie buferio“. Vidurkio vaizdas po to yra kalkuliuojamas dalinant sumą iš vaizdų kiekio. Šis žingsnis yra vadinamas „1/sidabrinis vaizdas CountMax“.

Pakankamos nuokrypos reguliavimui slenkstis yra kalkuliuojamas kiekvienam individualiam vaizdui. Tai gali būti pasiekama naudojant tik vaizdus, naudojamus auksinių vaizdų generavimui, kaip pavaizduota figūroje 3. Tai taip pat gali būti pasiekama pasirenkant papildomus vaizdus su subpikslio slinktimi, kuri buvo sąmoningai generuota. Tokie subpikslio slinkties vaizdai yra generuojami su atsitiktine pozicionavimo slinktimi viduje

gerai apibrėžtos srities. Jie gali būti pasirenkami tuo pačiu vaizdo pasirinkimo keliu. Pavyzdžiui, taip: 1 × pozicionavimas tiksloje pozicijoje; 1 × pozicionavimas su perstūmimu. Jie gali būti pasirenkami skirtingu keliu po to. Dar daugiau, gali būti pastebėta, kad tikras perstūmimas tarp atitinkamų vaizdų vyksta per ribotą kiekvienos mechaninės plokštės sistemos pozicionavimo tikslumą. Šis postūmis generuoja tokį patį principinį rezultatą, kaip ir sąmoningai generuotas postūmis. Jeigu šis neišvengiamas pozicionavimo netikslumas yra per mažas taikomiesiems vaizdams, kurie turi būti pasirenkami su sąmoningu perstūmimu, vis tiek jis gali būti panaudotas. Šio aptarimo tikslas yra pakelti slenkstį prie kraštų ir apvadų tokiu laipsniu, kur mažų kraštų produktai yra interpretuojami kaip defektai, kol slenksčio reikšmė tarp jų lieka žema tam, kad būtų garantuotas aukštas jautrumas.

Slenksčio vaizdų kalkuliavimui standartinis nukrypimas yra generuojamas kiekvienam individualiam vaizdai, naudojant atitinkamų kitų vaizdų skirtingus stačiakampius minus vidurkio dydį ir normalizuojant pagal formulę figūroje 3c. Šis Sdev – vaizdas (Sdev – standartinis nukrypimas) yra gaunamas dauginant iš parametro „faktorius“ ir naudojant parametą „slenkstis“ kiekvienam individualiam vaizdai.

Maskavimo kiekvieno individualaus vaizdo generavimui individualaus vaizdo („Sidabrinio vaizdo Buferis“) ir vidurkio dydžio vaizdo („Avg Buferis“) skirtumas yra palygintas su atitinkamu slenksčio vaizdu. Visos skirtuminės reikšmės slenksčio +/- srityje apie vidurkio dydį yra maskuotos su „1“ ir prisideda prie šabloninio vaizdo vėlesnėje pakopoje. Visos kitos maskuočių vaizdų reikšmės yra „0“.

Šabloninis vaizdas „auksinis vaizdas“ yra suformuotas visiems individualiems vaizdams „sidabriniai vaizdai“ panaudojant visus produktus „sidabrinis vaizdas“ * „maskavimo reikšmė“ kiekvienai pikselio reikšmei ir normalizuojant vaizdų skaičiumi, kurie yra aktyviai maskuoti šiam pikseliui (žiūr. fig. 3d). Tokiu būdu tik aktyvių vaizdų rinkinys „1“ yra pridedamas prie šabloninio vaizdo ir tuo pat metu normalizavimas yra palaikomas vienodame lygyje.

Tokiu būdu gaunami spalvoto kanalo šabloniniai vaizdai tuomet gali būti panaudoti tikrinamų vaizdų nustatymui arba individualiam, arba surenkant vaizdus spalvoto vaizdo sudarymui.

Figūroje 4 pavaizduotas detalesnis defektų suradimas panaudojant šabloninį vaizdą, gautą tokiu būdu.

Po plokštelės pakrovimo ir reguliavimo, plokštė yra patraukiama taip, kad tikrinamų vaizdų modelis, dengiantis visą paviršių, pasirenkamas iš tikrinamo ploto, kuris turi būti visa plokštelė arba jos dalis. Vaizdo pasirinkimo pozicija yra parinkta pritaikyti pozicijas šabloninių vaizdų pasirinkimui. Tikrinamieji vaizdai yra koreguojami dėl vaizdo klaidų, tokių, kaip šešėliavimo korekcija ir baltumo balansas su tais pačiais vaizdo apdorojimo būdais ir parametrais, taip jie naudojami ir šabloniniams vaizdams.

Vidurkis arba vaizdo vidurys yra kalkuliuojamas atpažinti ir kompensuoti didžiuosius spalvos trendus ir jie yra normalizuojami šabloninio vaizdo atžvilgiu, panaudojant saugomą atitinkamo šabloninio vaizdo, tai yra šabloninio vaizdo, kuris buvo generuotas faktinei sekcijai, vidurkį.

Skiriamasis vaizdas tarp tikrinamojo ir šabloninio vaizdo yra kalkuliuojamas ir filtruojamas su vaizdo apdorojimo būdais, kaip antai maskavimo plotai, kurie yra neįdomūs, ir dvigubinamas lyginant su atitinkamu slenksčio vaizdu. Sudvigubintame vaizde, generuotame tik tokiu būdu, tokios pikselio reikšmės, kur skirtumo dydis tarp tikrinamo ir šabloninio vaizdo yra didesnis negu atitinkamas slenkstis prie šio pikselio padėties, yra pažymėtos „1“. Visos kitos vaizdo reikšmės yra „0“. Visi plotai, pažymėti tokiu būdu, yra vadinami „blobais“. Jie yra potencialūs defektai ir toliau gali būti apdorojami kitais būdais defektų sąrašo, vaizduojamųjų požymių ir t.t. generavimui. Ypač morfologinių vaizdų apdorojimo žingsniai yra naudojami sumavimui („grupavimui“) individualių blobų, kurie akivaizdžiai priklauso bendriesiems defektams. Įbrėžimai, pavyzdžiui, defektų vaizduose yra nevaizduojami ištisinėmis, aiškiai nubrėžtomis linijomis, bet turi tarpus. Toks grupavimas tarnauja atpažinti visus įbrėžimus iš linijinių dalių ir juos susumuoti. Tokioms užduotims atlikti yra ištirta ir publikuota daug būdų.

Tikrinamų vaizdų įvertinimas gali būti atliekamas su spalvotais vaizdais arba su juodais ir baltais vaizdais. Spalvotų vaizdų įvertinimas gali būti atliekamas spalvų kanaluose skirtingai pagal spalvų erdvės sistemą, kuri naudojama šabloniniams vaizdams prieš – RGB, HSV ir taip toliau. Skirtumų kalkuliavimas turi taip pat būti atliekamas su tinkama dešimtaine sistema (distancijos apibrėžimas), pavyzdžiui, 3- matmenų RGB erdvėje.

Aukščiau pateiktas aprašymas buvo sudarytas per pavyzdį su tiksliomis reikšmėmis ryšium su pikselių kiekiu, sekcijų dydžiu ir formomis ir vidurkio ir slenksčių kalkuliavimu. Suprantama, vis dėl to, tokios reikšmės aprašo tik vieną iš daugelio įgyvendinimų pagal pateiktą išradimą. Išradimas turi būti pritaikomas esant įvairiems sekcijų dydžių ir formų dydžių santykiams. Taip pat kameros tipas, stebimas objektas, skyra, naudojami vidurkio kalkuliavimo būdai, taip pat vidurio vietoj vidurkio kalkuliavimo būdai, HSV arba kitų kanalų atskyrimas vietoj RGB spalvų atskyrimo ir modelių dydis gali keistis nenukrypstant nuo pagrindinio išradimo. Taip pat čia yra modifikacijos, tinkamos specialioms atvejams, tokiems kaip veikimas be subpikselių perstūmimo pirminiams slenksčio vaizdams arba bendrųjų vaizdų apdorojimo būdų, tokių kaip morfologinis reguliavimas, filtravimas, arba lyginimas, papildomam panaudojimui nenukrypstant nuo išradimo.

Tas pats būdas gali būti panaudotas kitame įgyvendinime juodiems ir baltiems vaizdams. Taip pat vaizdai pasirinkti su spalvų detektoriumi gali būti apdorojami kaip pustonių skalės vaizdas vietoj spalvotų vaizdų apdorojimo kompiuteriu pagal DE- Bayer būdą, kur pustonių skalės vaizde gretimi pikseliai apima tas pačias signalo reikšmes skirtingoms spalvų sritims.

Geriau suprasti išradimą padės nurodytos žemiau brėžinių pozicijos ir tikslesnė proceso eiga.

Fig.2 pavaizduota auksinio vaizdo generavimo eiga. 32 – plokštelės patalpinimas ant platformos, 34 – plokštelės lyginimas, 36 – platformos stūmimas į išlanksto numatytą poziciją, 38 – surastas vaizdas, 40 – vaizdo šešėlio korekcija, 42 – maskuotės kiekvienam vaizdui kalkuliavimas, 44 – kiekvieno vaizdo maskuotė, 46 – „auksinio vaizdo“ kalkuliavimas, 48 – n-kartų pakartojimas.

Fig.3a yra vaizduojamas Albatros vaizdo apdorojimas-auksinio vaizdo generavimas. Pradinė sąlyga: sidabrinis vaizdas CountMax =20 ir sidabrinis vaizdas Count = 0. Kitur tekste neįvardintos pozicijos yra: 36 - pajudėjimo stadija, 50 – eilutės kameros vaizdas 8U1, 52 – deBayeringas, 54 – raudonasis vaizdas po deBayeringo 8U1, 56 – deBayer žaliasis vaizdas 8U1, 58 – mėlynasis vaizdas po deBayeringo 8U1, 60 kopijavimas į raudonąjį buferį, 62 – kopijavimas į žaliąjį buferį, 64 – kopijavimas į mėlynąjį buferį, 66 – kalkuliavimo priemonė, 68 – kalkuliavimo priemonė, 70 – kalkuliavimo priemonė, 74 – raudono sidabro priemonė Val Float (sidabrinio vaizdo Count Max), 76 – žalio sidabro priemonė Val Float (sidabrinio vaizdo Count Max), 78 – mėlyno sidabro priemonė Val Float (sidabrinio vaizdo Count Max),

80 – raudono sidabro vaizdo buferis 8U1(sidabrinio vaizdo Count Max), 82 - žalio sidabro vaizdo buferis 8U1(sidabrinio vaizdo Count Max), 84 - mėlyno sidabro vaizdo buferis 8U1(sidabrinio vaizdo Count Max).

Fig. 3b yra pavaizduotas Albatros vaizdo apdorojimas – auksinio vaizdo generavimas (tęsinys), sąlyga $i = 0$. Kitur tekste neišvardintos pozicijos: 90 – raudono sidabro vaizdo buferis (i) 8U1, 91 - žalio sidabro vaizdo buferis (i) 8U1, 92 - mėlyno sidabro vaizdo buferis (i) 8U1, 93 – normalizavimo priemonė All/priemonė (i), 94 - normalizavimo priemonė All/priemonė (i), 95 - normalizavimo priemonė All/priemonė (i), 96 – pridėti į buferį, 97 - pridėti į buferį, 98 - pridėti į buferį, 99 – raudono sidabro suma – buferio vaizdas 32F1, 100 - žalio sidabro suma – buferio vaizdas 32F1, 101 - mėlyno sidabro suma – buferio vaizdas 32F1, 102 – 1/sidabro vaizdo Count Max, 103 - 1/sidabro vaizdo Count Max, 104 1/sidabro vaizdo Count Max, 105 – Avg buferio raudonas 32F, 106 - Avg buferio žalias 32F, 107 - Avg buferio mėlynas 32F.

Fig.3c parodytas proceso tęsinys visiems RGB kanalams(raudonas, žalias, mėlynas). Pozicijos: 108 – sidabro vaizdo buferis 8U1(sidabro vaizdas Count Max), 109 – Avg buferis 32F1, 110 – StdDev kalkuliavimas kiekvienam vaizdui, 111 StdDev vaizdo buferis 32F1(sidabrinio vaizdo Count Max), toliau – maskuotės generavimas kur: 112 – sidabro vaizdo buferis 8U1(sidabro vaizdo Count Max), 113 – Avg buferis 32F1, 114 – StdDev vaizdo buferis 32F1, (sidabro vaizdo Count Max), 115 – maskuotės kiekvienam vaizdui kalkuliavimas, 116 – faktorius, slenkstis, 117 – maskuotės buferis 8U1 (sidabro vaizdas Count Max).

Fig.3d parodytas proceso. tęsinys. Ta pati vyksmo tvarka visiems RGB kanalams (raudonas, žalias, mėlynas). 118- sidabrinio vaizdo buferis, 119- maskuotės buferis, 8U1 (sidabrinis vaizdas Count Max), 120 – Avg kalkuliavimas, 121 – auksinis vaizdas 8U1.

Fig. 4 pavaizduota Albatros vaizdo apdorojimo apžvalga. 122- auksinis vaizdas 8U3, 123 – vaizdo skanavimas 8U3, parinkti pagal skanavimo planą, 124 – neturintis skirtumų, 125 – skirtumų vaizdas 8U3, 126 – filtras, 127 – slenksčio vaizdas 8U3, 128 – filtruotas skirtumų vaizdas 8U3, 129 – sudvejinimas, 131 – blobų suradimas, 132- defektų lapas (-PosX, -POsY, -erdvė), 133 – įtraukti defektai, 134 – defektų rezultato vaizdas 8U3, 135 – klasteringas, 136 – klasterių lapas (-posX, - Pos Y, - erdvė, -defektų lapas), 137 – klasterių įtraukimas, 138 – klasterių rezultato vaizdas 8U3.

Išradimo apibrėžtis

1. Tikrinimo būdas plokštiesiems objektams su pasikartojančiomis struktūromis, ypač plokštelėms, apimantis šiuos žingsnius:

- (a) šablono vaizdo sukūrimą;
- (b) objekto paviršiaus vaizdo pasirinkimą; ir
- (c) defektų aptikimą ant objekto paviršiaus lyginant objekto paviršiaus vaizdą su šablono vaizdu;

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad šabloninio vaizdo sukūrimą pagal (a) žingsnį atlieka taip:

(d) pasirenka pavyzdžio objekto skirtingų sekcijų (20) paviršių vaizdus (38), o sekcijas parenka taip, kad yra generuojami dauguma vaizdų pasikartojančios struktūros atitinkamose pozicijose;

(e) apskaičiuoja šabloninį vaizdą (46) visoms atitinkamoms pozicijoms apdorojant duomenis vaizdų individualių reikšmių vidurkio, vidurio ar kitai tipinei reikšmei gauti; ir

(f) pakeičia šabloninio vaizdo individualias reikšmes, kurios yra už tolerancijos ribų, ties šabloninio vaizdo atitinkama šablonine reikšme pagal šabloninę reikšmę.

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pasikartojančios struktūros ant plokštelės formuoja pagal formas (14).

3. Būdas pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sekcijos dydį kiekviena kryptimi parenka taip, kad sekcijos (20) kartotinis atitiktų pasikartojančios struktūros (14) dydžio kartotiniui kiekviena kryptimi.

4. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad tolerancijos riba yra kartotinis, ypač 2 - 4 kartus, ir ypač 3 kartus šabloninio vaizdo individualių vaizdų standartinio nuokrypio.

5. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad šabloninio vaizdo generavimą kiekvienai objekto rūšiai vykdo reguliariais laiko intervalais.

6. Būdas pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sekcijų dydis yra ne pasikartojančių struktūrų dydis.

7. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sekcijos sutampa iš dalies.

8. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pavyzdinis objektas yra vienas iš objektų, tikrinamų tuo pačiu metu.

9. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sekcijas parenka taip, kad keletą vaizdų generuoja pasikartojančių struktūrų individualioms pozicijoms.

10. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad

(a) pavyzdinio objekto vaizdus dar parenka kiekvienai sekcijai, kurie yra perstumiami šios sekcijos originalaus vaizdo atžvilgiu atstumu žemiau skyros ribos;

(b) slenkstinį vaizdą apskaičiuoja visiems vaizdams, pasirinktiems pagal (a) žingsnį kiekvienai sekcijai apskaičiuojant standartinį nuokrypį arba kitą vaizdų individualių reikšmių reprezentuojantį nuokrypį, kur individualios reikšmės nuokrypiams slenkstiniame vaizde, kuris yra už tolerancijos ribų ties slenkstinio vaizdo atitinkama slenkstine reikšme, yra pakeistos slenksčiu, ir

(c) suranda defektus pozicijoje, kur skirtumas tarp pasirinkto vaizdo ir šabloninio vaizdo yra didesnis negu atitinkamas slenkstinio vaizdo slenkstis.

11. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kiekvienai sekcijai parenka spalvinio vaizdo variaciją.

12. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pasirinktus vaizdus apdoroja vaizdų apdorojimo būdais ir ypač lygina arba lenkia į krašto sustiprinimą prieš vidurkio arba standartinės nuokrypos arba kitos tipingos reikšmės kalkuliavimą.

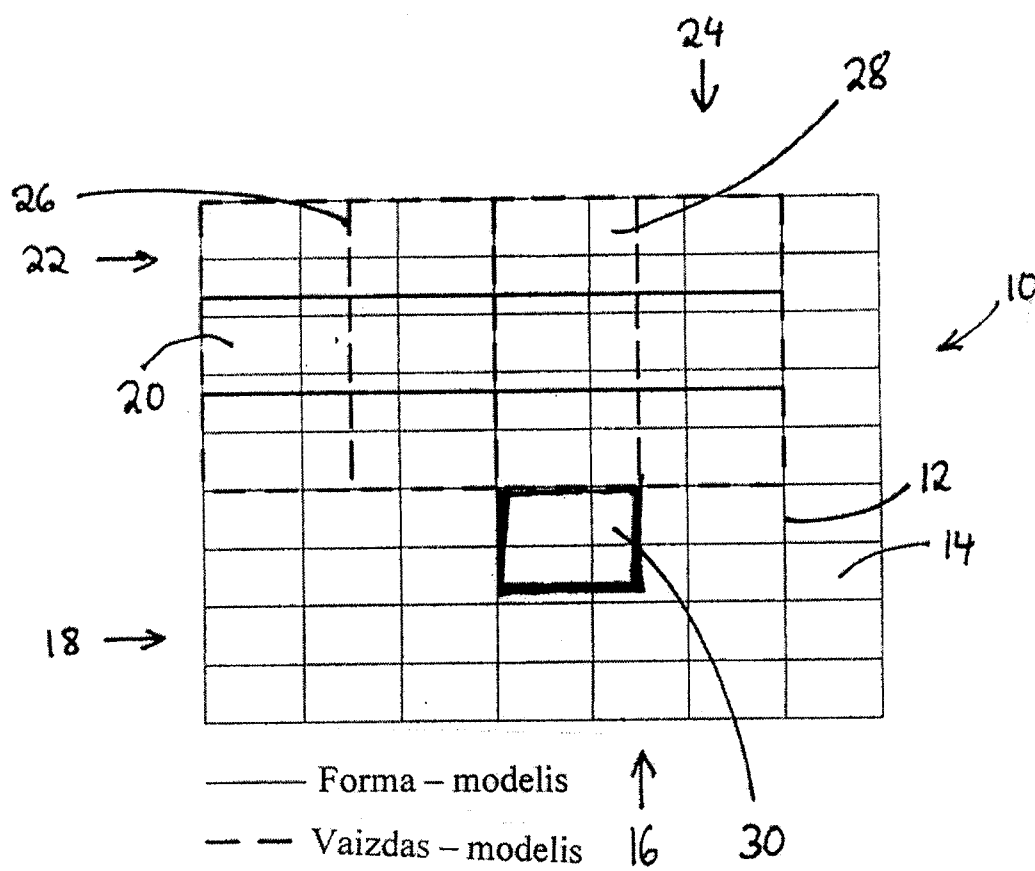


Fig.1

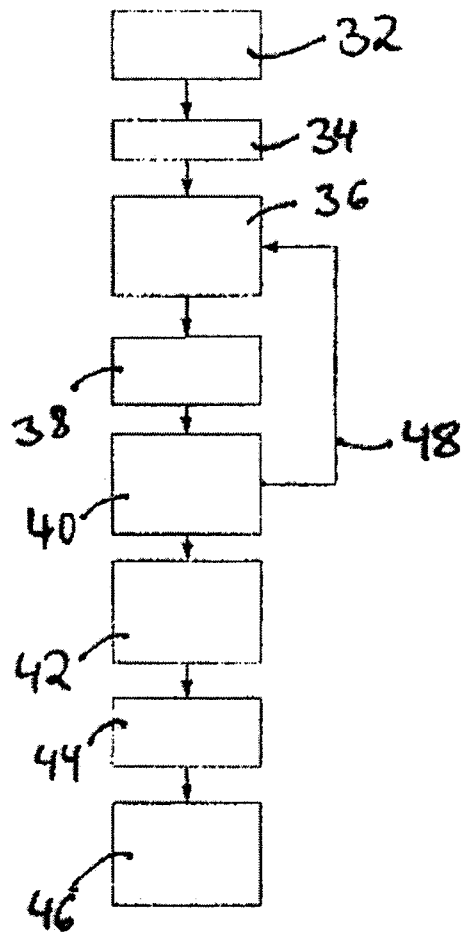


Fig. 2

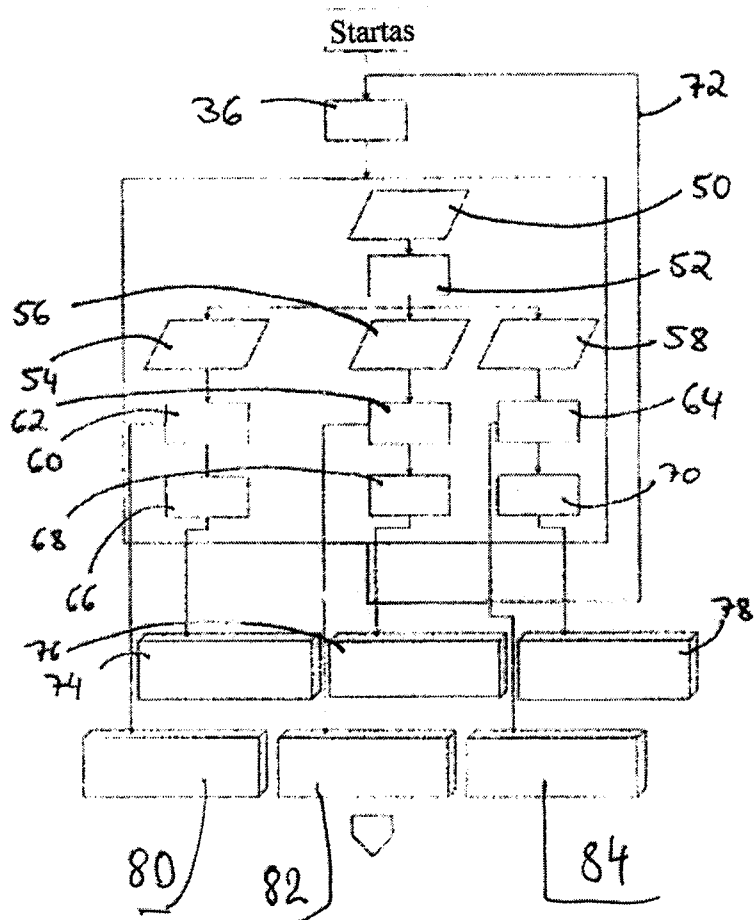
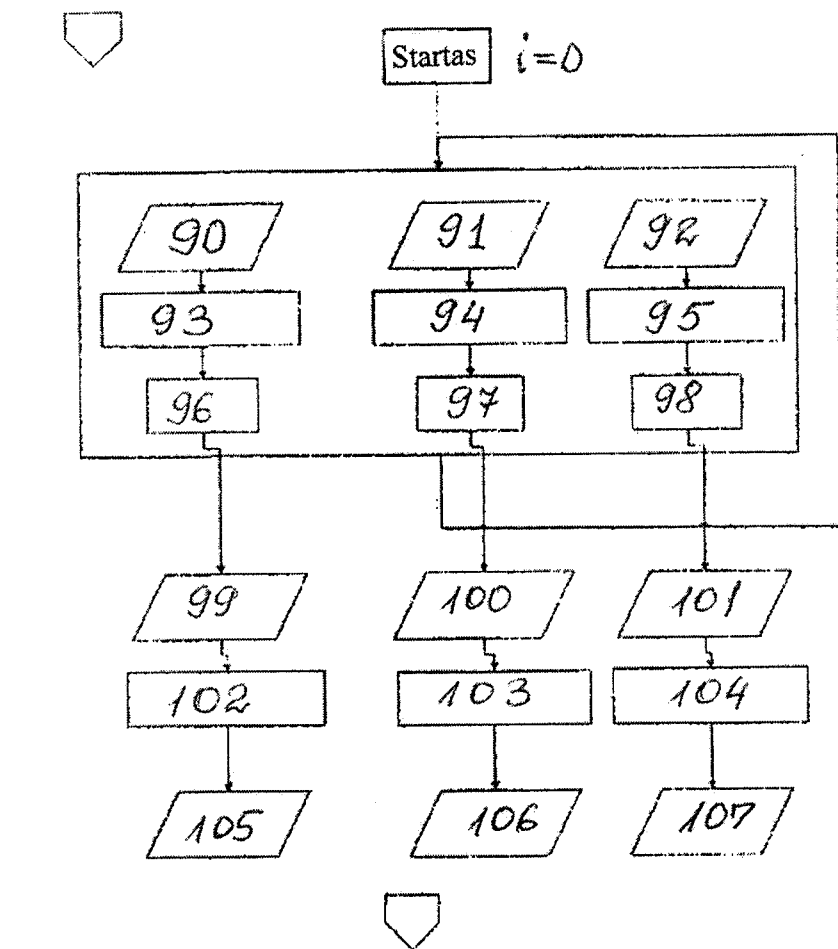


Fig. 3a



$$Mean[i] = \frac{1}{PixelCount} \sum_{j=1}^{PixelCount} SilverImage[i][j]$$

$$MeanAll = \frac{1}{SilverImageCountMax} \sum_{i=1}^{SilverImageCountMax} Mean[i]$$

Fig. 3b

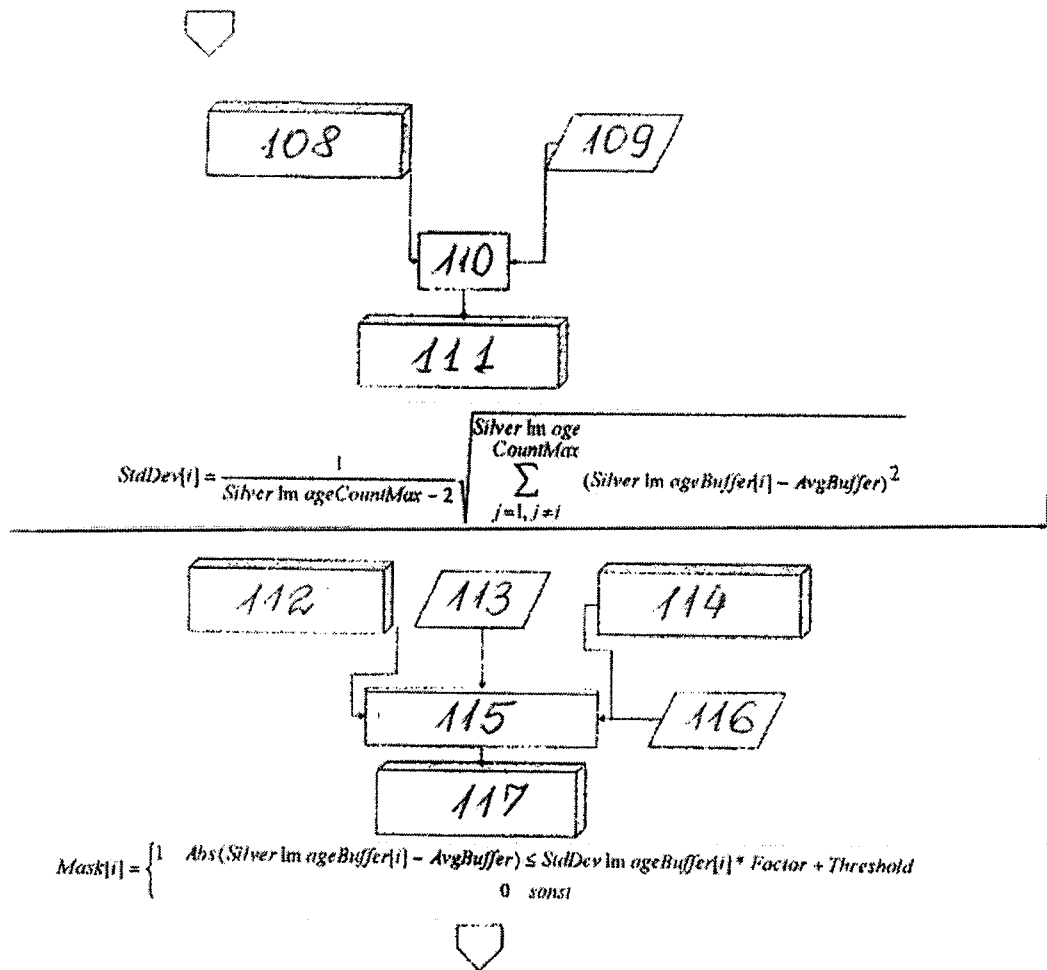
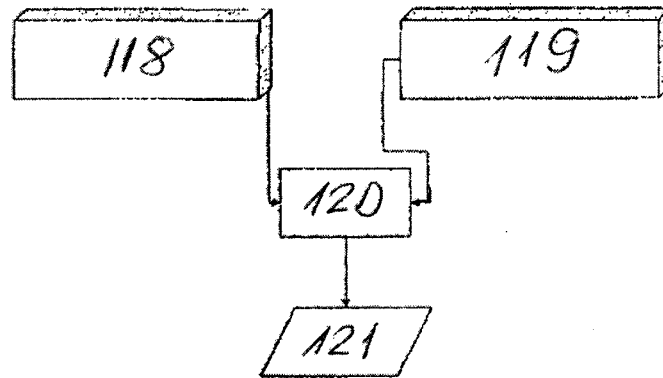


Fig.3c



$$Golden\ Image = \frac{1}{MaskCount[y, x]} \sum_{i=1}^{Silver\ Image\ Max\ Count} Silver\ Image[i, y, x] * Mask[i, y, x]$$

Fig 3d

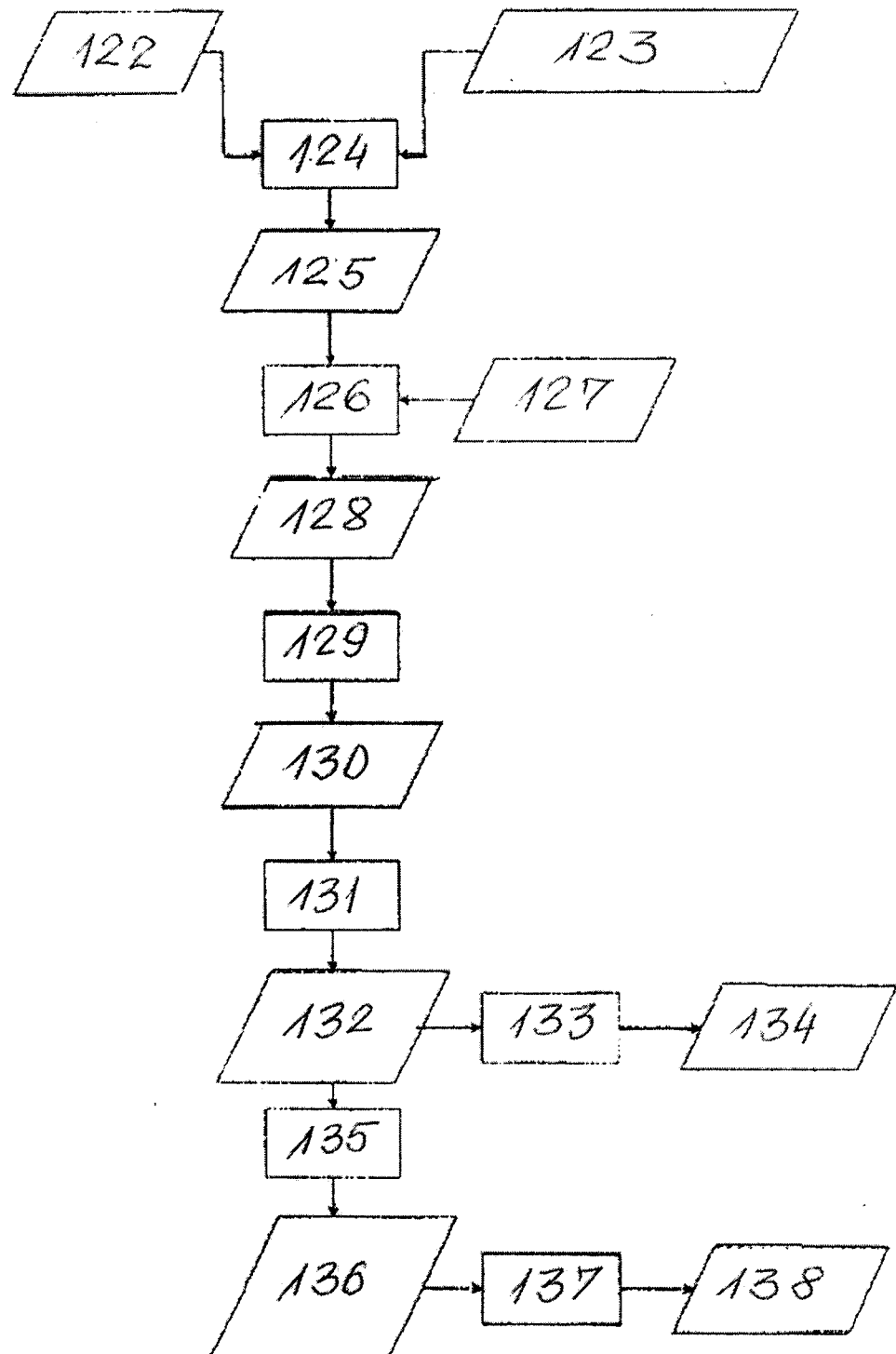


Fig. 4