

19



Octrooiencentrum
Nederland

11

1023710

12 C OCTROOI²⁰

21

Aanvraag om octrooi: 1023710

51

Int.Cl.:

H04N17/00 (2006.01)

H04N17/02 (2006.01)

22

Ingediend: 20.06.2003

30

Voorrang:
20.06.2002 US 10/174946

41

Ingeschreven:
23.12.2003 I.E. 2004/03

47

Dagtekening:
21.02.2006

45

Uitgegeven:
01.05.2006 I.E. 2006/05

73

Octrooihouder(s):
Hewlett-Packard Company te Palo Alto,
Californië, Verenigde Staten van Amerika
(US).

72

Uitvinder(s):
Kevin J. Matherson te Fort Collins, Colorado
(US).
Jason E. Yost te Windsor, Colorado (US).
Christopher A. Whitman te Fort Collins,
Colorado (US).

74

Gemachtigde:
Ir. J.M.G. Dohmen c.s. te 5600 AP
Eindhoven.

54

Werkwijze en inrichting voor het produceren van kalibratiedata voor een digitale camera.

57

Het produceren van kalibratiedata voor een digitale camera omvat het aan de voorzijde van de camera opstellen van een wit referentievlak dat moet worden afgebeeld; het via de camera invangen van een karakteristieke groepering van data corresponderend met een afbeelding van het referentievlak voor elke kleur welke de camera kan afbeelden, en het manipuleren van elke karakteristieke groepering voor het reduceren van een totale hoeveelheid data welke de referentieafbeelding representeert.

NL C 1023710

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Octrooiencentrum Nederland is het Bureau voor de Industriële Eigendom, een agentschap van het ministerie van Economische Zaken

Korte aanduiding: Werkwijze en inrichting voor het produceren van kalibratiedata voor een digitale camera

Gebied van de Uitvinding

- 5 [0001] De uitvinding is in het algemeen gericht op digitale fotografie en meer in het bijzonder op de productie van kalibratiedata voor gebruik in een digitale camera.

Achtergrond van de Uitvinding

- 10 [0002] Niet-kleurafhankelijke vignettering is een fotografisch verschijnsel waarin het door de camera genomen beeld vanaf het midden naar de hoeken donker wordt, ongeacht welke kleur aanwezig is. Zowel door een filmcamera genomen foto's als door een digitale camera genomen afbeeldingen kunnen vignettering vertonen. Een bepaalde mate van vignettering is acceptabel en vanuit artistiek oogpunt feitelijk gewenst.
- 15 Een excessieve mate van vignettering zal voor de meeste mensen echter bezwaarlijk zijn.

- [0003] In zowel een filmcamera als een digitale camera wordt deze vignettering veroorzaakt doordat een afbeelding op een klein vlak oppervlak moet worden ingevangen, namelijk de film of het optisch-naar-
- 20 elektronisch afbeeldingsorgaan, bijvoorbeeld een ladingsgekoppelde inrichting ("charge coupled device") (CCD). Ongeacht het type camera, doorlopen lichtstralen welke de hoeken van de film/afbeeldingsorgaan raken een langer pad en arriveren onder een andere invalshoek dan stralen welke direct op het midden van de film/afbeeldingsorgaan treffen.

- 25 [0004] Verschillen in de reactie van de film/afbeeldingsorgaan op licht dat direct invalt versus licht dat onder een hoek invalt produceert niet-uniformiteit in de ingevangen afbeelding, waarvan een deel als vignettering wordt gekarakteriseerd. Het lensstelsel kan ook vignettering veroorzaken. Wanneer de camera gebruik maakt van een flitsinrichting kan
- 30 vignettering ook het gevolg zijn van variatie in de belichtingsintensiteit van de flitsinrichting over het onderwerp.

[0005] De afbeeldingssensor van een digitale camera kan ook
 kleurafhankelijke vignettering introduceren. Een typische
 kleurafbeeldingssensor in een digitale camera omvat een afbeeldingssensor
 van het mozaïektype, bijvoorbeeld een CCD, waarover een filtergroepering
 5 is gevormd welke de kleuren rood, groen en blauw omvat. Elk beeldpunt
 heeft een corresponderend rood, groen of blauw filtergebied. Een typische
 implementatie van het kleurfilter herhaalt een twee-lijns patroon. De
 eerste lijn bevat afwisselend rode en groene beeldpunten en de tweede
 lijn bevat afwisselend blauwe en groene beeldpunten. Het grotere aantal
 10 groene beeldpunten representeert een adaptatie voor de verhoogde
 gevoeligheid van groen licht van het menselijk oog. De afzonderlijke
 kleurgroeperingen, of vlakken, van door de sensor gevormde data-
 afbeeldingen worden vervolgens gecombineerd voor het creëren van een
 afbeelding in volledige kleuren, na geschikte verwerking.

15 [0006] Kleurafhankelijke vignettering dient te worden begrepen als
 kleurgevoelige variatie welke de door de afbeeldingssensor ingevangen
 afbeelding vertoont vanaf het midden naar de hoeken van de afbeelding.
 Dit kan worden vertoond in aanvulling op reguliere niet-kleurafhankelijke
 vignettering. Het menselijk oog is zeer gevoelig voor kleurafhankelijke
 20 variatie. Bijgevolg is kleurafhankelijk vignettering bijzonder
 bezwaarlijk, zelfs in kleine mate.

[0007] Kleurafhankelijke vignettering kan worden geminimaliseerd
 door het gebruik van lensstelsels, afbeeldingssensoren en/of
 flitsinrichtingen van hogere kwaliteit. Dit is echter een onpraktische
 25 oplossing in een situatie waarin minimalisatie van systeemkosten en/of
 systeemcomplexiteit belangrijke ontwerpcriteria zijn.

Samenvatting van de Uitvinding

[0008] De uitvinding verschaft voor een deel een werkwijze (en
 corresponderende inrichting) voor het produceren van kalibratiedata voor
 30 een digitale camera. Een dergelijke werkwijze omvat het: rangschikken,
 aan de voorzijde van de camera, van een referentieoppervlak dat moet

worden afgebeeld; en invangen, via de camera, van een karakteristieke groepering van data corresponderend met een afbeelding van het referentievlak voor elke kleur welke de camera kan afbeelden.

[0009] Deze technologie omvat niet alleen een werkwijze, maar ook een corresponderend systeem en computerleesbaar medium (met daarop codedelen welke door een processor kunnen worden uitgevoerd en bewerkstelligen dat de processor de werkwijze uitvoert).

[0010] Aanvullende eigenschappen en voordelen van de uitvinding zullen beter worden begrepen uit de navolgende gedetailleerde beschrijving van voorbeelduitvoeringsvormen, de bijgevoegde conclusies en de bijgesloten tekeningen.

Korte Beschrijving van de Tekeningen

[0011] Figuur 1 is een schematisch blokschema van hardware-architectuur van een digitale camera overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding.

[0012] Figuur 2 toont symbolisch 3 door een digitale camera overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding geproduceerde kleurvlakken.

[0013] Figuren 3A, 3B en 3C tonen voorbeelden van contourgrafieken van beeldpuntgevoeligheid voor respectievelijke rode, groene en blauwe kleurvlakken of groeperingen, geproduceerd overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding.

[0014] Figuur 4 is een gecombineerde grafiek van de figuren 2-4 voor beeldpuntgroottes corresponderend met één rij van beeldpunten.

[0015] Figuur 5 toont een rangschikking voor het invangen van karakteristieke kleurvlakken of groeperingen van de digitale camera overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding.

[0016] Figuur 6 toont symbolisch een data reductietechniek volgens een uitvoeringsvorm van de uitvinding.

[0017] Figuur 7 toont bewerkingen overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding.

[0018] Figuur 8 toont blok 710 van figuur 7 in meer detail.

Gedetailleerde Beschrijving van Voorbeelduitvoeringsvormen

[0019] Een uitvoeringsvorm van de uitvinding berust voor een deel op het inzicht dat digitale verwerking van een ruwe digitale afbeelding de kwaliteit van de digitale afbeelding kan verbeteren met betrekking tot vignettering, bijvoorbeeld kleurafhankelijke vignettering.

[0020] Een uitvoeringsvorm van de uitvinding berust eveneens voor een deel op het inzicht dat digitale correctie van de digitale afbeelding kan worden gebaseerd op referentie- of kalibratiedata waarmee ruwe data van een gewenste scène kunnen worden gecorrigeerd.

[0021] Een uitvoeringsvorm van de uitvinding, eveneens voor een deel, verschaft technologie voor het produceren van deze kalibratiedata.

[0022] Een uitvoeringsvorm van de uitvinding berust eveneens voor een deel op het inzicht dat zeer goede kleurafhankelijke correctieresultaten kunnen worden bereikt wanneer een kleine groep van rode, blauwe en groene karakteristieke groeperingen of vlakken corresponderend met een aantal van de vele mogelijke combinaties van camerawerkparameters, bijvoorbeeld apertuur en zoom, worden ingevangen.

[0023] Een uitvoeringsvorm van de uitvinding berust eveneens voor een deel op het inzicht dat goede kleurafhankelijke correctieresultaten kunnen worden verkregen wanneer de hoeveelheid door de kalibratiegroepen (of karakteristieke groeperingen) gerepresenteerde data wordt gereduceerd ten opzichte van de hoeveelheid data welke een afbeelding representeert.

[0024] Figuur 1 is een schematisch blokschema van de hardware-architectuur van een digitale camera overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding. De digitale camera 100 van figuur 1 omvat een ladingsgekoppelde inrichting ("charge-coupled-device") (CCD) 102 welke een analoog signaal verschaft aan een analoog-naar-digitaal-(A/D)-inrichting 104, de A/D-omzetter 104 verschaft een gedigitaliseerd uitgangssignaal van de CCD 102 aan een applicatiespecifieke geïntegreerde schakeling ("application-specific integrated circuit") (ASIC) 106. De

ASIC 106 verschaft kloksignalen aan klokdrijvers 108 die worden gebruikt voor het sturen van de CCD 102.

[0025] De camera 100 omvat ook zoom- (optioneel), focus-, iris- en sluitmechanismen 110 die worden bediend via motordrijvers 112 door de ASIC 106; en een strobe-eenheid 114 bediend via een strobodrijver 116 gestuurd door de ASIC 106. Met betrekking tot geheugeninrichtingen, de digitale camera 100 omvat: een vluchtig geheugen, namelijk een synchrone dynamische willekeurig toegankelijke geheugen ("synchronous dynamic random access memory")-(SDRAM)-inrichting 118, en een niet-vluchtig geheugen, namelijk een interne flashgeheugeninrichting 112, plus een connector 122 voor verbinding met een externe compacte flashgeheugeninrichting. De ASIC 106 kan ook met een extern werkstation 124 worden verbonden, typisch via een universele seriële bus - (USB) - connector 126.

[0026] De digitale camera omvat ook een microcontroller 128 waarmee de ASIC 106 kan communiceren.

[0027] Voor de camera zijn andere architecturen denkbaar. Elke architectuur kan één of meer processoren, één of meer vluchtige geheugeninrichtingen en één of meer niet-vluchtige geheugeninrichtingen omvatten.

[0028] Figuur 2 geeft symbolisch de 3 kleurvlakken (202R, 202G en 202B) weer die voor elke afgebeelde scène door de camera 100 worden geproduceerd. De drie kleurvlakken kunnen typisch als volgt worden gegenereerd. De camera 100 produceert in feite een mozaïekvormige afbeelding (niet weergegeven) waarin de eerste lijn R G R G R G... is en de tweede lijn G B G B G B is. Dit lijnpatroon herhaalt zich elke twee lijnen. Om de drie vlakken te verkrijgen, wordt de mozaïekvormige afbeelding opgedeeld in 2x2 blokken. Van elk van deze blokken worden de twee groene gemiddeld en worden de rode en blauwe beeldpunten genomen zoals ze zijn. Dit produceert drie vlakken die 1/4 van de resolutie van de volledige afbeeldingssensor zijn. Voor latere referentie kan elk vlak

202 worden verdeeld in blokken 206 van gelijke afmetingen. Ook heeft elk vlak een middengebied 204.

[0029] Des te minder complex en/of professioneel een CCD 102 is, des te meer gevoelig deze zal zijn voor kleurafhankelijke vignettering.

5 Een techniek voor het meten van de mate van kleurafhankelijke vignettering is het met de digitale camera fotograferen van een uniform belicht wit doel en het vervolgens afzonderlijk evalueren van elk kleurvlak. De evaluatie kan de vorm hebben van een contourgrafiek waarin de X- en Y-assen corresponderen met de kolom- en rijwaarden van de
10 beeldpunten over de afbeelding. De figuren 3A, 3B en 3C geven voorbeeldcontourgrafieken weer voor respectievelijk een rode groepering een groene groepering en een blauwe groepering, voor een willekeurige combinatie van cameraparameters (bijvoorbeeld zoom, apertuur, sluitersnelheid, etc.). De grijsschaal aan de rechterzijde van elke
15 grafiek is een legenda welke het bereik van schaduwvorming uiteenzet zoals waargenomen in de bijgesloten contourgrafiek, dat varieert van -20% tot +20%. Met andere woorden, de contour geeft 2% verschillen in schaduwsterkten weer.

[0030] De figuren 3A, 3B en 3C onthullen dat de voorbeeldcamera
20 niet-kleurafhankelijke vignettering vertoont omdat de beeldpuntgrootte, dat wil zeggen de gevoeligheid voor rood, groen en blauw licht van de CCD 102 op beeldpuntgranulatie varieert over de afbeelding van het uniform belichte witte doel. Wanneer geen kleurafhankelijke vignettering zou worden getoond, zou elke beeldpuntgrootte identiek zijn aan de waarde in
25 het midden van de afbeelding voor alle beeldpuntlocaties in de CCD 102.

[0031] Verdere inspectie van de figuren 3A, 3B en 3C onthult ook dat elk verschillend is. Als zodanig illustreren de figuren 3A, 3B en 3C collectief dat de camera 100 ook kleurafhankelijke vignettering vertoont. Met andere woorden, wanneer elk van de figuren 3A, 3B en 3C identiek zou
30 zijn, zou de camera 100 geen kleurafhankelijke vignettering vertonen.

[0032] Figuur 4 geeft een grafiek weer van rode, groene en blauwe

beeldpuntwaarden uitgezet versus kolomnummer voor dezelfde willekeurige rij van beeldpunten van elk van de voorbeelden van de figuren 3A, 3B en 3C, bijvoorbeeld rij 800. Wanneer de camera geen niet-kleurafhankelijke vignettering heeft, zou figuur 4 een grafiek zijn van drie horizontale lijnen. Wanneer de camera 100 bovendien kleurafhankelijke vignettering vertoont, zouden de drie horizontale lijnen gescheiden zijn. Wanneer er echter geen kleurafhankelijke vignettering zou zijn, zouden de drie horizontale lijnen zodanig gesuperponeerd zijn dat er in feite slechts één op de grafiek zichtbaar zou zijn.

10 [0033] In een situatie waarin de camera niet-kleurafhankelijke vignettering vertoont, zijn de grafieken een soort kromme, naar gelang de omstandigheden van figuur 4. Wanneer de camera geen kleurafhankelijke vignettering vertoont (maar wel niet-kleurafhankelijke vignettering vertoont), zouden de drie krommen identiek en zodanig gesuperponeerd zijn
15 dat in feit slechts één kromme op de grafiek zichtbaar zou zijn. Wanneer de camera zowel niet-kleurafhankelijke vignettering als ook kleurafhankelijke vignettering vertoont, dan is het resultaat een grafiek zoals weergegeven in figuur 4.

[0034] In figuur 4 is de grootte van elke beeldpuntwaarde
20 genormaliseerd ten opzichte van de middenbeeldpuntwaarde, dat wil zeggen elke beeldpuntgrootte is gedeeld door de grootte van het bijbehorende middenbeeldpunt zodanig, dat het genormaliseerde middenbeeldpunt een grootte 1,0 of 100% heeft.

[0035] Voor het creëren van kalibratiedata welke kunnen worden
25 gebruikt voor het reduceren van kleurafhankelijke vignettering, dienen ruwe data te worden verkregen, bijvoorbeeld ingevangen, welke nauwkeurig de mate weergeven waarin elke kleurgroepering kleurafhankelijkheid vertoont, dat wil zeggen karakteristieke data. Als eerste wordt de camera 100 zeer dicht bij, bijvoorbeeld minder dan 1 milimeter, voor een witte,
30 vlakke-veld, zelfbelichte kalibratiebron 502 geplaatst, zoals getoond in figuur 5. De camera wordt zo dicht bij de bron 502 geplaatst teneinde te

minimaliseren dat licht, anders dan van de bron 502 CCD 102 bereikt. Deze kalibratie bron 502 is een kalibratiebron van het merk ARROWIN, model LB-5000 LICHTBRON, beschikbaar gesteld door KYORITSU ELECTRIC COMPANY.

[0036] De belichting van de camera kan zodanig worden ingesteld,

5 dat ongeveer één-vierde ($1/4$) van het dynamische bereik van de CCD wordt gebruikt voor het afbeelden van de kalibratiebron 502. Deze belichtingsinstelling wordt gesuggereerd omdat typische fotografische beelden enkel één-vierde ($1/4$) van het dynamische bereik van een CCD 102 gebruiken. Gesuggereerd wordt dat de brandpuntlengte op oneindig wordt
10 ingesteld, omdat dit de brandpuntlengte is welke het meest typisch wordt gebruikt met een digitale camera met een CCD 102. Variaties in de mate van belichting en in de brandpuntslengte (alsmede andere camerawerkparameters) gebruikt voor het invangen voor de afbeelding zijn denkbaar, omdat optimale waarden zullen variëren afhankelijk van de
15 beoordeling van de bedieningspersoon wiens taak het is om de kalibratiedata te produceren.

[0037] In aanvulling op de mate van belichting en brandpuntslengte, zijn er andere werkparameters van de digitale camera 100. De werkparameters omvatten zoom-, apertuur-, sluitersnelheid, etc.

20 Idealiter zouden afbeeldingsdata voor de kalibratiebron voor elke mogelijke combinatie van de werkparameters van de camera 100 moeten worden ingevangen. Uit praktische overwegingen is dit echter niet mogelijk omdat opslag van zoveel data zich vertaalt in afmetingen van een niet-vluchtige geheugeninrichting welke te groot zijn en/of te duur.
25 Naarmate de technologie voortschrijdt, zal dit echter in toenemende mate praktisch worden.

[0038] Het is typisch gewenst om de afmetingen van het niet-vluchtig geheugen, bijvoorbeeld het flashgeheugen 120, typisch op een minimum te houden teneinde de kosten van de camera 100 te minimaliseren
30 en/of de afmetingen van de camera te reduceren. Voor het uitvoeren hiervan dienen minder kalibratiegroepen van rode, blauwe en groene

karacteristieke groeperingen of vlakken te worden opgeslagen dan die welke corresponderen met alle mogelijke combinaties van de parameters van de camera 100.

[0039] In het bijzonder in het voorbeeld van een camera 100 met drie apertuurinstellingen (0, 1/2, volledig of 1.0) en drie zoominstellingen (wijd, medium en telefoto) is gebleken dat goede kleurafhankelijke correctie kan worden bewerkstelligd wanneer zes kalibratiegroepen van rode, blauwe en groene karakteristieke groeperingen of vlakken worden opgeslagen, die corresponderen met de navolgende combinaties: wijde zoom en 1/2 apertuur; medium zoom en 1/2 apertuur; telefoto zoom en 1/2 apertuur; wijde zoom en volledige apertuur; medium zoom en volledige apertuur; en telefoto zoom en volledige apertuur. Ingezien is echter dat andere combinaties van werkparameters kunnen worden geselecteerd welke goede kleurafhankelijke correctieresultaten bewerkstelligen, ongeacht het gebruik van minder groeperingen dan die welke corresponderen met alle mogelijke combinaties van werkparameters.

[0040] Voor kleurafhankelijke vignetteringscorrectie dient de vignettering, vertoond in reactie op een witte kalibratiebron, door één van de drie corresponderende karakteristieke kleurvlakken te worden gekozen als de standaard waarop de andere kleurgroeperingen voor een gegeven afgebeelde scène zullen worden gecorrigeerd. In deze discussie zal de groene groepering worden gekozen als de responsieverdeling waarop de rode en blauwe groeperingen zullen worden gecorrigeerd, bijvoorbeeld omdat het menselijk oog het meest gevoelig is voor golflengten van groen licht. De rode groepering of groene groepering kan echter als basis voor normalisatie worden gekozen.

[0041] Zoals genoemd, kan elk beeldpunt in een ruwe kleurengroepering worden gecorrigeerd voor kleurafhankelijke vignettering onder toepassing van zijn corresponderende kalibratiecoëfficiënt. De vergelijkingen voor het bepalen van elke kleurcorrectiefactor namelijk $C_R(x,y)$, $C_G(x,y)$ en $C_B(x,y)$, in een groen-normalisatie, kleurafhankelijk

correctiescenario zijn:

$$C_R(x,y) = (G^{ref}(x,y)/R^{ref}(x,y)) * (R^{ref}_{midden}/G^{ref}_{midden})$$

$$5 \quad C_B = (G^{ref}/B^{ref}) * (B^{ref}_{midden}/G^{ref}_{midden})$$

$$C_G = 1$$

$$= (G^{ref}/G^{ref}) * (G^{ref}_{midden}/G^{ref}_{midden})$$

10 Hierbij, omdat een groen-normalisatie scenario wordt voorondersteld, zijn er geen kleurafhankelijke correctiefactoren voor ruwe groene beeldpuntdata. Een dergelijke groen-normalisatie is van voordeel in mozaïeksensoren met twee groene voor elk rood en blauw beeldpunt, omdat dit rekenkundig efficiënter is. Het superscript "ref" geeft aan dat de
15 betreffende beeldpuntwaarden van het karakteristieke kleurvlak zijn, dat wil zeggen de ruwe data ingevangen terwijl een witte kalibratiebron werd afgebeeld. En het subscript "midden" geeft de beeldpuntwaarden in het midden van de betreffende karakteristieke groepering aan.

[0042] De groepen kalibratiecoëfficiënten geproduceerd onder
20 toepassing van de vergelijkingen voor C_R , C_B en C_G zullen niet-kleurafhankelijke vignettering vertonen, maar zullen de variatie in kleur welke optreedt bij elk kleurvlak vanaf het midden naar z'n randen corrigeren. Ofwel de processor 128 en/of de ASIC 106 kunnen de correctiefactoren berekenen. Als alternatief zou het werkstation 124 de
25 berekeningen kunnen supplementeren of deze uitvoeren.

[0043] De vergelijkingen (in een groen-normalisatie scenario) voor kleurcorrectie van een beeldpunt $R(x,y)$, $G(x,y)$ of $B(x,y)$ zijn:

$$R_{corr} = C_R * R_{ruw}$$

30

$$B_{corr} = C_B * B_{ruw}$$

$$G_{\text{corr}} = G_{\text{ruw}}$$

Waarin het subscript "ruw" de ruwe beeldpuntgrootte aangeeft en het
 subscript "corr" de gecorrigeerde beeldpuntgrootte aangeeft. Ingezien
 5 dient te worden dat de correctiefactor voor een ruwe groene
 datagroepering in een groen-normalisatie scenario één is. De
 kleurcorrectieberekeningen kunnen door de processor 128 en/of de ASIC 106
 worden uitgevoerd. Als alternatief kunnen ze geheel of gedeeltelijk door
 het werkstation 124 worden uitgevoerd.

10 [0044] Wanneer het gewenst is om niet-kleurafhankelijke
 vignettering alsmede kleurafhankelijke vignettering te verwijderen,
 kunnen de volgende vergelijkingen worden gebruikt.

$$C_r = R_{\text{midden}}^{\text{ref}} / R^{\text{ref}}(x,y)$$

15

$$C_b = B_{\text{midden}}^{\text{ref}} / B^{\text{ref}}(x,y)$$

$$C_g = G_{\text{midden}}^{\text{ref}} / G^{\text{ref}}(x,y)$$

20 De bovenstaande vergelijkingen voor R_{corr} en B_{corr} blijven
 hetzelfde.

De nieuwe vergelijking voor G_{corr} zou zijn:

$$G_{\text{corr}} = C_g * G_{\text{ruw}}$$

25

[0045] Een typische op de markt verkrijgbare camera heeft een
 sensor die tussen 1 megabeeldpunten ("mega pixels") (MP) en 5MP heeft.
 Voor een 2MP sensor zijn er $1600 \times 1200 = 1.920.000$ beeldpunten. En drie
 megabeeldpunt camera's, welke meer en meer op de markt komen, hebben
 30 $2.048 \times 1536 = 3.145.728$ beeldpunten. Hoewel de uitvinding berust op het
 inzicht dat zes groepen kalibratiegroeperingen (waarbij een groep rode,

blauwe en groene vlakken omvat) voldoende kunnen zijn voor het verkrijgen van goede resultaten, hetgeen correspondeert met meer dan 18 megabytes aan data. In het algemeen gebruikt deze hoeveelheid data teveel niet-vluchtig, bijvoorbeeld flash, geheugen.

5 [0046] Voor het reduceren van de hoeveelheid data die een karakteristieke groepering representeert, kan de karakteristieke groepering in blokken worden verdeeld, bijvoorbeeld 64×64 of 32×32 . De werkelijke afmetingen van het blok kunnen empirisch worden bepaald zodat er een grote waarschijnlijkheid is dat er minder dan 1% schaduwvariatie tussen twee beeldpunten in elk blok is. Er wordt een waarde representatief voor alle waarden in het blok bepaald en deze waarde wordt in een gereduceerd karakteristiek vlak opgenomen. De corresponderende gereduceerde karakteristieke vlakken zijn bekend als een groep kalibratiegroeperingen. Dit datareductieproces is symbolisch in
10 figuur 6 weergegeven. Omwille van de eenvoud van weergave, vooronderstelt figuur 6 een karakteristiek vlak dat 32×32 beeldpunten heeft, met blokken die 8×8 zijn afgebeeld op een 4×4 kalibratiegroepering.

15 [0047] Een eerste voorbeeldtechniek voor het reduceren van de hoeveelheid data in elk blok (206 in figuur 2) is het selecteren van een kleiner, bij voorkeur centraal gelegen, deelblok binnen het blok. Figuur 6 vooronderstelt omwille van visuele eenvoud een 4×4 deelblok. Het deelblok kan worden gemiddeld en de gemiddelde waarde kan worden opgeslagen als de corresponderende invoer in het corresponderende vlak of groepering in de kalibratiegroep.

25 [0048] Als alternatief kunnen de waarden in het blok laagdoorlaat gefilterd worden. Meer in het bijzonder, in het frequentiedomein representeert hoge-frequentiedata een grote verandering tussen aangrenzende beeldpunten. Dit is indicatief voor een heet beeldpunt of een koud beeldpunt op de afbeeldingssensor. Een heet beeldpunt verschaft
30 steeds een hoog uitgangssignaal onafhankelijk van de intensiteit van het optreffende licht. Overeenkomstig verschaft een koud beeldpunt steeds een

laag uitgangssignaal onafhankelijk van de intensiteit van het optreffende licht. Deze hoge-frequentiedata worden geëlimineerd via het laagdoorlaatfilter. Hierna kan de gemiddelde waarde van het gefilterde blok worden berekend en geselecteerd als de representatieve waarde in de kalibratiegroepering.

[0049] Verwacht wordt dat andere datareductieprocessen kunnen worden gebruikt. De keuze hiervan hangt af van de omstandigheden waarvoor de uitvinding wordt toegepast.

[0050] Figuur 7 is een stroomschema dat bewerkingen overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding toont. De stroom start in blok 702 en gaat voort naar blok 704, waarbij het referentievlak 502 ten opzichte van de camera 100 is opgesteld. In blok 706 vangt de camera 100 karakteristieke datagroeperingen in die een afbeelding van het referentievlak 502 representeren. In blok 708 worden de karakteristieke groeperingen gemanipuleerd voor het verschaffen van kalibratie-informatie. Blok 708 kan de vorm hebben van blok 710, waarin de karakteristieke groeperingen qua afmetingen worden gereduceerd, resulterend in representatieve groeperingen. Blok 708 kan ook de vorm van blok 712 hebben waarin de karakteristieke groeperingen via polynomen worden gemodelleerd. Als alternatief kan blok 708 worden uitgevoerd als een combinatie van de blokken 710 en 712. De stroom gaat verder van blok 708 naar blok 714, waar de kalibratie-informatie wordt opgeslagen. Na blok 17 eindigt de stroom bij blok 716.

[0051] Figuur 8 is een stroomschema dat blok 710 meer gedetailleerd weergeeft. De stroom start in blok 802 en gaat verder naar blok 804, waarin elke karakteristieke groepering wordt verdeeld in een veelheid van blokken. In de volgende stap wordt een representatieve waarde voor elk blok bepaald. In blok 808 worden de representatieve waarden voor een betreffende groepering gerangschikt als een kalibratiegroepering. De stroom gaat verder vanaf blok 808 naar blok 810 waar de stroom eindigt.

[0052] Zodra de groep van gereduceerde karakteristieke groeperingen, dat wil zeggen de kalibratiegroep is bepaald, kan deze in het flashgeheugen 120 worden opgeslagen.

5 [0053] Gebruik van de kalibratiegroepen voor het corrigeren van vignettering is beschreven in de gelijktijdig aangevraagde Nederlandse octrooiaanvraag van aanvrager, octrooigemachtigde documentnummer 206318, welke aanvraag als geheel door verwijzing hierin is opgenomen.

10 [0054] Opgemerkt wordt dat het proces van het reduceren van de karakteristieke data (resultierend in een kalibratiegroep) in de camera kan worden uitgevoerd, bijvoorbeeld door de microcontroller 128 en/of de ASIC 106, of extern van de camera geheel of gedeeltelijk via het werkstation 124.

15 [0055] Bij het corrigeren van beelddata onder toepassing van de kalibratiegroepering, kan het gewenst zijn om de gecorrigeerde waarden te berekenen als functie van het witte punt dat wordt toegepast in kleurcorrectie van de witte kalibratiebron 502.

20 [0056] In die situaties, waarin het gewenst is om de afbeelding te corrigeren als functie van de gebruikte kleurcorrectie van de witte kalibratiebron, kan het niet-rekening houdend met de kleurcorrectie voor de witte kalibratiebron nadelige invloeden hebben op de belichtingsdetectie en kleurcorrectie in de afbeeldingspijplijn. Het witte punt verschilt voor elke camera en kan bijvoorbeeld worden berekend door het gemiddelde te nemen van de middenbeeldpunten 204 in figuur 2 van een afbeelding van de witte kalibratiebron 502.

25 [0057] Als alternatief, in plaats van opslag van een groep van kalibratiefactoren voor elke mogelijke combinatie van cameraparameters, wordt in een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding een polynoomvergelijking op elke groep van kalibratiefactoren gepast en in plaats daarvan wordt elke groep van polynoomcoëfficiënten opgeslagen, voor het
30 hiermee effectief reduceren van de hoeveelheid data welke de referentie afbeelding representeert. Voor een gegeven groep van camerawerkparameters

kan dan een groep van polynoomvergelijkingen worden geselecteerd die respectievelijk kan worden gebruikt voor het berekenen van een groep van kalibratiefactoren. Deze polynoom techniek is beschreven in de gelijktijdig aangevraagde Nederlandse octrooiaanvraag ten name van
5 aanvraagster, octrooigemachtigde documentnummer 206317, welke aanvraag als geheel hierin door verwijzing is opgenomen.

[0058] De groepen polynoomcoëfficiënten kunnen in het flashgeheugen 120 worden opgeslagen. Ofwel de ASIC 106 en/of de microcontroller 128 kunnen de betreffende groep coëfficiënten uit het
10 flashgeheugen 120 lezen, de betreffende kalibratiefactor berekenen, de corresponderende ruwe grootte van de beeldpunten berekenen onder toepassing van de kalibratiefactor voor het verwerven van een gecorrigeerde beeldpuntgrootte; en vervolgens de gecorrigeerde waarden in het flashgeheugen 120 opslaan.

15 [0059] Op elk karakteristiek vlak kan empirisch een polynoomvergelijking worden gepast, onder toepassing van kleinste-kwadratenanalyse, regressie-analyse, etc. Een voorbeeld van een opzichzelf bekend programma dat numerieke analyse, matrixberekening, signaalverwerking en grafische beeldvorming integreert voor het hiermee
20 verschaffen van een polynoomaanpassing wordt beschikbaar gesteld door THE MATHWORKS, INC. onder de merknaam MATLAB. De karakteristieke data kunnen aan het werkstation 124 worden overgedragen, dat hierop een polynoom past. De coëfficiënten van het polynoom kunnen dan in het niet-vluchtige geheugen van de camera worden opgeslagen, bijvoorbeeld het flashgeheugen
25 120.

[0060] De uitvinding omvat de volgende voordelen.

[0061] Het gebruik van digitale verwerking overeenkomstig de uitvoeringsvormen van de uitvinding voor het verwijderen van de kleurafhankelijke vignettering verlicht de prestatie-eisen aan de lenzen,
30 de sensor en de flitseenheid van de camera. Dit resulteert in lagere camerakosten.

[0062] Omdat de afzonderlijke componenten van een camera hun eigen vervaardigingstoleranties bezitten, resulteert bepaling van de kalibratiegroepering overeenkomstig de uitvoeringsvormen van de uitvinding, nadat de camera is geassembleerd, in verbeterde afbeeldingskwaliteit omdat rekening wordt gehouden met de afzonderlijke toleranties van de betreffende componenten. Dit levert een betere afbeeldingskwaliteit dan een alternatieve strategie van het instellen van de betreffende fysieke attributen van de lenzen, de sensor en de flitseenheden teneinde kleurafhankelijke vignettering te verwijderen, omdat deze strategie vervaardigingstoleranties niet tegen redelijk kosten adequaat kan compenseren.

[0063] Het kalibreren van de camera overeenkomstige uitvoeringsvormen van de uitvinding voor kleurafhankelijke vignettering reduceert en kan zelfs de variatie in kleurafhankelijke vignettering bij verschillende apertuur- en zoominstellingen elimineren.

[0064] De uitvinding kan worden belichaamd in andere vormen zonder af te wijken van z'n geest en essentiële eigenschappen. De beschreven uitvoeringsvormen dienen slechts als niet-beperkende voorbeelden van de uitvinding te worden beschouwd. De omvang van de uitvinding dient te worden bepaald aan de hand van de bijgesloten conclusies. Alle veranderingen welke binnen de geest en equivalentie van de conclusies komen worden geacht binnen hun omvang te vallen.

Lijst met verwijzingscijfers

	100	Digitale camera
	102	CCD-inrichting
5	104	A/D-omzetter
	105	Afbeeldingsdata
	106	ASIC
	108	Klok, Drijvers
	109	CCD-klokken
10	110	Zoom, focus, iris, sluiters
	112	Motordrijvers
	113	NTSC/PAL-codeerorgaan
	114	Flitsinrichting
	115	Beeld-LCD-display
15	116	Strobedrijver
	117	TV-Connector
	118	SD RAM
	119	Weergeven data
	120	Intern flashgeheugen
20	121	Communicatie
	122	Externe CF-kaartconnector
	123	Gebruikersinterface (status LCD, LEDs en knoppen)
	124	Extern werkstation
25	125	Directe verbinding
	126	USB-connector
	127	IRDA
	128	Microcontroller
	129	Audiodrijver
30	130	Audio
	131	Back up

	132	Voedingsbron
	133	AC-adapter
	134	USB aangesloten?
	200	Afbeelding 202R; 202G; 202B R-G-B kleurvlakken
5	204	Middengebied
	205	Blokafmetingen
	206	Blok
	207	Kleurvlakken
	208	Beeldpuntkolommen
10	209	Beeldpuntrijen
	401	Digitale waarden genormaliseerd op het midden
	402	Kolomnummer
	403	Blaue digitale waarde
	404	Groene digitale waarde
15	405	Rode digitale waarde
	500	Camera
	501	Zelf-belicht wit vlak
	502	Kalibratiebron
	601	Kalibratiegroepering
20	602	Karakteristieke groepering
	603	Blok
	604	Deelblok
	606	Afbeelden op
	702	Start
25	704	Opstellen referentievlak en camera
	706	Invangen karakteristieke groeperingen
	708	Manipulatie voor het produceren van kalibratie-informatie
	710	Produceeren van gereduceerde groeperingen van representatieve data
30	712	Modelleer als representatieve polynomen

714	Opslaan kalibratie-informatie
716	Einde
802	Start
804	Verdeel karakteristieke groepering in blokken
5 806	Bepaal representatieve waarden voor elk blok
808	Rangschikken representatieve waarden als gereduceerde kalibratiegroepering
810	Einde

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het produceren van kalibratiedata voor een digitale camera (100) welke werkwijze omvat het:

5 opstellen (704) aan de voorzijde van de camera, van een referentievlak (502) dat moet worden afgebeeld;

 invangen (706) via de camera, van een karakteristieke groepering (202) van data corresponderend met een afbeelding van het referentievlak voor elke kleur welke de camera kan afbeelden; en

10 manipuleren (708) van elke karakteristieke groepering voor het reduceren van de totale hoeveelheid data welke de referentie-afbeelding representeert.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin het manipuleren omvat het:

15 modelleren (712) van de karakteristieke groepering met een polynoomvergelijking, waarbij de coëfficiënten van de polynoomvergelijking een reductie representeren van de totale hoeveelheid data welke de referentie-afbeelding representeert.

3. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin het manipuleren, voor 20 elke karakteristieke groepering, omvat het:

 verdelen (804) van de karakteristieke groepering in een veelheid van blokken; en

 bepalen (806) van een representatieve waarde voor elk blok als functie van data binnen het blok; en

25 rangschikken (808) van de representatieve waarde als een gereduceerde groepering.

4. Werkwijze volgens conclusie 3, waarin elk blok dezelfde afmetingen heeft, en waarin deze afmetingen worden bepaald voor het in hoofdzaak garanderen van minder dan 1% variatie in beeldpuntgrootte in 30 elk blok.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, waarin het bepalen omvat

het:

kiezen van een deelblok van data binnen het blok;
verwerken van de beeldpuntgroottes binnen het blok voor het
bewerkstelligen van een resultaat; en

5 instellen van de representatieve waarde gelijk aan het
resultaat.

6. Systeem voor het produceren van kalibratiedata voor een
digitale camera, welk systeem omvat:

een referetievlak (505) dat moet worden afgebeeld;

10 een afbeeldingsorgaan (102) voor het invangen van een
karakteristieke groepering van data corresponderend met een afbeelding
van het referentievlak voor elke kleur die de camera kan afbeelden; en

verwerkingsschakelingen, waarvan tenminste één in de camera

en extern van de camera aanwezig is, voor het manipuleren (106) van elke
15 karakteristieke groepering voor het reduceren van de totale hoeveelheid
data welke de referentie-afbeelding representeert.

7. Systeem volgens conclusie 6, waarin de
verwerkingsschakelingen werkzaam zijn voor het modelleren (712) van de
karakteristieke groepering met een polynoomvergelijking, waarbij de
20 coëfficiënten van de polynoomvergelijking een reductie representeren in
de totale hoeveelheid data welke de referentie-afbeelding representeert.

8. Systeem volgens conclusie 6, waarin het afbeeldingsorgaan
een rode groepering, een groene groepering en een blauwe groepering kan
afbeelden.

25 9. Systeem volgens conclusie 6, waarin de
verwerkingsschakelingen voor elke karakteristieke groepering, werkzaam
zijn voor het:

opdelen (804) van de karakteristieke groepering in een
veelheid van blokken; en

30 bepalen (806) van een representatieve waarde voor elk blok
als functie van data binnen het blok; en

rangschikken (808) van de representatieve waarde als een gereduceerde groepering.

10. Systeem volgens conclusie 9, waarin elk blok dezelfde afmetingen heeft en waarin de afmetingen worden bepaald voor het in
5 hoofdzaak garanderen van minder dan ongeveer 1% variatie in beeldpuntgrootte binnen elk blok.

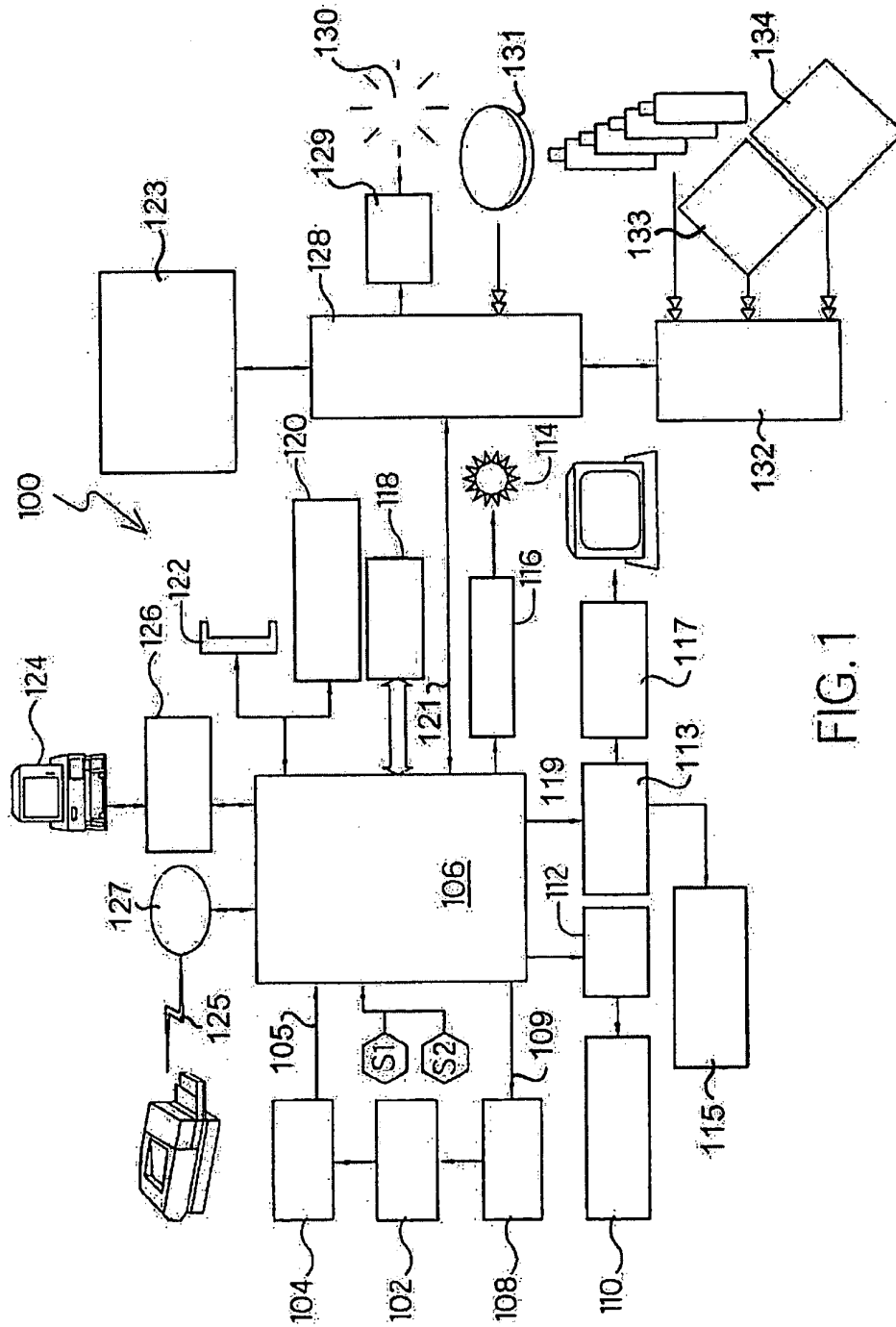


FIG. 1

2/10

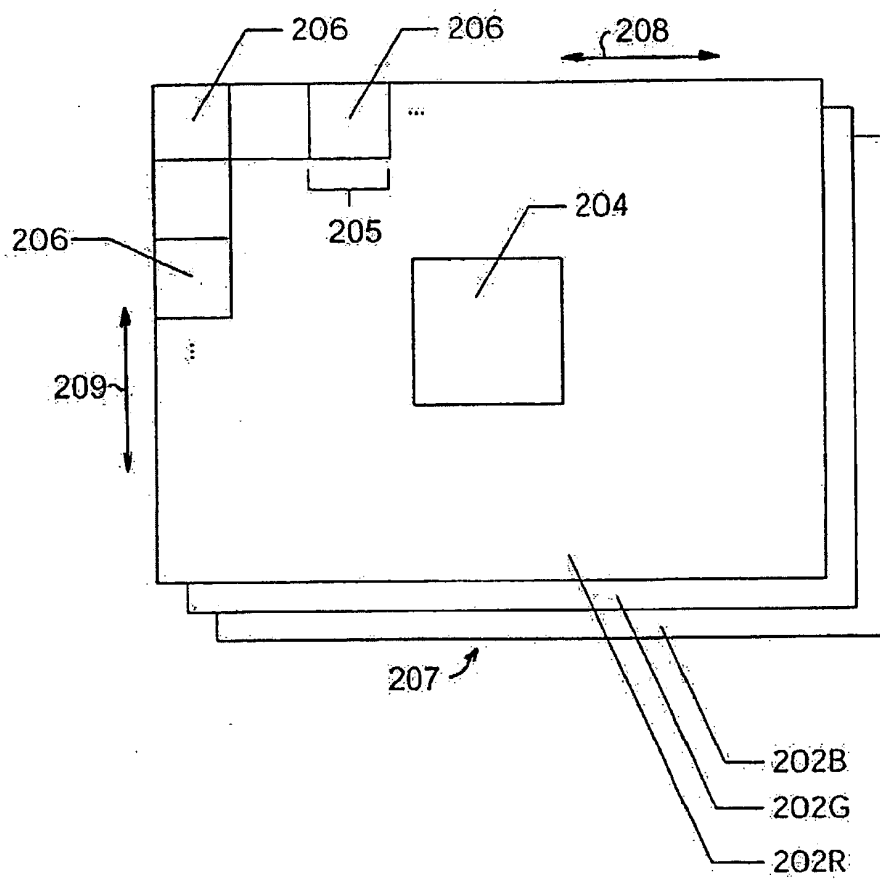


FIG. 2

3/10

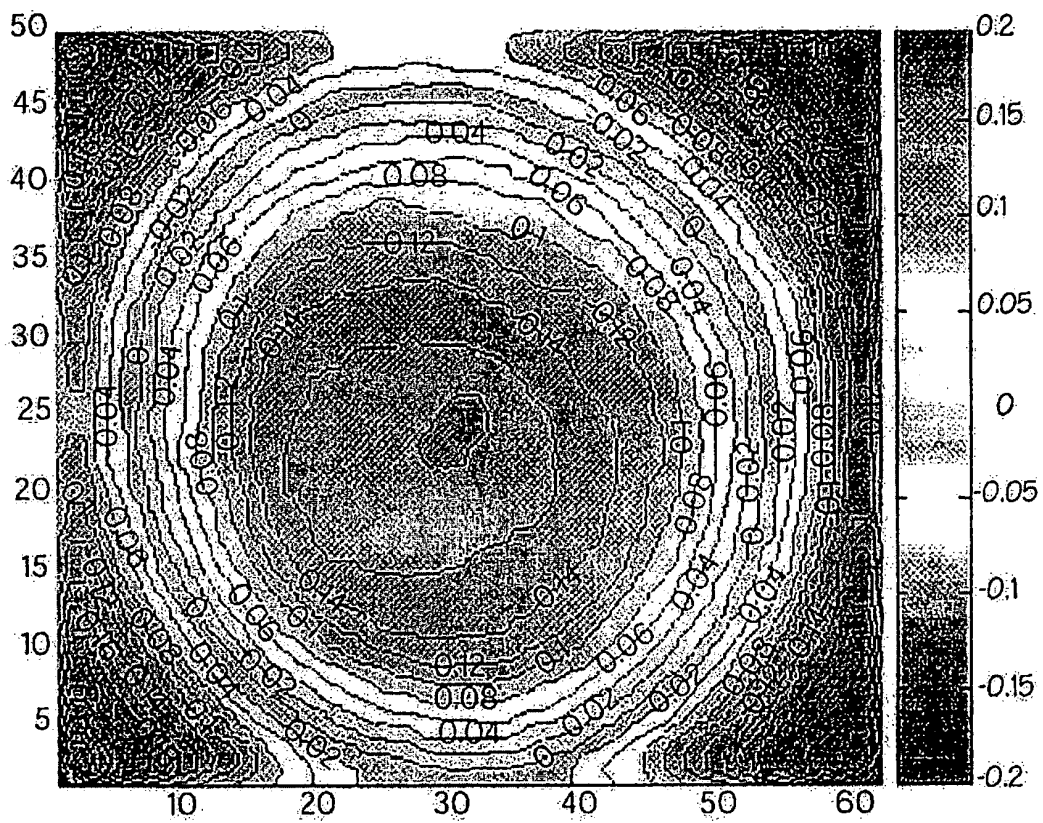


FIG. 3A (ROOD)

1023710

4/10

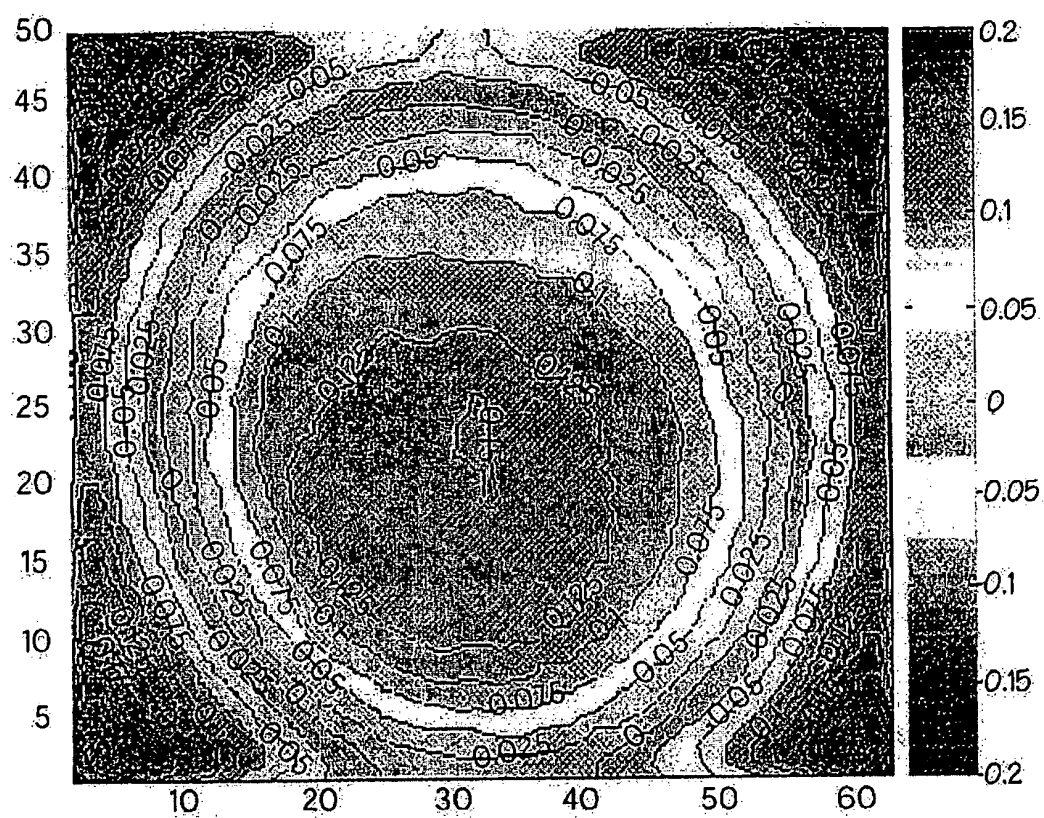


FIG. 3B (GROEN)

5/10

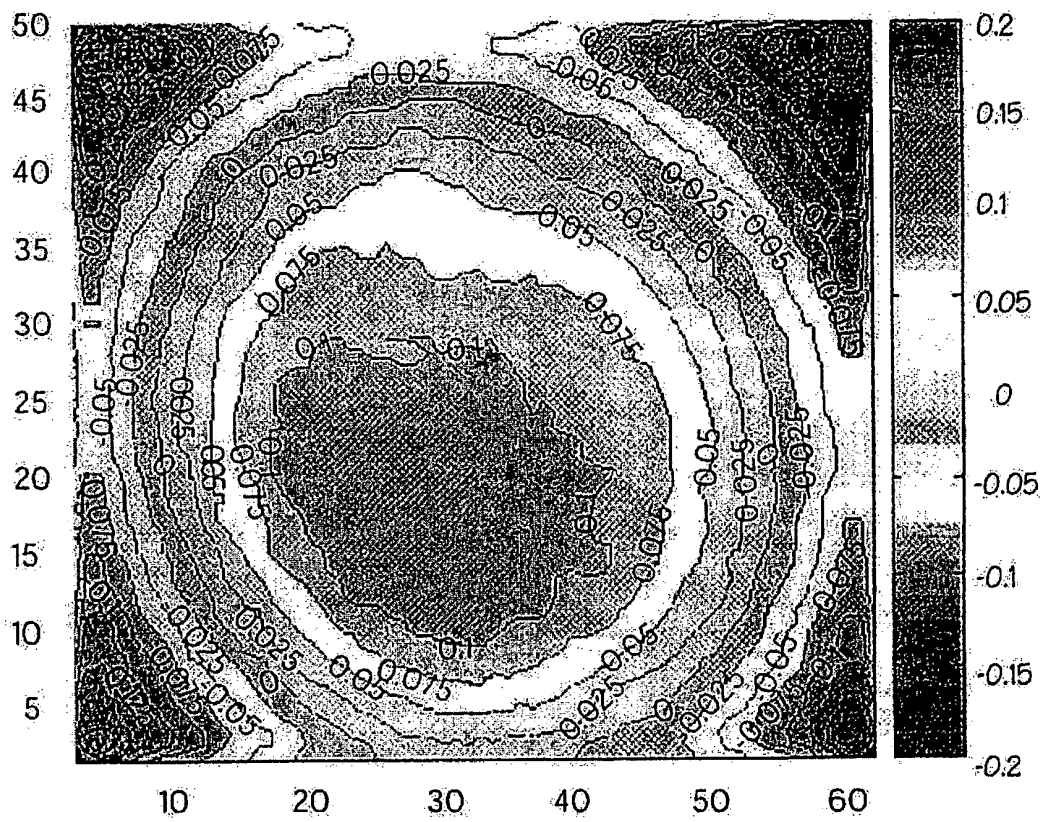


FIG. 3C (BLAUW)

6/10

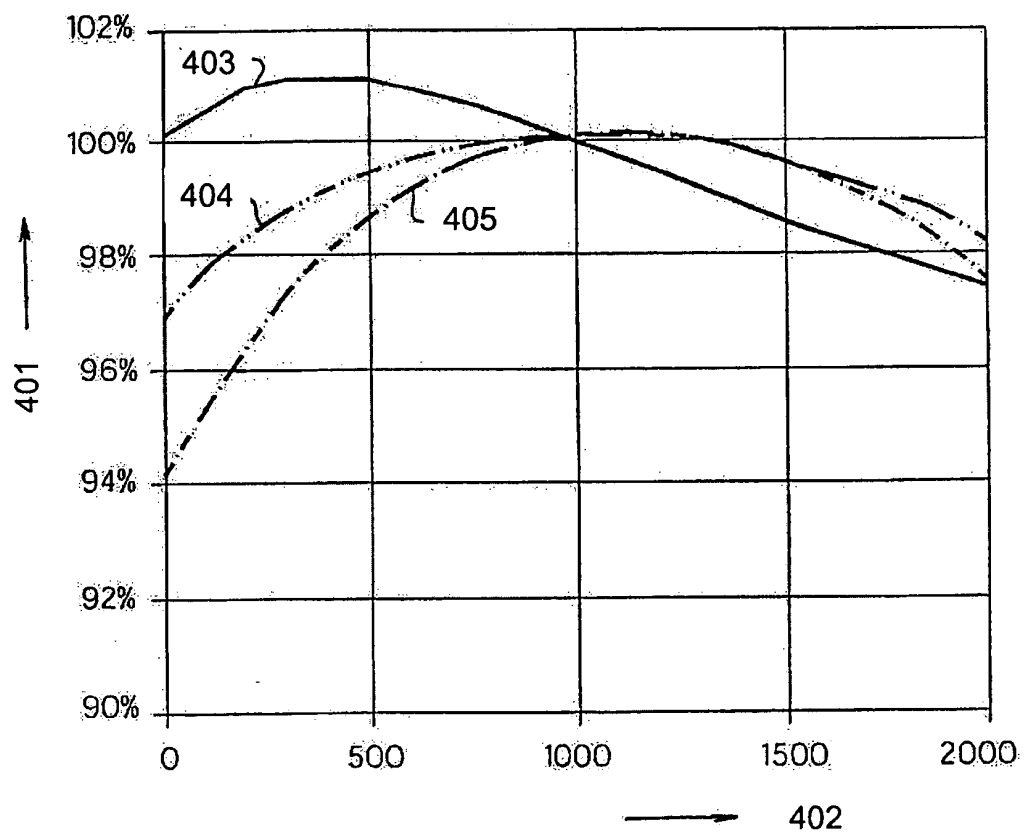


FIG. 4

7/10

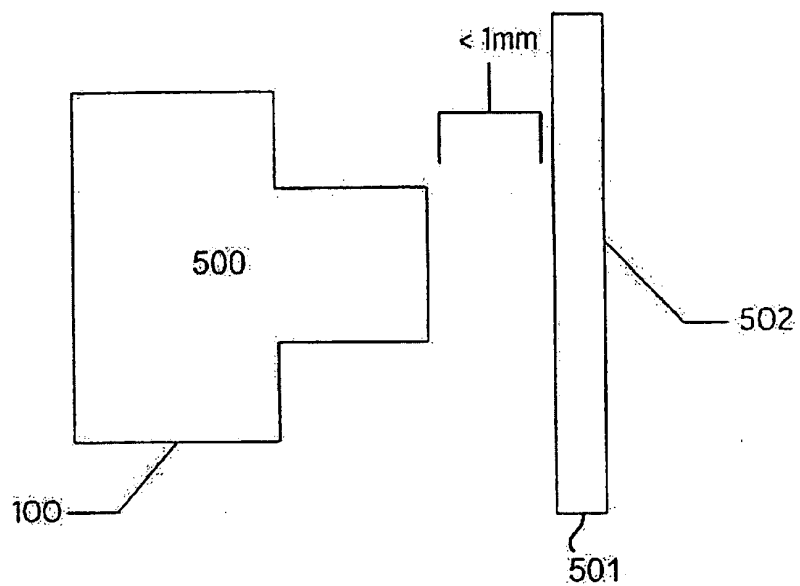


FIG. 5

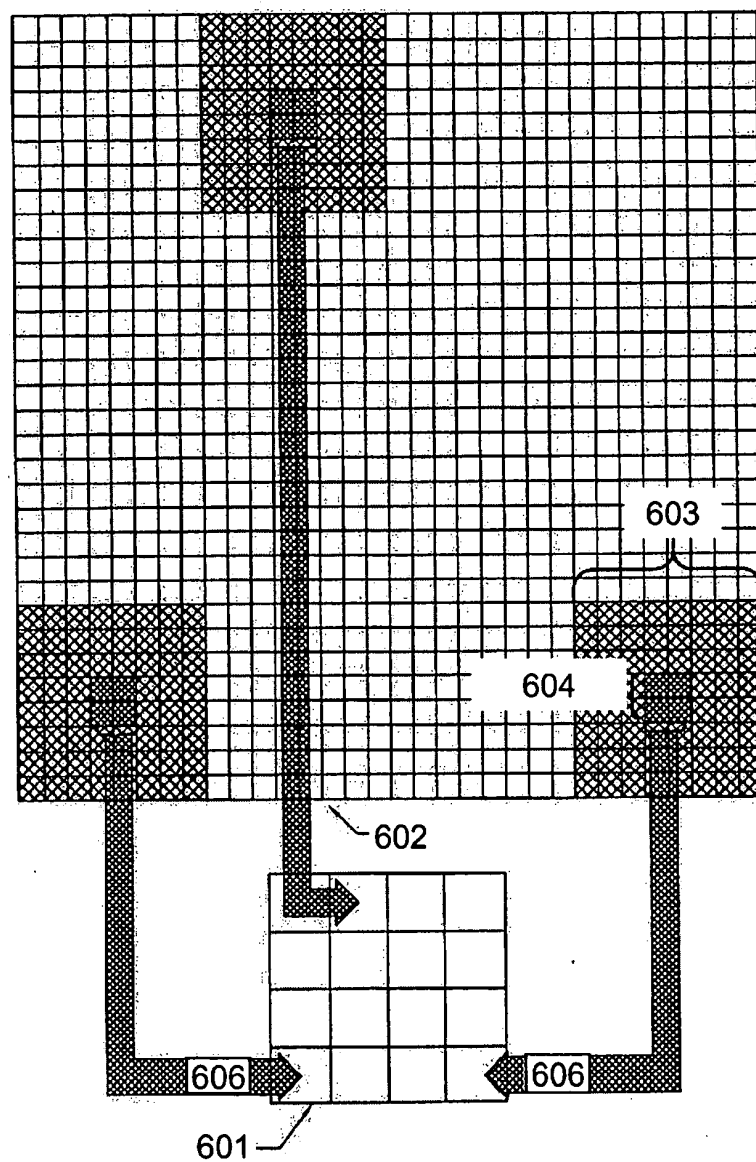


FIG. 6

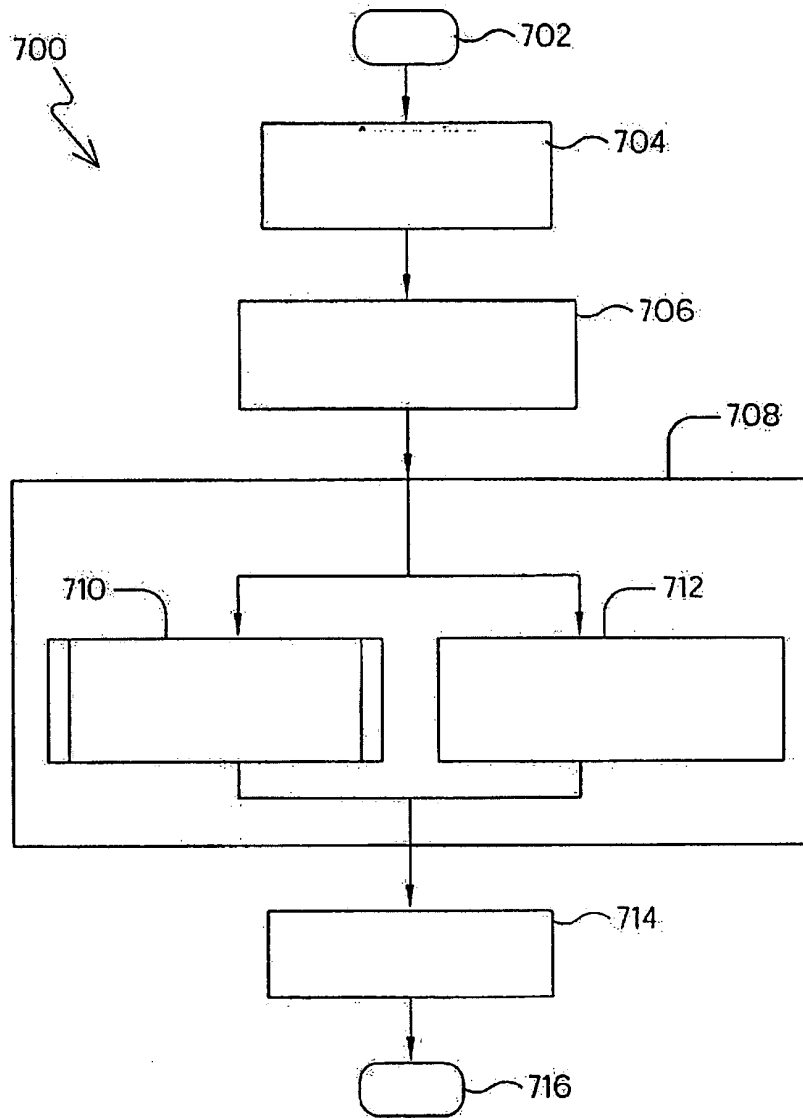


FIG. 7

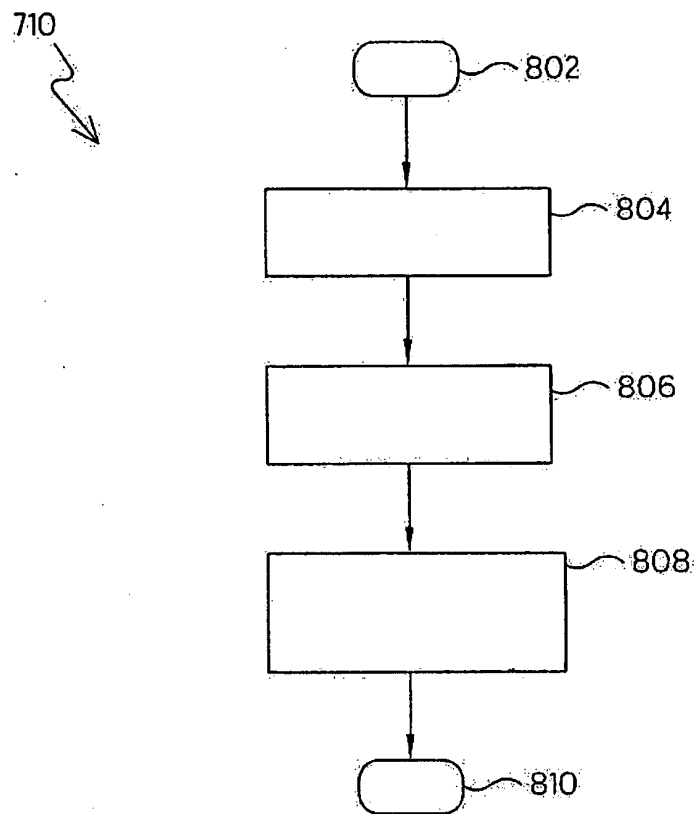


FIG. 8



RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Octroolaanvraag Nr.:

NO 135193

NL 1023710

VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR			
Categorie	Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie(s)Nr.:	Internationale classificatie
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN deel 1997, nr. 01, 31 januari 1997 (1997-01-31) & JP 08 251528 A (CANON INC), 27 september 1996 (1996-09-27) * samenvatting * & US 2002/186303 A1 (AIZAWA TAKASHI ET AL) 12 december 2002 (2002-12-12) * alinea '0035! - alinea '0036!; figuur 1 *	1,6,8	H04N17/00 H04N17/02
Y	US 4 608 593 A (MIYAJI ET AL) 26 augustus 1986 (1986-08-26) * samenvatting * * kolom 2, regel 40 - kolom 4, regel 57; figuren 1-4 *	1,6,8	
A	EP 0 508 607 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 14 oktober 1992 (1992-10-14) * het gehele document *	1,3,6,8, 9	
A	US 5 381 174 A (DE GROOT ET AL) 10 januari 1995 (1995-01-10) * het gehele document *	1,6,8	Onderzochte gebieden van de techniek H04N
Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op :			
Plaats van onderzoek 's-Gravenhage		Datum waarop het onderzoek werd voltooid 11 Oktober 2005	Vooronderzoeker (EOB) Fuchs, P
CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR X : op zichzelf van bijzonder belang Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie A : achtergrond van de stand van de techniek O : verwijzend naar niet op schrift gestelde van de techniek P : literatuur gepubliceerd tussen voorrangs- en indieningsdatum T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding E : andere octrooi-publicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum D : in de aanvraag genoemd L : om andere redenen vermelde literatuur & : lid van dezelfde octrooifamilie, corresponderende literatuur document			

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE
HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK,
UITGEVOERD IN DE OCTROOIAANVRAGE NR.**

NO 135193
NL 1023710

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooien (zogenaamde leden van dezelfde octroofamilie), die overeenkomen met octrooischriften genoemd in het rapport.

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per

De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door het Bureau voor de Industriële eigendom gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

11-10-2005

In het rapport genoemd octrooigeschrift		Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
JP 08251528	A	27-09-1996	JP 3571792 B2	29-09-2004
US 2002186303	A1	12-12-2002	GEEN	
US 4608593	A	26-08-1986	CA 1203892 A1	29-04-1986
			JP 1045796 B	04-10-1989
			JP 1563497 C	12-06-1990
			JP 59100685 A	09-06-1984
EP 0508607	A	14-10-1992	DE 69226465 D1	10-09-1998
			DE 69226465 T2	14-01-1999
			JP 4284087 A	08-10-1992
US 5381174	A	10-01-1995	DE 4135210 A1	29-04-1993
			EP 0538948 A2	28-04-1993
			JP 3649450 B2	18-05-2005
			JP 5268612 A	15-10-1993