

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 620 051 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.07.1998 Bulletin 1998/27

(51) Int. Cl.⁶: **B07C 5/342**

(21) Numéro de dépôt: **94200873.1**

(22) Date de dépôt: **30.03.1994**

(54) **Procédé et dispositif de tri automatique de produits, notamment de fruits ou légumes**

Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Sortierung von Produkten, hauptsächlich von Früchten oder Gemüse

Method and device for automatic sorting of products, especially of fruit or vegetables

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL PT

(30) Priorité: **16.04.1993 FR 9304605**

(43) Date de publication de la demande:
19.10.1994 Bulletin 1994/42

(73) Titulaire:
**MATERIEL POUR L'ARBORICULTURE
FRUITIERE (M.A.F.) S.A.
F-82000 Montauban (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Blanc, Philippe**
F-82000 Montauban (FR)
• **Romero, Gilles**
F-82000 Montauban (FR)

(74) Mandataire:
Cabinet BARRE LAFORGUE & associés
95, rue des Amidonniers
31000 Toulouse (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 231 027 **GB-A- 2 167 180**
NL-A- 9 000 565 **US-A- 4 843 561**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 620 051 B1

Description

L'invention concerne un procédé et un dispositif de tri automatique de produits, notamment de fruits ou légumes.

Les stations fruitières modernes sont confrontées au problème sans cesse plus pressant de la recherche de la qualité. De plus, les réseaux de distribution moderne exigent des lots de fruits et légumes parfaitement homogènes, aussi bien en qualité qu'en coloration, la qualité du fruit étant appréciée à partir de critères visuels classiques établis par la réglementation des fruits et légumes.

De telles exigences ont pour conséquence de demander aux personnels de tri manuel des efforts ne permettant pas d'accéder à des cadences de calibrage élevées. Il s'agit en effet, pour ce personnel, de repérer, parmi les fruits convoyés, ceux qui sont à déclasser, les défauts justifiant ce déclassement étant de diverses natures : pathologie des fruits, chocs, coupures...

Un bon calibrage qualitatif exige donc un personnel qualifié et des cadences raisonnables nettement inférieures aux cadences maximales des chaînes de conditionnement.

Les solutions actuellement employées pour automatiser le tri et remplacer le personnel utilisent toutes des systèmes électroniques à base de caméras. Or, ces systèmes ne permettent pas de répondre en totalité aux aspirations des producteurs car l'approche qualitative est alors envisagée sous l'aspect colorimétrique en considérant que les défauts ont une couleur particulière.

Malheureusement, la réalité physique du phénomène est tout autre. En effet et à titre d'exemple, un choc frais sur une pomme n'altère pas la couleur de celle-ci et pourtant le fruit doit être déclassé. De même, un fruit atteint de "biter pit" ne présente pas d'altération de couleur en surface, alors que sous la peau le fruit est pourri. Par ailleurs, les cavités naturelles des fruits (pistillaire et pédonculaire) sont considérées comme des taches car comportant naturellement des taches marron ("russetting"), et la détection de ces cavités provoque le déclassement des fruits alors que ces zones du fruit sont soumises à une réglementation particulière, plus souple que pour les autres parties dudit fruit.

Une autre technique décrite dans le brevet GB-2 167 180 consiste à éclairer les produits au moyen d'une source lumineuse ayant un spectre complexe, et à mesurer l'énergie lumineuse réfléchie dans des plages de longueurs d'onde données, le fruit étant animé d'un mouvement de rotation lors de son inspection, et un balayage de la surface dudit fruit étant effectué lors de cette inspection. Une telle technique semble a priori plus fiable que celle ci-dessus décrite. Toutefois, elle apparaît d'une fiabilité douteuse lors de l'examen de fruits tels que des pommes. De plus, telle que la précédente, une telle technique ne permet pas de discerner les cavités naturelles des fruits, qui sont donc considé-

rées comme des tâches pouvant entraîner le déclassement non justifié desdits fruits.

En vue de pallier cet inconvénient, une autre technique décrite dans le brevet NL 90 00565 a consisté à utiliser deux capteurs disposés de façon à intercepter l'énergie lumineuse réfléchie lorsque la partie du fruit éclairé consiste en une cavité ou en la queue dudit fruit, et à inhiber les valeurs des mesures lorsque ces capteurs sont activés. Toutefois, une telle technique s'avère des plus aléatoires. En effet, et en premier lieu, la position des capteurs est fixe, et ces derniers s'avèrent inopérants pour des fruits de calibres différents de ceux pour qui cette position a été déterminée. De plus, des fruits, tels que notamment des pommes, présentent au niveau des cavités pistillaire et pédonculaire, une surface absorbant la lumière, de sorte que ces cavités ne peuvent être détectées par les capteurs précités.

La présente invention vise à pallier ces inconvénients et a pour principal objectif de fournir un dispositif de tri automatique permettant de répondre aux divers critères de sélection de produits tels que des fruits et légumes, sans être influencé par les zones non réductibles de ces derniers.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un dispositif apte à délivrer des informations représentatives de la qualité, de la couleur et du volume des produits.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un dispositif pouvant être installé sur un convoyeur à plusieurs lignes de transport, et assurer une grande uniformité de calibrage sur l'ensemble de ce convoyeur.

A cet effet, l'invention vise un procédé de tri automatique colorimétrique de produits, notamment de fruits ou légumes, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à éclairer chaque produit au moyen d'au moins un faisceau apte à matérialiser une ligne lumineuse sur la surface dudit produit,
- à déplacer relativement la ligne lumineuse et le produit de façon à éclairer successivement le maximum de points observables de la surface dudit produit,
- à décomposer chaque ligne lumineuse en une succession de points, et pour chacun desdits points, à récupérer dans des longueurs d'onde présélectionnées, au moins une partie de l'énergie lumineuse renvoyée par le produit,
- pour chaque longueur d'onde présélectionnée, à mesurer l'intensité lumineuse de chaque point de chaque ligne lumineuse, et à délivrer des données analogiques représentatives de ladite intensité,
- pour une des longueurs d'onde présélectionnées et pour chaque point de chaque ligne lumineuse, à délivrer une information, dite de distance, représentative de la distance entre un point d'origine et une zone située à proximité immédiate du point d'impact du faisceau sur le produit,
- à convertir, pour chaque ligne lumineuse, les données analogiques représentatives de l'intensité

lumineuse en une suite de valeurs numériques, chacune représentative du niveau de gris dans la longueur d'onde considérée du point correspondant de ladite ligne lumineuse, de façon que chacune des suites de valeurs corresponde à la courbe d'intensité lumineuse, dans cette longueur d'onde, de cette ligne lumineuse,

- à convertir chaque information de distance de façon à obtenir une suite de valeurs numériques représentatives du profil physique du produit aptes à permettre de discriminer d'éventuelles cavités naturelles à la surface dudit produit,
- à mémoriser les suites de données numériques correspondant à chaque longueur d'onde présélectionnée et à chaque ligne lumineuse,
- et à traiter par le calcul les suites de données numériques selon des critères programmés basés sur une comparaison des valeurs des points homologues desdites suites, de façon à générer une information colorimétrique exploitable en ne prenant en compte que les seuls points des suites numériques ne correspondant pas à une cavité.

En premier lieu, un tel procédé, selon lequel on utilise des longueurs d'onde présélectionnées de l'énergie lumineuse renvoyée par le produit, permet d'améliorer la notion de déterminisme du calibrage, et par là-même d'augmenter la précision de ce dernier.

En effet, à chaque valeur numérique représentative d'une intensité lumineuse ne correspond qu'une seule couleur de fruit, la marge d'erreur sur la détermination de cette couleur étant absolument inexistante.

A titre d'exemple, un tel procédé permet de lever l'ambiguïté existant entre une pomme Golden présentant une zone rugueuse et une pomme Golden présentant une tache rosée. Une telle ambiguïté, que ne peuvent lever les dispositifs existants, présente une grande importance car la rugosité constitue un facteur de déclassement alors que les taches rosées constituent un facteur de qualité.

De même, et également à titre d'exemple, ce procédé permet de discriminer des défauts tels que des chocs frais non décelables avec les procédés actuels.

De plus, selon ce procédé, l'information colorimétrique fournie n'est pas affectée par la présence d'éventuelles cavités, ce qui évite notamment d'avoir à positionner de façon spécifique les produits en vue de leur tri, et qui permet donc une alimentation automatique et en continu desdits produits.

Selon un mode de mise en oeuvre préférentiel :

- on compare les suites de valeurs numériques correspondant aux courbes d'intensité lumineuse, de façon à délivrer une information relative à la qualité du produit, et consistant :

- . en l'absence de discontinuité de forme concave dans toutes les courbes, en une informa-

tion d'absence de défaut,

- . en présence d'une discontinuité de forme concave dans au moins une courbe mais non dans la totalité desdites courbes, en une information d'absence de défaut,
- . et en présence d'une discontinuité de forme concave dans une même zone de toutes les courbes, en une information de présence d'un défaut dans la zone de discontinuité,

- on effectue les calculs visant à générer l'information colorimétrique au moyen des seules valeurs des suites numériques ayant conduit à la délivrance d'une information d'absence de défaut.

Cette méthode permet de ne tenir compte, en vue de la détermination du classement colorimétrique des produits, que des seules surfaces de ce produit saines et sans défaut, c'est-à-dire des surfaces exemptes de chocs...

En outre, selon une autre caractéristique :

- en présence d'une discontinuité de forme concave dans toutes les courbes conduisant à la délivrance d'une information de présence d'un défaut :
 - . en l'absence de cavité, on calcule selon des critères programmés, des informations représentatives de l'état du défaut,
 - . et en présence d'au moins une cavité, on ne prend pas en considération les points concernés.

Ce mode de mise en oeuvre permet de lever toute ambiguïté et d'interpréter tous types de phénomènes pouvant se présenter au niveau de la surface du produit.

De plus et surtout, ce mode de mise en oeuvre permet de différencier l'aspect colorimétrique et l'aspect qualitatif, alors qu'à l'heure actuelle l'aspect qualitatif est uniquement approché à partir de l'aspect colorimétrique, ce qui conduit à de nombreuses aberrations quant aux informations de tri fournies.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on éclaire chaque produit au moyen d'un faisceau incident apte à éclairer un point de la surface dudit produit, et on déplace ledit faisceau de façon à matérialiser une ligne lumineuse.

Par ailleurs, en ce qui concerne l'éclairage des produits et de façon avantageuse :

- on utilise un premier faisceau monochromatique et polarisé, et on décompose l'énergie rétrodiffusée par chaque point dans deux plans de polarisation, de façon à obtenir les profils physiques du produit,
- on éclaire simultanément le produit au moyen d'un deuxième faisceau polychromatique composé d'un nombre discret de longueurs d'onde présélection-

nées, et on récupère l'énergie lumineuse renvoyée par le produit pour chacune des longueurs d'onde de ce faisceau polychromatique, de façon à obtenir les données représentatives des courbes d'intensité lumineuse.

De plus, on superpose préférentiellement les faisceaux monochromatique et polychromatique de façon à éclairer chaque produit en un point unique. Cette disposition permet d'obtenir la couleur issue d'un même point en analysant l'énergie rétrodiffusée par ce point pour les différentes longueurs d'onde.

En outre, on utilise avantageusement un faisceau polychromatique composé d'au moins trois longueurs d'onde choisies parmi les couleurs suivantes : rouge, vert, bleu, jaune.

Le faisceau monochromatique utilisé est quant à lui préférentiellement un faisceau infrarouge.

L'utilisation d'un faisceau infrarouge présente deux avantages. D'une part, en effet, la couleur des produits n'a aucune influence sur un tel faisceau. De plus, le faisceau infrarouge permet d'obtenir une information supplémentaire consistant en une courbe d'intensité dans l'infrarouge liée aux dimensions des produits et qui peut être utilisée pour :

- repérer exactement le début et la fin de chaque produit,
- obtenir par sommations successives des profils dans l'infrarouge, une information représentative du volume du produit.

Par ailleurs, on utilise de façon préférentielle des faisceaux polychromatique et monochromatique issus de sources laser.

L'utilisation de sources laser permet d'utiliser des longueurs d'onde déterminées au nanomètre près. De plus, la puissance laser permet de détecter des défauts sous-épidermiques non visibles à l'œil nu.

Selon une autre caractéristique de l'invention visant un procédé dans lequel les produits sont de façon classique déplacés le long d'une chaîne de tri, on déplace chaque faisceau, d'une part parallèlement au sens de déplacement des produits de façon à former des lignes lumineuses longitudinales constituées d'une succession de points alignés, et d'autre part, transversalement, de façon à couvrir la surface du produit par une succession de lignes lumineuses parallèles.

L'invention s'étend à un dispositif de tri automatique de produits, notamment de fruits ou légumes, caractérisé en ce qu'il comprend en combinaison :

- des premiers moyens d'éclairage aptes à matérialiser une ligne lumineuse sur la surface du produit,
- des seconds moyens d'éclairage aptes à générer un faisceau monochromatique polarisé, et à matérialiser au moyen dudit faisceau une ligne lumineuse sur la surface du produit,

- des moyens de déplacement relatif des lignes lumineuses et du produit agencés pour permettre d'éclairer successivement le maximum de points observables de la surface dudit produit,
- une chaîne d'acquisition comportant des capteurs aptes à collecter l'énergie lumineuse renvoyée par le produit dans des longueurs d'onde présélectionnées, et à délivrer des signaux analogiques représentatifs, pour chaque point de chaque ligne lumineuse et dans chacune desdites longueurs d'onde, de l'intensité lumineuse dudit point,
- des moyens de séparation du faisceau incident polarisé et de l'énergie lumineuse dépolarisée renvoyée par le produit,
- un ensemble optique disposé de façon à ne recevoir que la seule énergie lumineuse renvoyée par le produit, et adapté pour délivrer un signal analogique représentatif de la distance entre ledit ensemble optique et une zone située à proximité immédiate du point d'impact du faisceau incident sur le produit,
- et une unité centrale de traitement comportant :
 - des moyens de conversion analogique/numérique agencés pour recevoir les signaux analogiques issus des capteurs et pour délivrer, pour chaque point et dans chaque longueur d'onde, une valeur numérique représentative du niveau de gris dudit point,
 - des moyens de conversion analogique/numérique agencés pour recevoir les signaux analogiques issus de l'ensemble optique et pour délivrer, pour chaque point d'impact du faisceau sur le produit, une valeur numérique représentative de la distance entre un point d'origine et une zone située à proximité immédiate dudit point d'impact,
 - des moyens de mémorisation des valeurs numériques sous forme de suites de valeurs représentatives du profil physique du produit,
 - des moyens de mémorisation des valeurs numériques sous forme de suites de valeurs représentatives, chacune, pour chaque longueur d'onde, de la courbe d'intensité lumineuse d'une ligne lumineuse,
 - et des moyens de calcul programmés pour calculer, à partir d'une part, de critères de comparaison des valeurs numériques des points homologues des courbes d'intensité et, d'autre part, des valeurs représentatives du profil physique du produit, une information colorimétrique exploitable ne prenant en compte que les seuls points des courbes d'intensité ne correspondant pas à une cavité.

En outre, les capteurs comprennent préférentiellement des moyens de décomposition de l'énergie lumineuse renvoyée par le produit en un nombre discret de

longueurs d'ondes présélectionnées et, pour chaque longueur d'onde, des moyens de collection et de focalisation, et un détecteur agencé pour recevoir l'énergie collectée et pour délivrer un signal analogique représentatif de ladite énergie.

De plus, les moyens de décomposition sont avantageusement constitués d'au moins une lame à déviation optique sélectionnée pour des longueurs d'ondes données.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ces moyens de décomposition sont en outre insérés entre les deux faces formant hypoténuse de deux prismes rectangles, un desdits prismes étant disposé de façon qu'une de ses faces constitue la fenêtre d'entrée desdits moyens de décomposition.

Grâce à cette disposition, et en premier lieu, l'agencement des différents composants optiques forme, entre la face d'entrée et celle de sortie, un système optique complet de même indice optique. De ce fait, la réflexion de Fresnel est minimisée car elle s'opère sur des faces d'entrée et de sortie qui sont les plus orthogonales possibles aux directions moyennes des faisceaux entrant et sortant du système.

Il est à noter en outre, qu'en vue de minimiser encore ces réflexions, les différentes faces peuvent subir un traitement anti-reflets classique.

De façon avantageuse, les moyens de décomposition peuvent être de deux types. Ils peuvent ainsi soit consister en un réseau de diffraction, soit être constitués d'au moins deux miroirs holographiques par réflexion, espacés et sélectifs pour les longueurs d'ondes prédéterminées.

Par ailleurs, l'ensemble optique est avantageusement adapté pour délivrer un deuxième signal analogique représentatif de l'intensité lumineuse renvoyée par le produit dans la longueur d'onde du faisceau incident.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'unité centrale de traitement comprend :

- une première carte électronique, dite d'amplification, apte à amplifier les signaux analogiques délivrés par les capteurs et l'ensemble optique,
- une deuxième carte électronique, dite télémétrique, comportant des moyens de conversion analogique/numérique et agencée pour recevoir les signaux amplifiés issus de l'ensemble optique, ladite carte comportant une unité de calcul programmée pour identifier les cavités naturelles et les zones endommagées du produit, et pour calculer le volume dudit produit à partir du signal d'intensité lumineuse en défalquant du résultat obtenu les zones correspondant à des cavités,
- une troisième carte électronique, dite de traitement couleur, comportant des moyens de conversion analogique/numérique, et agencée pour recevoir les signaux amplifiés délivrés par les divers capteurs, et le signal amplifié représentatif de l'intensité lumineuse pour la longueur d'onde sélectionnée

pour l'ensemble optique, ladite carte comportant une unité de calcul programmée pour réaliser un algorithme de tri colorimétrique pour les points autorisés,

- 5 - une quatrième carte, dite de traitement qualité, comportant des moyens de conversion analogique/numérique, et agencée pour recevoir les signaux amplifiés délivrés par les divers capteurs, et le signal amplifié représentatif de l'intensité lumineuse pour la longueur d'onde sélectionnée pour l'ensemble optique, ladite carte comportant une unité de calcul programmée :

- 10 . pour rechercher les discontinuités de forme concave dans toutes les longueurs d'onde présentes dans l'énergie diffusée par le produit, et lors de la présence d'une discontinuité dans une zone pour toutes les longueurs d'onde, pour interroger la carte de traitement télémétrique, en vue d'inhiber éventuellement les résultats du tri colorimétrique dans le cas où cette zone correspond à une cavité naturelle,
- 15 . pour quantifier le défaut observé dans les zones de discontinuité ne correspondant pas à des cavités,

- des moyens de communication des résultats sous forme de trois valeurs numériques représentatives de la qualité, de la couleur et du volume du produit.

Le dispositif de l'invention peut notamment permettre le tri de fruits sur un convoyeur comportant n lignes de transport. Dans ce cas, et de façon avantageuse, les premiers moyens d'éclairage comprennent une source d'éclairage unique délivrant un faisceau divisé en au moins n faisceaux transportés par fibres optiques au niveau de chaque ligne.

Cette disposition permet d'éclairer de façon strictement identique les différentes lignes de transport, et ce quelle que soit l'évolution de la source d'éclairage. De ce fait, tout problème relatif à une éventuelle différence de luminosité d'une ligne à la suivante se trouve écarté, et on obtient une parfaite uniformité de calibrage sur l'ensemble de la machine.

- 45 D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui suit en référence aux dessins annexés qui en représentent à titre d'exemple non limitatif un mode de réalisation préférentiel. Sur ces dessins qui font partie intégrante de la présente description :

- 50 - la figure 1 est une vue en perspective schématique d'un convoyeur de fruits à n lignes de transport, équipé d'un dispositif conforme à l'invention,
- 55 - la figure 2 est un schéma représentant un dispositif conforme à l'invention,
- la figure 3 est un schéma représentant un premier type de capteur équipant le dispositif selon l'inven-

tion,

- la figure 4 est un schéma représentant une variante de capteur pouvant équiper le dispositif selon l'invention,
- la figure 5 est un schéma représentant l'unité centrale de traitement du dispositif selon l'invention,
- les figures 6, 7, 8a à 8c illustrent des courbes d'intensité lumineuse telles que pouvant être obtenues selon le procédé de l'invention, ainsi que les courbes de traitement couleur et qualité associées à ces courbes,
- les figures 9 et 10 sont deux courbes destinées à permettre d'explicitier l'algorithme de détection des défauts conforme à l'invention.

Le dispositif représenté aux figures a pour finalité de fournir une technique déterministe, souple et évolutive, permettant de répondre aux divers critères de sélection des fruits et légumes sans être influencée par les zones non réductibles de ces derniers.

En premier lieu, le convoyeur 1 représenté à la figure 1 est un convoyeur classique comportant n lignes de transport parallèles dotées chacune, par exemple, d'une pluralité de rouleaux espacés entre lesquels viennent se loger les fruits, lesdits rouleaux pouvant être entraînés en rotation autour de leur axe de révolution au droit du dispositif de tri.

Ce dispositif se compose de n têtes de mesure, telles que 2, disposées chacune au-dessus d'une ligne de transport et reposant sur un portique 3 disposé transversalement au-dessus du convoyeur 1.

Chacune de ces têtes de mesure 2 renferme un rack électronique 4 de suivi du process, une enceinte de mesure 5 contenant une chaîne d'acquisition 6 apte à collecter l'énergie renvoyée par le fruit, un télémètre 7 et un système 8 de déviation du faisceau. Chaque tête de mesure renferme, en outre, l'électronique 9 du télémètre.

Chaque tête de mesure est en outre connectée par le biais d'une fibre optique telle que 10 et d'un multiplexeur 11 pour n fibres optiques 10, à une armoire 12 renfermant un ensemble laser comportant un laser multirais (en l'exemple rouge, vert, bleu) et, de façon classique, des moyens de refroidissement dudit laser et une armoire électrique.

La figure 2 représente schématiquement, d'une part, un télémètre et un laser multirais 13 insérés conformément à l'invention dans un montage optique permettant de superposer le faisceau monochromatique issu du télémètre 7 et le faisceau polychromatique issu du laser 13 et, d'autre part, un système de déviation des faisceaux ainsi superposés.

En premier lieu, le télémètre 7 comporte une diode laser infrarouge collimatée 14 dont le faisceau est délivré par l'intermédiaire d'un miroir de renvoi 15 vers un séparateur 16 distinguant les faisceaux aller et retour. Ce télémètre 7 comporte en outre une tête conoscopique 17 associée à deux diodes à avalanche 18, 19, et

une carte électronique 20 apte à calculer et à délivrer des signaux représentatifs, d'une part de la distance fruit/tête conoscopique 17 et, d'autre part de l'intensité lumineuse renvoyée par le fruit dans l'infrarouge.

Ce télémètre comporte par ailleurs deux lentilles d'imagerie 21, 22 disposées de part et d'autre du séparateur 16, et adaptées pour focaliser le faisceau respectivement sur le fruit et sur la tête conoscopique 17.

Le faisceau issu de ce télémètre 7 et le faisceau issu du laser multirais 13 sont délivrés vers un séparateur de faisceaux dichroïque 23 apte, comme indiqué plus haut, à superposer lesdits faisceaux.

Ce faisceau superposé est lui-même délivré vers un système de déviation comprenant, en premier lieu, un polygone tournant 24 doté de facettes telles que 24a aptes à réfléchir le faisceau incident et à générer des lignes lumineuses, ledit polygone étant associé à des moyens d'entraînement en rotation (non représentés).

Ces moyens de déviation comprennent en outre un miroir 25 monté oscillant par rapport à un axe longitudinal, et agencé pour intercepter la ligne lumineuse issue d'une facette 24a du polygone 24, et pour projeter cette ligne lumineuse vers la ligne de transport.

Ce miroir oscillant 25 est en outre associé à des moyens de rotation (non représentés) aptes à faire pivoter ce dernier autour de son axe longitudinal de façon que la ligne lumineuse balaye la largeur de la ligne de transport.

La chaîne d'acquisition 6 comporte quant à elle, en premier lieu, des moyens de décomposition de l'énergie lumineuse renvoyée par le produit en un nombre discret de longueurs d'ondes correspondant aux longueurs d'ondes du faisceau laser multirais. Elle comporte, en outre, pour chaque longueur d'onde, des moyens de collection et de focalisation, et un détecteur agencé pour délivrer un signal analogique représentatif de l'énergie renvoyée.

Deux variantes de chaîne d'acquisition sont représentées respectivement aux figures 3 et 4.

La chaîne d'acquisition de la figure 3 comporte deux miroirs holographiques par réflexion 26, 27, espacés et parallèles, adaptés pour dévier chacun une des longueurs d'ondes du faisceau multirais, et pour être transparent pour la troisième longueur d'onde.

Pour chacune de ces longueurs d'ondes, cette chaîne d'acquisition comporte des moyens de collection et de focalisation consistant en un condenseur 28, 29, 30, et des détecteurs 31, 32, 33. En outre, un filtre infrarouge 33a est disposé devant le détecteur 33 correspondant à la troisième longueur d'onde.

La chaîne d'acquisition représentée à la figure 4 comprend, quant à elle, un réseau de diffraction 34 inséré entre les faces d'hypoténuse de deux prismes rectangles 35, 36 formant un cube avec ledit réseau de diffraction, ledit cube étant disposé de façon qu'une de ses faces constitue la fenêtre d'entrée de la chaîne d'acquisition.

Cette chaîne d'acquisition comporte en outre des

moyens de collection et de focalisation consistant en un premier condenseur 37 commun pour deux détecteurs 38, 39 disposés en aval de ce dernier, et un deuxième condenseur 40 associé à un troisième détecteur 41 et à un filtre infrarouge 41a.

Le dispositif selon l'invention présente en outre des moyens de synchronisation permettant de créer une zone de digitalisation centrée sur les fruits à examiner. Ces derniers comportent en premier lieu des moyens de détection, tels qu'une cellule, du point d'origine de la ligne lumineuse générée par la rotation du polygone. Ils comportent en outre des moyens de mesure pas à pas de l'avancement des fruits sur le convoyeur.

A partir de ces données, le déclenchement d'un cycle de traitement est donné par l'unité centrale de traitement pour chaque déplacement d'un pas du produit, lors de la réception du signal issu de la cellule de détection.

Le principe du traitement réalisé conformément à l'invention en vue d'effectuer les analyses colorimétrique et qualitative est illustré aux figures 6, 7, 8 qui représentent trois courbes d'intensité telles qu'obtenues lors de la décomposition de l'énergie lumineuse renvoyée par une ligne lumineuse selon les trois longueurs d'ondes du faisceau laser multirais.

Dans le cas de la figure 6 où les courbes correspondant aux trois longueurs d'ondes ne présentent pas de discontinuité, l'analyse colorimétrique, schématisée par la courbe C, est réalisée pour la totalité des points de la courbe.

L'analyse qualitative constitue à conclure que tous les points analysés sont sains. Il en est de même lorsque, tel que représenté à la figure 7, une seule (ou deux) des courbes présente(nt) une discontinuité de forme concave.

Par contre, lorsque tel que représenté à la figure 8, les trois courbes présentent une discontinuité de forme concave dans une même zone, il est fait appel au signal délivré par le télémètre.

Dans le cas de la figure 8a où le signal délivré par ce télémètre révèle la présence d'une cavité naturelle matérialisée par une discontinuité de forme concave, l'analyse colorimétrique est réalisée pour les points autres que ceux correspondant à cette zone. Aucune analyse qualitative n'est en outre effectuée.

Par contre, tel que représenté à la figure 8b, si le signal issu du télémètre ne présente pas de discontinuité, la discontinuité constatée pour les courbes représentatives des longueurs d'ondes du faisceau laser, correspond obligatoirement à un défaut tel que tache...

Dans ce cas, l'analyse colorimétrique est réalisée pour les points autres que ceux correspondant à la zone de la cavité. De plus, une analyse qualitative schématisée par la courbe Q est réalisée pour les points de cette zone.

Ce traitement est réalisé au moyen d'une unité centrale représentée schématiquement à la figure 5 et comprenant :

- une première carte électronique d'amplification 42, apte à amplifier les signaux analogiques délivrés par les capteurs 31-33 ou 38, 39, 41 et le télémètre 7,
 - 5 - une deuxième carte électronique, dite télémétrique 43, comportant des moyens de conversion analogique/numérique et agencée pour recevoir les signaux amplifiés issus du télémètre 7, ladite carte comportant une unité de calcul programmée pour identifier les cavités naturelles et les zones endommagées du produit, et pour calculer le volume dudit produit à partir du signal d'intensité lumineuse en décalquant du résultat obtenu les zones correspondant à des cavités,
 - 10 - une troisième carte électronique de traitement couleur 44, comportant des moyens de conversion analogique/numérique, et agencée pour recevoir les signaux amplifiés délivrés par les divers capteurs 31-33 ou 38, 39, 41, et le signal amplifié représentatif de l'intensité lumineuse dans l'infrarouge, ladite carte comportant une unité de calcul programmée pour réaliser un algorithme de tri colorimétrique pour les points autorisés,
 - 15 - une quatrième carte de traitement qualité 45, comportant des moyens de conversion analogique/numérique, et agencée pour recevoir les signaux amplifiés délivrés par les divers capteurs 31-33 ou 38, 39, 41, et le signal amplifié représentatif de l'intensité lumineuse dans l'infrarouge, ladite carte comportant une unité de calcul programmée :
 - 20
 - 25
 - 30
 - 35
 - 40
 - 45
 - 50
 - 55
- pour rechercher les discontinuités de forme concave dans toutes les longueurs d'onde présentes dans l'énergie diffusée par le fruit, et lors de la présence d'une discontinuité dans une zone pour toutes les longueurs d'onde, pour interroger la carte de traitement télémétrique 43, en vue d'inhiber éventuellement les résultats du tri colorimétrique dans le cas où cette zone correspond à une cavité naturelle, pour quantifier le défaut observé dans les zones de discontinuité ne correspondant pas à des cavités,
- des interfaces 46, 47 de communication respectivement entre la carte de traitement couleur 44 et la carte de traitement qualité 45, et entre la carte de traitement télémétrique 43 et la carte de traitement qualité 45,
- des moyens (non représentés) de communication des résultats sous forme de trois valeurs numériques représentatives de la qualité, de la couleur et du volume du produit.
- L'algorithme de traitement de défauts conduisant à la détermination d'une valeur numérique représentative d'une note de qualité est explicité ci-dessous en référence aux figures 9 et 10.

En premier lieu, il convient de repérer des points particuliers de la courbe, à savoir les abscisses des points de début D et de fin F de cette courbe, ainsi que les coordonnées mX, mY du point le plus haut de cette courbe (voir figure 9).

L'algorithme est basé sur le principe que pour tous les points d'abscisse inférieurs à mX, la courbe doit être obligatoirement constante ou croissante.

Par conséquent, tout point i d'ordonnée Yi, telle que Yi est inférieure à l'ordonnée Yi-1 d'un point précédent i-1, sera considéré comme taché. Cette appréciation peut toutefois être affinée en acceptant certaines différences d'amplitudes, c'est-à-dire en considérant le point i taché seulement si (Yi - Yi-1) est inférieur à un seuil prédéterminé.

Pour les points d'abscisse supérieurs à mX pour lesquels la courbe doit être normalement constante ou décroissante, il suffit de parcourir ces points dans le sens des abscisses décroissantes pour obtenir une relation similaire.

L'étape suivante consiste à quantifier la tache, cette quantification devant être identique pour deux fruits de formes différentes.

Une normalisation est donc effectuée en opérant une projection dans un espace de normalisation dans lequel, pour une tache donnée et quelle que soit sa position sur le fruit, on obtient un même niveau de gris associé.

Connaissant la taille maximale des fruits à analyser, le niveau de gris du pixel taché sera projeté sur une droite de telle sorte que la valeur obtenue corresponde à celle d'un fruit de taille maximale.

Tel que représenté à la figure 10, une simple règle de trois nous permet de trouver l'emplacement de cette droite de projection. En effet, connaissant D, i et mY, il est évident de trouver la distance entre D et la droite de normalisation (théorème de Thalès). Le pixel i est alors projeté selon l'axe D Ni sur la droite de projection, pour obtenir le point de niveau de gris Ni.norm normalisé.

Une fois ce traitement effectué, tous les points entre D et F sont remplacés par les valeurs d'intensité des niveaux de gris, de façon à obtenir une nouvelle courbe dans laquelle :

- les points non tachés ont une valeur nulle,
- les points tachés ont une valeur correspondant au niveau de gris normalisé,
- les points hors du tronçon DF ont une valeur de -1.

Cette courbe est ensuite modifiée en fonction des résultats obtenus par télémétrie et pour les autres longueurs d'ondes, cette modification consistant par exemple à attribuer :

- la valeur -1 aux points correspondant à des cavités naturelles,
- une valeur nulle lorsque la tache correspond à une simple tache de couleur.

La courbe étant ainsi validée, on mémorise le nombre de points sains (valeur nulle) et le nombre de points dont la valeur est positive, ce qui revient à mémoriser un histogramme en niveaux de gris.

L'algorithme de traitement colorimétrique consiste quant à lui à mémoriser, dans un premier temps, pour chaque longueur d'onde, les valeurs des niveaux de gris (0 à 255) de tous les points de la zone DF. Les étapes suivantes sont fonction du fruit à classer et des couleurs prédominantes de ce dernier, et sont adaptables à chaque type de fruit. A titre d'exemple et pour des pommes, on calcule pour chaque point, les spectres colorimétriques entre le vert et le bleu $\frac{N_{IV} - N_{IB}}{N_{IV} + N_{IB}}$, et entre le rouge et le vert $\frac{N_{IR} - N_{IV}}{N_{IR} + N_{IV}}$.

Toutes ces valeurs étant bornées entre -1 et +1, on normalise ensuite en ajoutant +1 à chacune desdites valeurs, puis on multiplie ces dernières par 16.

Enfin, on établit pour chaque courbe un histogramme à 32 niveaux.

Revendications

1. Procédé de tri automatique colorimétrique de produits, notamment de fruits ou légumes, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à éclairer chaque produit au moyen d'au moins un faisceau apte à matérialiser une ligne lumineuse sur la surface dudit produit,
- à déplacer relativement la ligne lumineuse et le produit de façon à éclairer successivement le maximum de points observables de la surface dudit produit,
- à décomposer chaque ligne lumineuse en une succession de points, et pour chacun desdits points, à récupérer dans des longueurs d'onde présélectionnées, au moins une partie de l'énergie lumineuse renvoyée par le produit,
- pour chaque longueur d'onde présélectionnée, à mesurer l'intensité lumineuse de chaque point de chaque ligne lumineuse, et à délivrer des données analogiques représentatives de ladite intensité,
- pour une des longueurs d'onde présélectionnées et pour chaque point de chaque ligne lumineuse, à délivrer une information, dite de distance, représentative de la distance entre un point d'origine et une zone située à proximité immédiate du point d'impact du faisceau sur le produit,
- à convertir, pour chaque ligne lumineuse, les données analogiques représentatives de l'intensité lumineuse en une suite de valeurs numériques, chacune représentative du niveau de gris dans la longueur d'onde considérée du point correspondant de ladite ligne lumineuse, de façon que chacune des suites de valeurs corresponde à la courbe d'intensité lumineuse,

dans cette longueur d'onde, de cette ligne lumineuse,

- à convertir chaque information de distance de façon à obtenir une suite de valeurs numériques représentatives du profil physique du produit aptes à permettre de discriminer d'éventuelles cavités naturelles à la surface dudit produit,
- à mémoriser les suites de données numériques correspondant à chaque longueur d'onde présélectionnée et à chaque ligne lumineuse,
- et à traiter par le calcul les suites de données numériques selon des critères programmés basés sur une comparaison des valeurs des points homologues desdites suites, de façon à générer une information colorimétrique exploitable en ne prenant en compte que les seuls points des suites numériques ne correspondant pas à une cavité.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

- l'on compare les suites de valeurs numériques correspondant aux courbes d'intensité lumineuse, de façon à délivrer une information relative à la qualité du produit, et consistant :
 - . en l'absence de discontinuité de forme concave dans toutes les courbes, en une information d'absence de défaut,
 - . en présence d'une discontinuité de forme concave dans au moins une courbe mais non dans la totalité desdites courbes, en une information d'absence de défaut,
 - . et en présence d'une discontinuité de forme concave dans une même zone de toutes les courbes, en une information de présence d'un défaut dans la zone de discontinuité,
- l'on effectue les calculs visant à générer l'information colorimétrique au moyen des seules valeurs des suites numériques ayant conduit à la délivrance d'une information d'absence de défaut.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que :

- en présence d'une discontinuité de forme concave dans toutes les courbes conduisant à la délivrance d'une information de présence d'un défaut :
 - . en l'absence de cavité, on calcule selon des critères programmés, des informations représentatives de l'état du défaut,

et en présence d'au moins une cavité, on ne prend pas en considération les points concernés.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on éclaire chaque produit au moyen d'un faisceau incident apte à éclairer un point de la surface dudit produit, et en ce que l'on déplace ledit faisceau de façon à matérialiser une ligne lumineuse.

5. Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que :

- on éclaire le produit au moyen d'un premier faisceau monochromatique et polarisé, et on décompose l'énergie rétrodiffusée par chaque point dans deux plans de polarisation, de façon à obtenir les profils physiques du produit,
- on éclaire simultanément le produit au moyen d'un deuxième faisceau polychromatique composé d'un nombre discret de longueurs d'onde présélectionnées, et on récupère l'énergie lumineuse renvoyée par le produit pour chacune des longueurs d'onde de ce faisceau polychromatique, de façon à obtenir les données représentatives des courbes d'intensité lumineuse.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on superpose les deux faisceaux, monochromatique et polychromatique, de façon à éclairer le produit en un point unique.

7. Procédé selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'on utilise un faisceau polychromatique composé d'au moins trois longueurs d'onde choisies parmi les couleurs suivantes : rouge, vert, bleu, jaune.

8. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'on utilise un faisceau monochromatique infrarouge.

9. Procédé selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que l'on utilise des faisceaux polychromatique et monochromatique issus de sources laser (13, 14).

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel les produits sont déplacés le long d'une chaîne de tri (1), caractérisé en ce que l'on déplace chaque faisceau, d'une part parallèlement au sens de déplacement des produits de façon à former des lignes lumineuses longitudinales constituées d'une succession de points alignés, et d'autre part, transversalement, de façon à couvrir la surface du produit par une succession de lignes lumi-

neuses parallèles.

11. Dispositif de tri automatique de produits, notamment de fruits ou légumes, caractérisé en ce qu'il comprend en combinaison :

- des premiers moyens d'éclairage (13, 24) aptes à matérialiser une ligne lumineuse sur la surface du produit, 5
- des seconds moyens d'éclairage (14, 15, 23) aptes à générer un faisceau monochromatique polarisé, et à matérialiser au moyen dudit faisceau une ligne lumineuse sur la surface du produit, 10
- des moyens (25) de déplacement relatif des lignes lumineuses et du produit agencés pour permettre d'éclairer successivement le maximum de points observables de la surface dudit produit, 15
- une chaîne d'acquisition (6) comportant des capteurs (26-33 ; 34-41) aptes à collecter l'énergie lumineuse renvoyée par le produit dans des longueurs d'onde présélectionnées, et à délivrer des signaux analogiques représentatifs, pour chaque point de chaque ligne lumineuse et dans chacune desdites longueurs d'onde, de l'intensité lumineuse dudit point, 20
- des moyens de séparation (16) du faisceau incident polarisé et de l'énergie lumineuse dépolarisée renvoyée par le produit, 25
- un ensemble optique (17-20) disposé de façon à ne recevoir que la seule énergie lumineuse renvoyée par le produit, et adapté pour délivrer un signal analogique représentatif de la distance entre ledit ensemble optique et une zone située à proximité immédiate du point d'impact du faisceau incident sur le produit, 30
- et une unité centrale de traitement (42-47) comportant : 35
- . des moyens de conversion analogique/numérique agencés pour recevoir les signaux analogiques issus des capteurs (26-33 ; 34-41) et pour délivrer, pour chaque point et dans chaque longueur d'onde, une valeur numérique représentative du niveau de gris dudit point, 40
- . des moyens de conversion analogique/numérique agencés pour recevoir les signaux analogiques issus de l'ensemble optique (17-20) et pour délivrer, pour chaque point d'impact du faisceau sur le produit, une valeur numérique représentative de la distance entre un point d'origine et une zone située à proximité immédiate dudit point d'impact, 45
- . des moyens de mémorisation des valeurs numériques sous forme de suites de 50

valeurs représentatives du profil physique du produit,

. des moyens de mémorisation des valeurs numériques sous forme de suites de valeurs représentatives, chacune, pour chaque longueur d'onde, de la courbe d'intensité lumineuse d'une ligne lumineuse,

. et des moyens de calcul programmés pour calculer, à partir d'une part, de critères de comparaison des valeurs numériques des points homologues des courbes d'intensité et, d'autre part, des valeurs représentatives du profil physique du produit, une information colorimétrique exploitable ne prenant en compte que les seuls points des courbes d'intensité ne correspondant pas à une cavité.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que les premiers moyens d'éclairage comprennent :

- au moins une source laser (13) adaptée pour délivrer un faisceau multiréfléchi de longueurs d'onde présélectionnées,
- des moyens (24) de déviation du faisceau multiréfléchi aptes à générer une ligne lumineuse.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que la source laser est constituée d'un laser multiréfléchi (13).

14. Dispositif selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que les moyens de déviation comprennent un polygone (24) doté de facettes (24a) aptes à réfléchir le faisceau multiréfléchi, et des moyens d'entraînement en rotation dudit polygone autour de son axe de révolution.

15. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 14, caractérisé en ce que les moyens de déplacement relatif de la ligne lumineuse et du produit comprennent :

- un miroir (25) monté sur un axe oscillant et agencé pour intercepter la ligne lumineuse issue des moyens de déviation (24) le long d'un axe parallèle à son axe oscillant, et la projeter sur la surface du produit,
- des moyens de rotation de l'axe oscillant aptes à faire pivoter le miroir (25) en vue de déplacer la ligne lumineuse selon une direction orthogonale à son axe longitudinal.

16. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 15, caractérisé en ce que les capteurs (26-33 ; 34-41) comprennent des moyens (26, 27 ; 34-36) de

décomposition de l'énergie lumineuse renvoyée par le produit en un nombre discret de longueurs d'ondes présélectionnées et, pour chaque longueur d'onde, des moyens de collection et de focalisation (28-30 ; 37, 40), et un détecteur (31-33 ; 38, 39, 41) 5
agencé pour recevoir l'énergie collectée et pour délivrer un signal analogique représentatif de ladite énergie.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens de décomposition sont constitués d'au moins une lame (26, 27 ; 34) à déviation optique sélective pour des longueurs d'onde données. 10

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que les moyens de décomposition (26, 27 ; 34) sont insérés entre les deux faces formant hypoténuse de deux prismes rectangles (35, 36), un desdits prismes étant disposé de façon qu'une de ses faces constitue la fenêtre d'entrée des moyens de décomposition. 15 20

19. Dispositif selon l'une des revendications 17 ou 18, caractérisé en ce que les moyens de décomposition sont constitués d'un réseau de diffraction (34). 25

20. Dispositif selon l'une des revendications 17 ou 18, caractérisé en ce que les moyens de décomposition sont constitués d'au moins deux miroirs holographiques par réflexion (26, 27) espacés, sélectifs pour les longueurs prédéterminées. 30

21. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 20, caractérisé en ce que l'ensemble optique (17-20) est adapté pour délivrer un deuxième signal analogique représentatif de l'intensité lumineuse renvoyée par le produit dans la longueur d'onde du faisceau incident. 35 40

22. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que les seconds moyens d'éclairage (14, 15, 23) comportent des moyens optiques (15, 23) aptes à mélanger les faisceaux incidents délivrés par les premiers (13) et deuxièmes moyens d'éclairage de façon à obtenir un seul faisceau unique d'éclairage du produit. 45

23. Dispositif selon l'une des revendications 21 ou 22, caractérisé en ce que l'unité centrale de traitement comprend : 50

- une première carte électronique (42), dite d'amplification, apte à amplifier les signaux analogiques délivrés par les capteurs (26-33 ; 34-41) et l'ensemble optique (17-20), 55
- une deuxième carte électronique (43), dite télémétrique, comportant des moyens de con-

version analogique/numérique et agencée pour recevoir les signaux amplifiés issus de l'ensemble optique (17-20), ladite carte comportant une unité de calcul programmée pour identifier les cavités naturelles et les zones endommagées du produit, et pour calculer le volume dudit produit à partir du signal d'intensité lumineuse en défalquant du résultat obtenu les zones correspondant à des cavités,

- une troisième carte électronique (44), dite de traitement couleur, comportant des moyens de conversion analogique/numérique, et agencée pour recevoir les signaux amplifiés délivrés par les divers capteurs (26-33 ; 34-41), et le signal amplifié représentatif de l'intensité lumineuse pour la longueur d'onde sélectionnée pour l'ensemble optique (17-20), ladite carte comportant une unité de calcul programmée pour réaliser un algorithme de tri colorimétrique pour les points autorisés,

- une quatrième carte (45), dite de traitement qualité, comportant des moyens de conversion analogique/numérique, et agencée pour recevoir les signaux amplifiés délivrés par les divers capteurs (26-33 ; 34-41), et le signal amplifié représentatif de l'intensité lumineuse pour la longueur d'onde sélectionnée pour l'ensemble optique (17-20), ladite carte comportant une unité de calcul programmée :

- . pour rechercher les discontinuités de forme concave dans toutes les longueurs d'onde présentes dans l'énergie diffusée par le produit, et lors de la présence d'une discontinuité dans une zone pour toutes les longueurs d'onde, pour interroger la carte de traitement télémétrique (43), en vue d'inhiber éventuellement les résultats du tri colorimétrique dans le cas où cette zone correspond à une cavité naturelle,
- . pour quantifier le défaut observé dans les zones de discontinuité ne correspondant pas à des cavités,

- des moyens de communication des résultats sous forme de trois valeurs numériques représentatives de la qualité, de la couleur et du volume du produit.

24. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de détection d'un point, dit d'origine, de la ligne lumineuse générée par la rotation du polygone (24),
- des moyens de mesure pas à pas de l'avancement des produits sur le convoyeur,
- l'unité centrale de traitement (42-47) étant pro-

grammée pour déclencher un cycle de traitement pour chaque déplacement d'un pas du produit, lors de la réception du signal issu des moyens de détection.

25. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 24 pour le tri de fruits, sur un convoyeur (1) comportant n lignes de transport, caractérisé en ce que les premiers moyens d'éclairage comprennent une source d'éclairage (12) unique délivrant un faisceau divisé en au moins n faisceaux transportés par fibres optiques (10) au niveau de chaque ligne.

Claims

1. A method for the automatic colorimetric sorting of articles, especially pieces of fruit or vegetable, characterized in that it comprises:
 - illuminating each article by means of at least one beam able to materialize an illumination line on the surface of said article;
 - moving the illumination line in relation to the article in order to successively illuminate the maximum number of visible points on the surface of the article;
 - splitting each illumination line into a series of points and for each of said points, retrieving at least part of the light energy returned by the article, at preselected wavelengths;
 - for each preselected wavelength, measuring the intensity of the light from each point on each illumination line, and outputting analog data representative of said intensity;
 - for one of the preselected wavelengths and for each point on each illumination line, outputting a so-called distance information, representative of the distance between a point of origin and a region close to the point of impingement of the beam on the article;
 - converting, for each illumination line, the analog data representative of the intensity of the light into a series of digital values, each representative of the level of grey in the considered wavelength from the corresponding point on said illumination line, so that each of the series of values corresponds to the light intensity curve, at this wavelength, of this illumination line;
 - converting each distance information for obtaining a series of digital values representative of the physical profile of the article, said digital values allowing a discrimination of possible natural cavities at the surface of said article;
 - storing the series of digital data corresponding to each preselected wavelength and to each illumination line; and
 - processing the series of digital data by means

of a computation according to programmed criteria based on a comparison of the values of the homologous points of said series, for generating a workable colorimetric information while only taking into account such points in the digital series which are not related to a cavity.

2. The method according to claim 1, characterized in that:
 - the series of digital values corresponding to the light intensity curves are compared so as to output an article quality information which consists of:
 - * in the case of the absence of concave shaped discontinuity in all curves, an information of absence of a default;
 - * in the case of the presence of a concave shaped discontinuity in at least one curve, although not in all curves, an information of absence of a default; and
 - * in the case of the presence of a concave shaped discontinuity in one same region in all curves, an information of presence of a default in the region of discontinuity;
 - the computations for generating the colorimetric information are performed solely by means of the values of the digital series which resulted in the output of an information of absence of a default.
3. The method according to claim 2, characterized in that:
 - in the case of the presence of a concave shaped discontinuity in all curves, resulting in the output of an information of presence of a default:
 - * in the case of the absence of a cavity, an information representative of the condition of the default is computed according to programmed criteria; and
 - * in the case of the presence of at least one cavity, the related points are not considered.
4. The method according to one of the claims 1 to 3, characterized in that each article is illuminated by means of an incident beam able to illuminate a point on the surface of said article, and in that said beam is moved so as to materialize an illumination line.
5. The method according to one of the claims 3 or 4, characterized in that:

- the article is illuminated by means of a first monochromatic, polarized beam, and the retro-diffused energy from each point is splitted into two polarization planes for obtaining the physical profiles of the article; 5
 - the article is simultaneously illuminated by means of a second polychromatic beam comprised of a discrete number of preselected wavelengths, and the light energy which is returned by the article is retrieved for each of the wavelengths of this polychromatic beam, for obtaining the data representative of the light intensity curves. 10
6. The method according to claim 5, characterized in that both monochromatic and polychromatic beams are superposed so as to illuminate the article on one single point. 15
7. The method according to one of the claims 5 or 6, characterized in that a polychromatic beam is used, which is composed of at least three wavelengths selected from the following colours red, green, blue, yellow. 20
8. The method according to one of the claims 5 to 7, characterized in that an infrared monochromatic beam is used. 25
9. The method according to one of the claims 5 to 8, characterized in that polychromatic and monochromatic beams are used, which are delevered by laser sources (13, 14). 30
10. The method according to one of the preceding claims, wherein the articles are conveyed along a sorting line (1), characterized in that each beam is moved both parallel to the direction of conveyance of the articles, for forming longitudinal illumination lines consisting of a series of aligned points, and transversally for covering the surface of the article with a series of parallel illumination lines. 35 40
11. A device for the automatic sorting of articles, especially pieces of fruit or vegetable, characterized in that it comprises in combination: 45
- first illumination means (13, 24) able to materialize an illumination line on the surface of the article;
 - second illumination means (14, 15) able to generate a polarized monochromatic beam and to materialize an illumination line on the surface of the article by means of said beam;
 - means (25) for moving the illumination lines in relation to the article, for successively illuminating the maximum number of visible points on the surface of said article; 50 55
- an acquisition line (6) comprising sensors (26-33; 34-41) able to collect the light energy returned by the article at preselected wavelengths, and to output, for each point on each illumination line and at each of said wavelengths, analog signals representative of the light intensity from said point;
 - means (16) for separating the polarized incident beam and the depolarized light energy returned by the article;
 - an optical unit (17-20) arranged to receive only the light energy returned by the article, and adapted to output an analog signal representative of the distance between said optical unit and a region close to the point of impingement of the incident beam on the article; and
 - a central processing unit (42-47) comprising:
 - * analog/digital conversion means arranged to receive the analog signals delivered by the sensors (26-33; 34-41) and to output, for each point and in each wavelength, a digital value representative of the level of grey of said point;
 - * analog/digital conversion means arranged to receive the analog signals delivered by the optical unit (17-20) and to output, for each point of impingement of the beam on the article, a digital value representative of the distance between a point of origin and a region close to said point of impingement;
 - * means for storing the digital values as series of values representative of the physical profile of the article;
 - * means for storing the digital values as series of values each representative, for each wavelength, of the light intensity curve of an illumination line; and
 - * computation means which are programmed for computing a workable colorimetric information, both from comparison criteria of the digital values of the homologous points of the intensity curves and from values representative of the physical profile of the article, while only taking into account the points on the intensity curves which are not related to a cavity.
12. The device according to claim 11, characterized in that the first illumination means comprise:
- at least one laser source (13) adapted to output a multiline beam with preselected wavelengths;
 - means (24) for deflecting the multiline beam, said means being able to generate an illumination line.

13. The device according to claim 12, characterized in that the laser source consists of a multiline laser (13).
14. The device according to one of the claims 12 or 13, characterized in that the deflection means comprise a polygon (24) provided with facets (24a) able to reflect the multiline beam, and means for rotating said polygon about the axis of revolution thereof.
15. The device according to one of the claims 13 and 14, characterized in that the means for moving the illumination line in relation to the article comprise:
- a mirror (25) mounted on an oscillating axis and arranged to intercept the illumination line delivered by the deflection means (24) along an axis which is parallel to the oscillating axis thereof, and to project it on the surface of the article;
 - means for rotating the oscillating axis, said means being able to pivot the mirror (25) in order to move the illumination line along a direction which is orthogonal to the longitudinal axis thereof.
16. The device according to one of the claims 11 to 15, characterized in that the sensors (26-33; 34-41) comprise means (26, 27; 34-36) for splitting the light energy returned by the article into a discrete number of preselected wavelengths and, for each wavelength, collecting and focusing means (28-30; 37, 40) and a detector (31-33; 38, 39, 41) arranged to receive the collected energy and to output an analog signal representative of said energy.
17. The device according to claim 16, characterized in that the splitting means consist of at least one selective optical deflection strip (26, 27; 34) for selected wavelengths.
18. The device according to claim 17, characterized in that the splitting means (26, 27; 34) are inserted between the two faces which form the hypotenuse of two right prisms (35, 36), one of said prisms being so positioned that one of the faces thereof forms the entrance window of the splitting means.
19. The device according to one of the claims 17 or 18, characterized in that the splitting means consist of a diffraction grid (34).
20. The device according to one of the claims 17 or 18, characterized in that the splitting means are constituted by at least two spaced apart holographic reflection mirrors (26, 27) which are selective for the predetermined wavelengths.

21. The device according to one of the claims 11 to 20, characterized in that the optical unit (17-20) is adapted to output a second analog signal representative of the light intensity returned by the article at the wavelength of the incident beam.
22. The device according to claim 21, characterized in that the second illumination means (14, 15, 23) comprise optical means (15, 23) able to blend the incident beams outputted by the first (13) and second illumination means, so as to obtain one single beam illuminating the article.
23. The device according to one of the claims 21 or 22, characterized in that the central processing unit comprises:
- a first so-called amplifying electronic circuit board (42), able to amplify the analog signal outputted by the sensors (26-33; 34-41) and the optical unit (17-20);
 - a second so-called telemetry electronic circuit board (43), comprising analog/digital conversion means and arranged to receive the amplified signal delivered by the optical unit (17-20), said circuit board comprising a computation unit which is programmed to identify the natural cavities and the damaged regions on the article and compute the volume of said article based on the light intensity signal, by means of subtracting the regions associated with cavities from the obtained result;
 - a third so-called colour processing electronic circuit board (44), comprising analog/digital conversion means, and arranged to receive the amplified signals from the various sensors (26-33; 34-41) and the amplified signal representative of the light intensity for the wavelength which was selected for the optical unit (17-20), said circuit board comprising a computation unit which is programmed to perform a colorimetric sorting algorithm for the authorized points;
 - a fourth so-called quality processing circuit board (45), comprising analog/digital conversion means and arranged to receive the amplified signals outputted by the various sensors (26-33; 34-41) and the amplified signal representative of the light intensity for the wavelength which was selected for the optical unit (17-20), said circuit board comprising a computation unit which is programmed to:
- * scan the concave shaped discontinuities in all wavelengths present in the energy which is diffused by the article, and in the case of the presence of a discontinuity in one region for all the wavelengths, ask the

telemetric processing circuit board (43) as to whether the results of the colorimetric sorting should be suppressed in the case where such region is related to a natural cavity;

- * quantify the observed default in the discontinuity regions which are not related to cavities;

- means for transmitting the results as three digital values representative of the quality, the colour and the shape of the article.

24. The device according to claim 14, characterized in that it comprises:

- means for detecting a so-called point of origin of the illumination line generated by means of the rotation of the polygon (24),
- means for measuring step by step the feeding of the articles on the conveyor,
- the central processing unit (42-47) being programmed to activate a processing cycle for each feeding step of an article upon reception of the signal delivered by the detection means.

25. The device according to one of the claims 11 to 24, for the sorting of pieces of fruit on a conveyor (1) comprising n conveying lines, characterized in that the first illumination means comprise one single illumination source (12) outputting a beam which is divided in at least n beams directed to each line by means of optical fibers (10).

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen, kolorimetrischen Sortieren von Artikeln, insbesondere von Früchten oder Gemüse, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren aus den folgenden Schritten besteht:

- Beleuchten jedes Artikels durch Mittel von mindestens einem, eine Leuchtlinie auf der Oberfläche des Artikels hervorzurufen fähigen Strahl;
- Bewegen der Leuchtlinie relativ zum Artikel so, daß die maximale Anzahl der sichtbaren Punkte auf der Oberfläche des Artikels nacheinander beleuchtet werden;
- Aufteilung jeder Leuchtlinie in eine Reihe von Punkten, und für jeden dieser Punkte, bei vorgewählter Wellenlänge, Wiederwinnung mindestens eines Teils der von dem Artikel zurückgeworfenen Lichtenergie;
- für jede vorgewählte Wellenlänge, Bemessung der Intensität des Lichts von jedem Punkt jeder Leuchtlinie und Ausgabe von für die Intensität repräsentativen Analogdaten;

- für eine der vorgewählten Wellenlängen und für jeden Punkt jeder Leuchtlinie, Ausgabe einer für die Entfernung zwischen einem Ursprungspunkt und eines dem Auftreffpunkt des Strahls auf den Artikel nahen Bereichs repräsentative, sogenannte Distanz-, Information;
- für jede Leuchtlinie, Konvertieren der für die Lichtintensität repräsentativen Analogdaten in eine Reihe von Digitalwerten, von denen jede repräsentativ ist für die Graustufe von der in Betracht gezogenen Wellenlänge von dem entsprechenden Punkt der Leuchtlinie, so daß, jede der Werteserien der Lichtintensitätskurve dieser Leuchtlinie bei dieser Wellenlänge entspricht;
- Konvertieren jeder Distanzinformation zur Erhaltung einer Reihe von für das physikalische Profil des Artikels repräsentativen Digitalwerten, wobei diese Digitalwerte eine Unterscheidung von möglichen natürlichen Aushöhlungen auf der Oberfläche des Artikels erlauben;
- Speichern der Reihen der mit jeder vorgewählten Wellenlänge und mit jeder Leuchtlinie korrespondierenden Digitaldaten; und
- Verarbeitung der Reihen der Digitaldaten mittels einer Berechnung gemäß auf einem Vergleich der Werte der homologen Punkte der Reihen basierender, programmierter Kriterien, um eine betriebsfähige, kolorimetrische Information zu generieren, wobei nur solche Punkte in den Digitalreihen berücksichtigt werden, welche sich nicht einer Aushöhlung entsprechen.

2. Verfahren gemäß Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß:

- die Reihen der den Lichtintensitätskurven entsprechende Digitalwerte verglichen werden, um eine Information über die Qualität des Artikels auszugeben, die folgendermaßen beschaffen ist:
 - * im Falle der Abwesenheit einer konkav ausgeformten Diskontinuität in allen Kurven, eine Information von Abwesenheit eines Defektes;
 - * im Falle der Anwesenheit einer konkav ausgeformten Diskontinuität in mindestens einer Kurve, obwohl nicht in allen Kurven, eine Information von Abwesenheit eines Defektes; und
 - * im Falle der Anwesenheit einer konkav ausgeformten Diskontinuität in einem selben Bereich in allen Kurven, eine Information der Anwesenheit eines Defektes in dem Bereich der Diskontinuität;

- wobei die Berechnungen zur Generierung der kolometrischen Information ausschließlich mittels der Werte der digitalen Reihen ausgeführt werden, welche zur Ausgabe einer Information der Abwesenheit eines Defektes geleitet haben.
3. Verfahren gemäß Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß:
- im Falle der Anwesenheit einer konkav geformten Diskontinuität in allen Kurven, resultierend in der Ausgabe einer Information der Präsenz eines Defektes:
- * im Falle der Abwesenheit einer Aushöhlung eine für den Stand des Defektes repräsentative Information gemäß programmierter Kriterien berechnet wird; und
- * im Falle der Präsenz von mindestens einer Aushöhlung die betreffende Punkte nicht berücksichtigt werden.
4. Verfahren gemäß der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Artikel mittels eines auftreffenden Strahls beleuchtet wird, der in der Lage ist einen Punkt auf der Oberfläche des Artikels zu beleuchten, und indem der Strahl so bewegt wird, daß eine Leuchtlinie entsteht.
5. Verfahren gemäß der Patentansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß:
- der Artikel mittels eines ersten, monochromatischen, polarisierten Strahls beleuchtet wird, und die rückdiffusierte Energie jeden Punktes zur Erhaltung der physikalischen Profile des Artikels in zwei Polarisierungsebenen geteilt wird;
- der Artikel wird gleichzeitig mittels eines zweiten, polychromatischen, einer diskreten Anzahl von vorausgewählten Wellenlängen umfassenden Strahls beleuchtet und die Lichtenergie, die von dem Artikel zurückgeworfen wird, für jede der Wellenlängen dieses polychromatischen Strahls wiedergewonnen wird, um die Repräsentativdaten der Lichtintensitätskurven zu erhalten.
6. Verfahren gemäß der Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden, nämlich monochromatische und polychromatische, Strahlen so überlagert werden, daß sie den Artikel auf einem einzelnen Punkt beleuchten.
7. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein polychromatischer Strahl benutzt wird, welcher aus mindestens drei Wellenlängen zusammengesetzt ist, die aus den Farben Rot, Grün, Blau, Gelb ausgewählt sind.
8. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein infraroter, monochromatischer Strahl benutzt wird.
9. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein polychromatischer und ein monochromatischer Strahl benutzt werden, die von Laserquellen (13, 14) herrühren.
10. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Patentansprüche, wobei die Artikel entlang einer Sortierlinie (1) gefördert werden, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Strahl sowohl parallel zur Förderrichtung der Artikel, um aus einer Reihe von in einer Linie ausgerichteten Punkten bestehende Längsleuchtlinien zu formen, als auch transversal, zur Bedeckung der Artikeloberfläche mit einer Reihe von parallelen Leuchtlinien bewegt wird.
11. Vorrichtung zur automatischen Sortierung von Artikeln, insbesondere von Früchten oder Gemüse, dadurch gekennzeichnet, daß es das Folgendes in Kombination umfaßt:
- erste Beleuchtungsmittel (13, 24), die in der Lage sind, eine Leuchtlinie auf der Oberfläche des Artikels hervorzurufen;
- zweite Beleuchtungsmittel (14, 15, 23), die in der Lage sind, einen polarisierten, monochromatischen Strahl zu generieren und mittels dieses Strahls eine Leuchtlinie auf der Oberfläche des Artikels hervorzurufen;
- Mittel (25) zur Bewegung der Leuchtlinien relativ zum Artikel, um die maximale Anzahl von sichtbaren Punkten auf der Oberfläche des Artikels nacheinander zu beleuchten;
- eine Signalerhaltungslinie (6), die Fühler (26-33; 34-41) umfaßt, die in der Lage sind, die bei vorausgewählten Wellenlängen von dem Artikel zurückgeworfene Lichtenergie aufzunehmen, und für jeden Punkt auf jeder Leuchtlinie und bei jeder der Wellenlängen analoge, für die Lichtintensität der Punkte repräsentative Signale auszugeben;
- Mittel (16) zur Trennung des polarisierten Auftreffstrahls und der depolarisierten, von dem Artikel zurückgeworfenen Lichtenergie;
- eine zum ausschließlichen Empfang der von dem Artikel zurückgeworfenen Lichtenergie angeordnete optische Einheit (17-20), die so angepaßt ist, daß sie ein analoges Signal ausgibt, das repräsentativ ist für die Distanz zwischen dieser optischen Einheit und einem dem Auftreffpunkt des Auftreffstrahls auf den Artikel

nahen Bereich; und

- eine zentrale Verarbeitungseinheit (42-47), die die folgende Mittel umfaßt:

- * Analog/Digital-Konversionsmittel, angeordnet um die von den Fühlern (26-33; 34-41) ausgehenden analogen Signale zu empfangen, und für jeden Punkt und in jeder Wellenlänge einen für den Grauwert des Punktes repräsentativen Digitalwert auszugeben; 5
- * Analog/Digital-Konversionsmittel, angeordnet um die von der optischen Einheit (17-20) ausgehenden analogen Signale zu empfangen, und für jeden Auftreffpunkt des Strahls auf den Artikel einen für den Abstand zwischen einem Ausgangspunkt und einem dem Auftreffpunkt nahen Bereich repräsentativen Digitalwert auszugeben; 10
- * Mittel zur Speicherung der Digitalwerte als für das physikalische Profil des Artikels repräsentative Wertereihen; 15
- * Mittel zur Speicherung, für jede Wellenlänge, der Digitalwerte als für die Lichtintensitätskurve einer Leuchtlinie repräsentative Wertereihen; und 20
- * Berechnungsmittel, welche programmiert sind, um auf die Basis von Vergleichskriterien der Digitalwerte der homologen Punkte auf den Intensitätskurven sowie von für das physikalische Profil des Artikels repräsentativen Werten eine verarbeitbare kolometrische Information zu berechnen, wobei nur die Punkte auf den Intensitätskurven in die Berechnung einbezogen werden, die nicht einer Aushöhlung entsprechen. 25 30 35

12. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Leuchtmittel 40

- mindestens eine zur Ausgabe eines Multiline-Strahls mit vorausgewählten Wellenlängen angepaßten Laserquelle (13); 45
- Mittel (24) zur Ablenkung des Multiline-Strahls, wobei diese Mittel in der Lage sind eine Leuchtlinie zu generieren, umfassen.

13. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserquelle aus einem Multiline-Laser (13) besteht. 50

14. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkungsmittel ein Polygon (24) mit Facetten (24a), die fähig sind den Multiline-Strahl zu reflektieren, sowie Mittel zur Rotation des Polygons um dessen Rotati- 55

onsachse umfassen.

15. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Bewegung der Leuchtlinie relativ zum Artikel die folgende Merkmale umfassen:

- einen auf einer Schwingachse befestigten Spiegel (25), angebracht um die von den Ablenkungsmitteln (24) ausgehende Leuchtlinie entlang einer der Schwingachse parallelen Achse auf zu fangen und diese auf die Oberfläche des Artikels zu projizieren;
- Mittel zur Rotation der Schwingachse, wobei die Mittel in der Lage sind, den Spiegel (25) zu schwenken, um die Leuchtlinie entlang einer orthogonalen Richtung zu seiner Längsachse zu bewegen.

16. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Fühler (26-33; 34-41) Mittel (26, 27; 34-36) zur Teilung der von dem Artikel zurückgeworfenen Lichtenergie in eine diskrete Anzahl vorausgewählter Wellenlängen und für jede Wellenlänge Sammlungs- und Fokussierungsmittel (28-30; 37, 40) sowie einen zum Empfang der gesammelten Energie und zum aussenden eines für die Energie repräsentativen Signals eingerichteten Detektor (31-33; 38, 39, 41) umfassen.

17. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilungsmittel aus mindestens einem selektiven, optischen Ablenkungsstreifen (26, 27; 34) für ausgewählte Wellenlängen bestehen.

18. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilungsmittel (26, 27; 34) zwischen den zwei Flächen eingefügt sind, welche die Hypotenuse zweier rechtwinkliger Prismen (35, 36) formen, wobei eines der Prismen so positioniert ist, daß eine derer Flächen das Eingangsfenster der Teilungsmittel darstellt.

19. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilungsmittel aus einem Diffraktionsgitter (34) bestehen.

20. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilungsmittel von mindestens zwei räumlich getrennten holographischen Reflektionsspiegeln (26, 27) gebildet werden, welche selektiv für die vorausbestimmten Wellenlängen sind.

21. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 11

bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Einheit (17-20) angepaßt ist, um ein zweites analoges Signal auszugeben, das repräsentativ ist für die von dem Artikel bei der Wellenlänge des auftretenden Strahls zurückgegeben Lichtintensität.

5

22. Vorrichtung gemäß dem Patentanspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Leuchtmittel (14, 15, 23) optische Mittel (15, 23) umfassen, die in der Lage sind, die von den ersten (13) und zweiten Leuchtmitteln ausgehenden auftretenden Strahlen so zu mischen, um einen einzelnen den Artikel beleuchtenden Strahl zu erhalten.

10

23. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Berechnungseinheit die folgende Merkmale umfaßt:

15

- eine erste, sogenannte verstärkende, elektronische Schaltungsplatte (42), die in der Lage ist, das von den Fühlern (26-33; 34-41) und der optischen Einheit (17-20) ausgehende analoge Signal zu verstärken; 20
- eine zweite elektronische, sogenannte Telemetrieschaltungsplatte (43), die Analog/Digital-Konversionsmittel umfaßt, und die ausgerichtet ist, um das verstärkte Signal ausgehend von der optischen Einheit (17-20) zu empfangen, wobei die Schaltungsplatte eine Berechnungseinheit umfaßt, welche programmiert ist, um die natürlichen Aushöhlungen und die beschädigten Bereiche auf dem Artikel zu erkennen und das Volumen des Artikels auf der Basis des Lichtintensitätssignals auf eine solche Weise zu berechnen, wobei die mit Aushöhlungen behafteten Bereiche von dem erhaltenen Ergebnis abgezogen werden; 25 30 35
- eine dritte elektronische, sogenannte farbenbearbeitende Schaltungsplatte (44), die Analog/Digital-Konversionsmittel umfaßt und so ausgerichtet ist, daß sie die verstärkten Signale von den verschiedenen Fühlern (26-33; 34-41) und das verstärkte Signal, das repräsentativ ist für die Lichtintensität der für die optische Einheit (17-20) ausgewählten Wellenlänge empfängt, wobei die Schaltungsplatte eine Berechnungseinheit umfaßt, welche zur Ausführung eines kolorimetrischen Sortieralgorithmus für die zulässigen Punkte programmiert ist; 40 45 50
- eine vierte, sogenannte qualitätsbearbeitende Schaltungsplatte (45), die Analog/Digital-Konversionsmittel umfaßt und so ausgerichtet ist, daß sie die verstärkten Signale, die von den verschiedenen Fühlern (26-33; 34-41) ausgegeben werden, und das für die Lichtintensität der für die optische Einheit (17-20) ausgewähl-

55

ten Wellenlänge repräsentative, verstärkte Signal empfängt, wobei diese Schaltungsplatte eine Berechnungseinheit umfaßt, welche programmiert ist um

- * die konkav geformten Diskontinuitäten in allen in der von dem Artikel diffundierten Energie vorhandenen Wellenlängen abzutasten und im Falle der Anwesenheit einer Diskontinuität in einem Bereich für alle Wellenlängen die telemetrische verarbeitende Schaltungsplatte (43) zu befragen, damit die Resultate des kolorimetrischen Sortierens unberücksichtigt bleiben im Falle, daß dieser Bereich eine natürliche Aushöhlung aufweist;
- * den entdeckten Defekt in den Diskontinuitätsbereichen, die keine Aushöhlungen aufweisen, zu quantifizieren;

- Mittel zur Übermittlung der Resultate als drei für die Qualität, die Farbe und die Form des Artikels repräsentative Digitalwerte.

24. Vorrichtung gemäß dem Patentanspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß sie die folgende Merkmale umfaßt:

- Mittel zur Detektion eines sogenannten Ursprungspunktes der mittels der Rotation des Polygons (24) generierten Leuchtlinie,
- Mittel zur schrittweisen Messung der Zufuhr der Artikel auf dem Förderer,
- wobei die zentrale Bearbeitungseinheit (42-47) programmiert ist, um auf die Rezeption des von den Detektionsmitteln ausgehenden Signals einen Bearbeitungszyklus für jeden Zufuhrschritt eines Artikels auszulösen.

25. Vorrichtung gemäß einem der Patentansprüche 11 bis 24, zur Sortierung von Früchten auf einem n Förderlinien umfassenden Förderer (1), dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Beleuchtungsmittel eine einzelne Beleuchtungsquelle (12) umfassen, die einen Strahl ausgibt, welcher in mindestens n Strahlen geteilt ist, die zu jeder Linie mittels Glasfasern (10) geleitet werden.

Fig 1

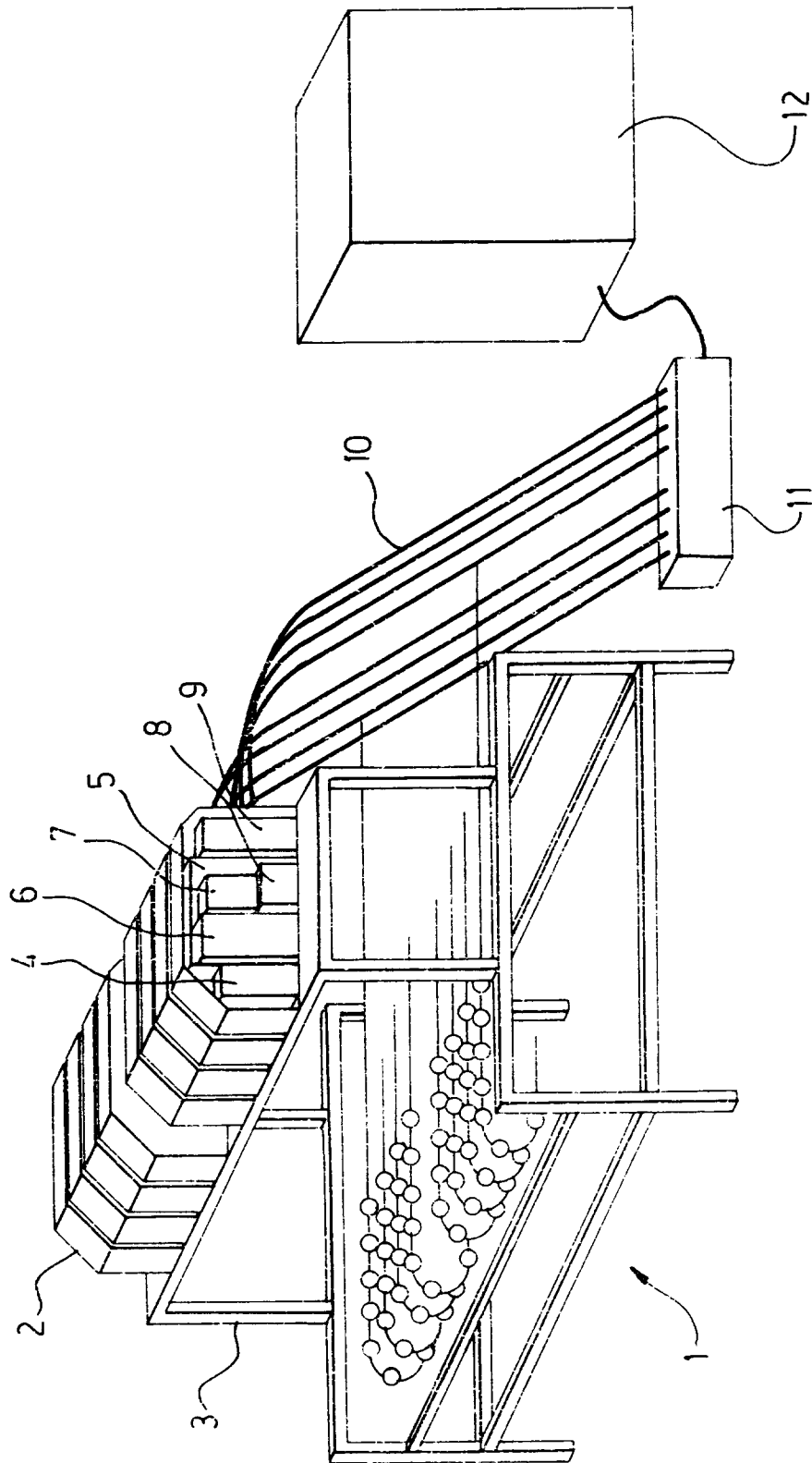


Fig 2

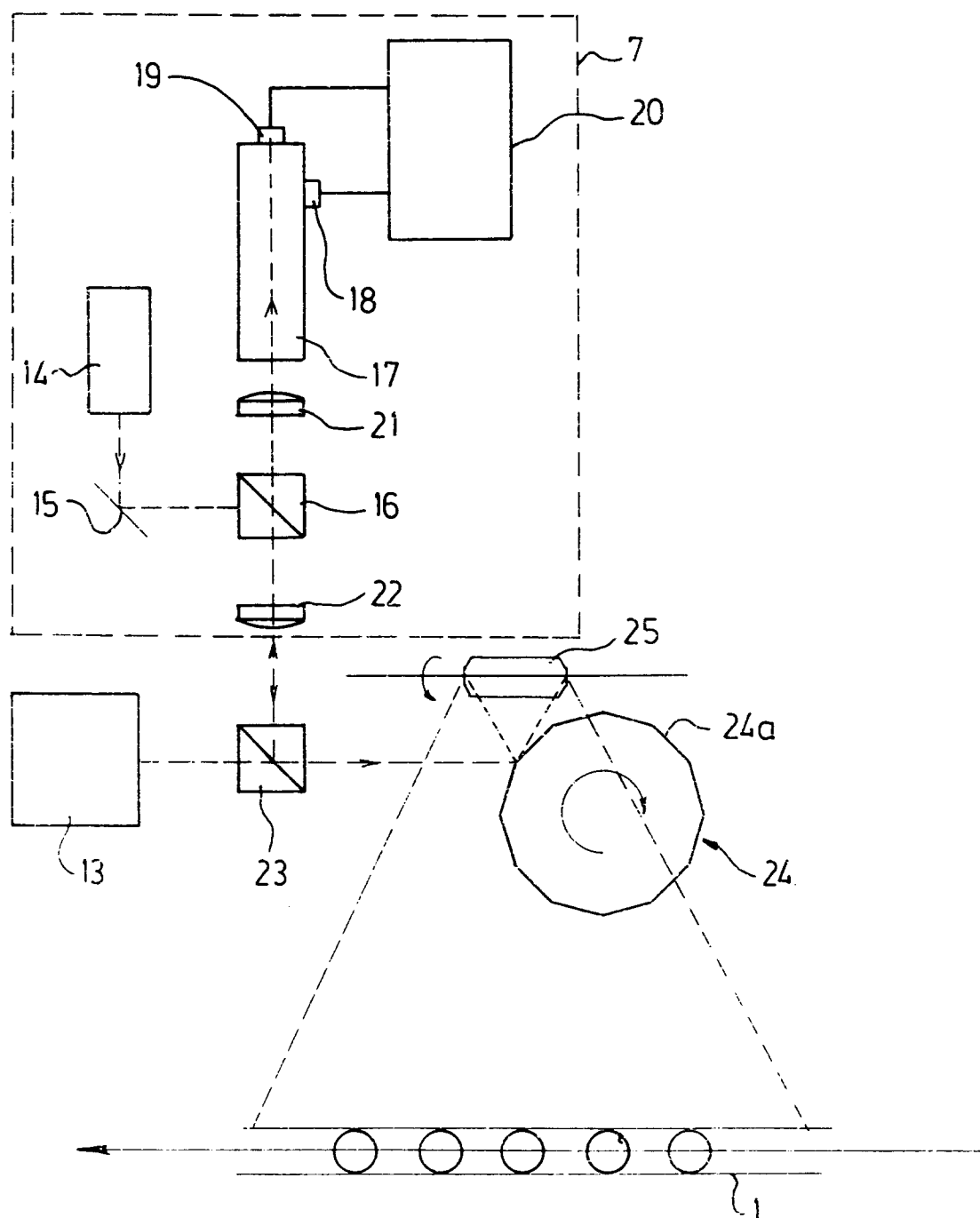


Fig 3

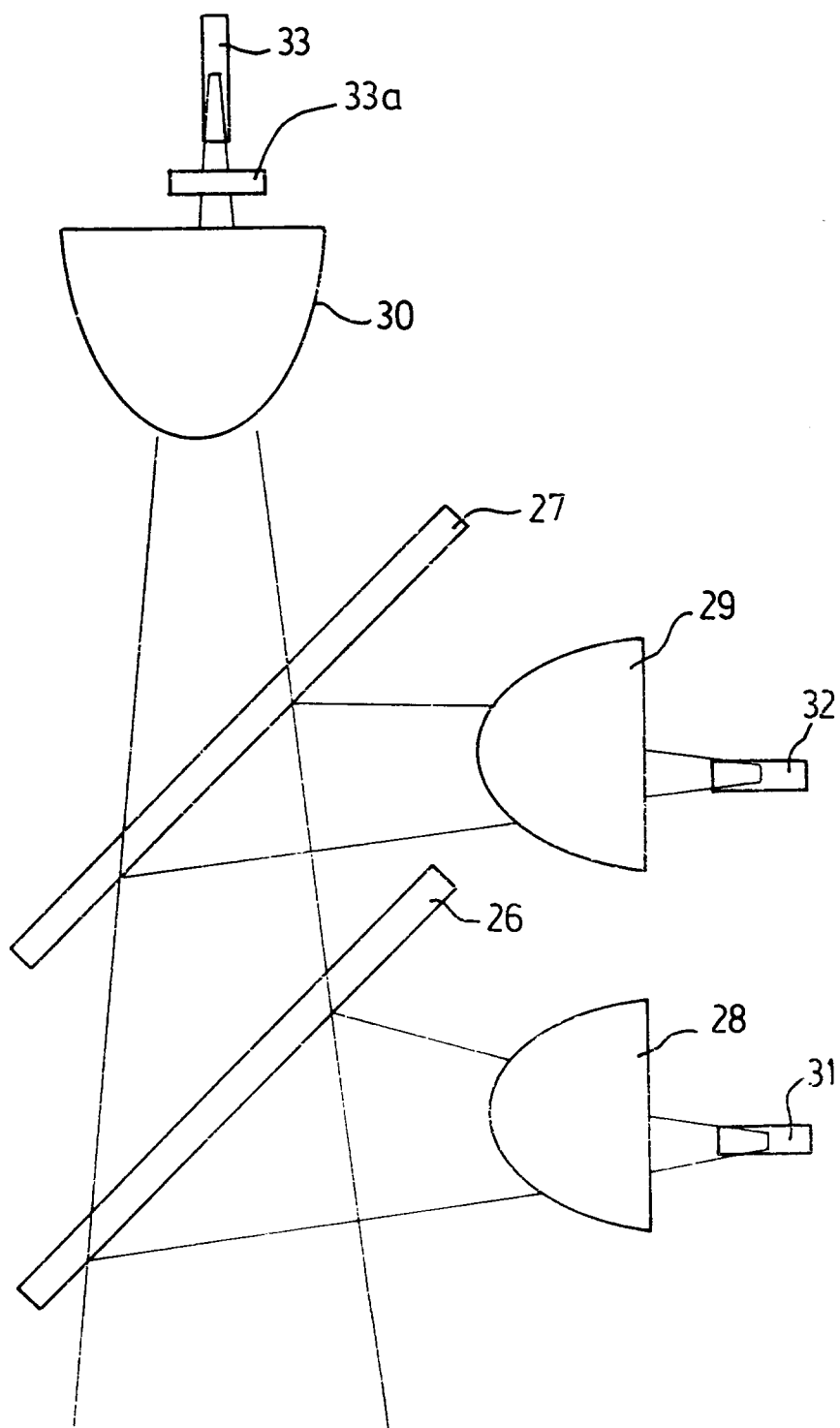


Fig 4

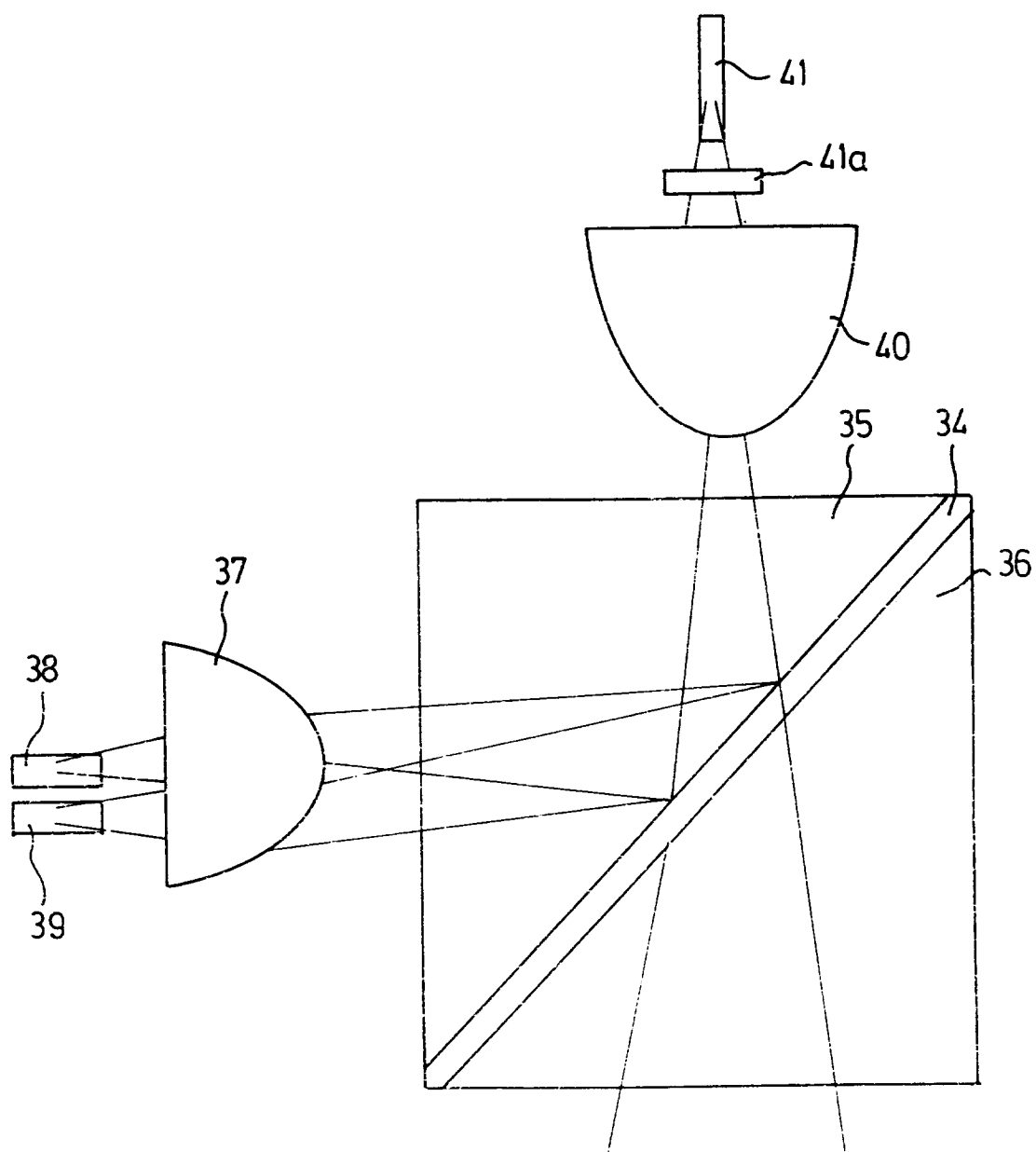
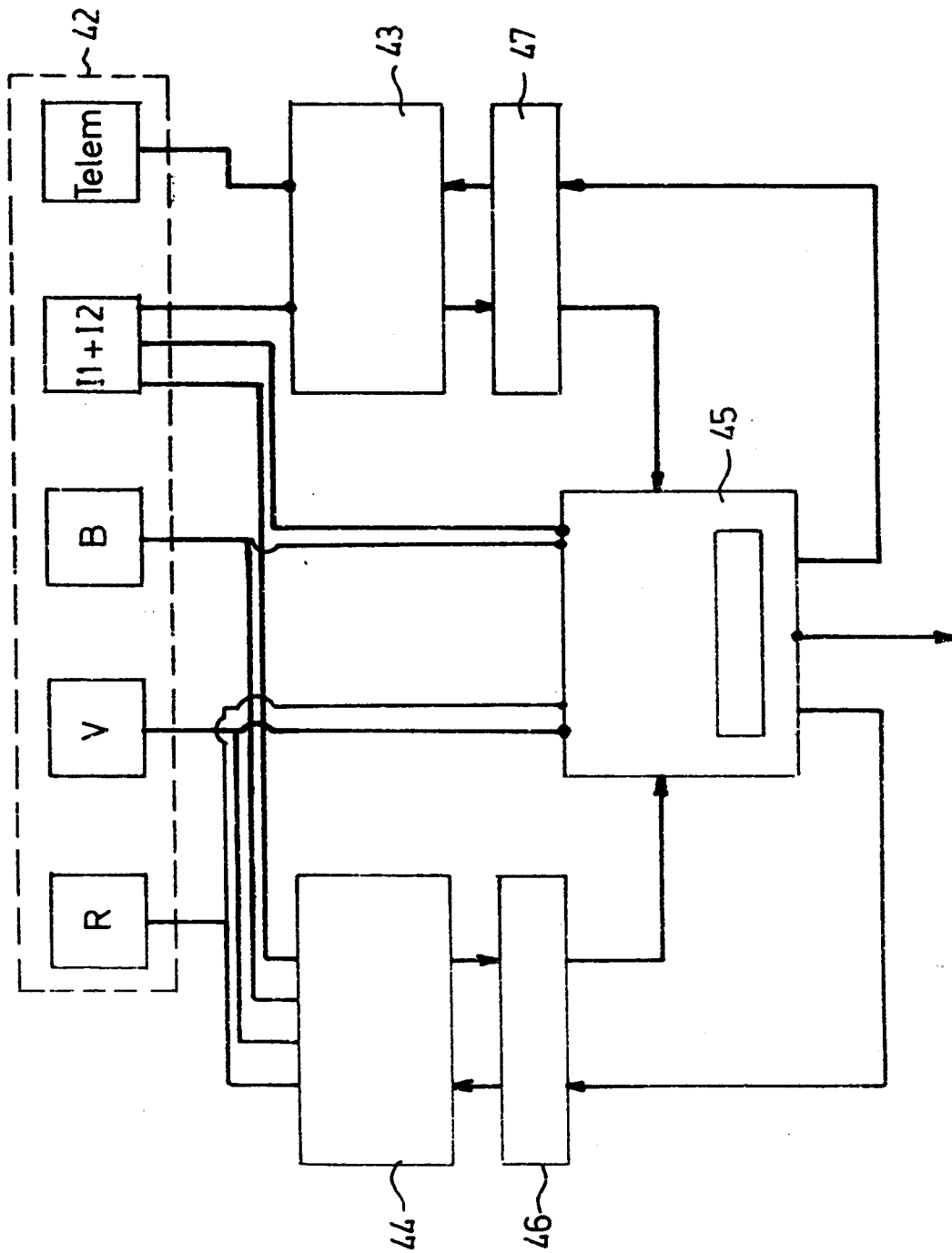


Fig 5



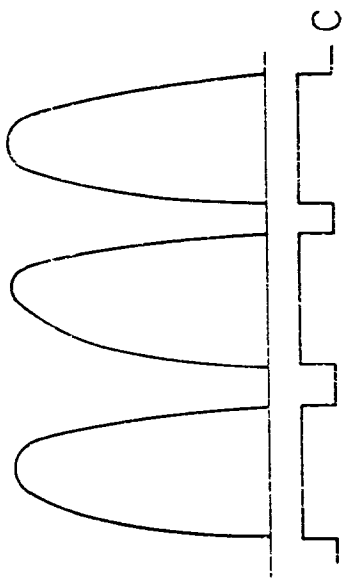


Fig 6

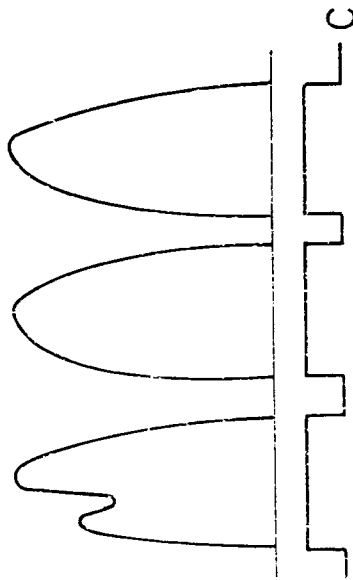


Fig 7

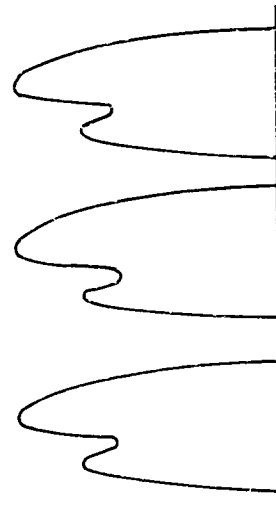


Fig 8

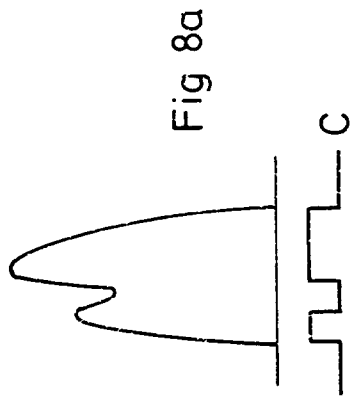


Fig 8a

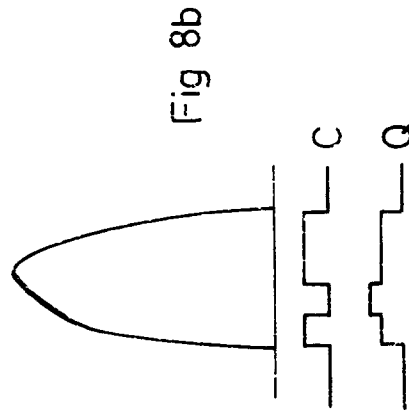


Fig 8b

Fig 9

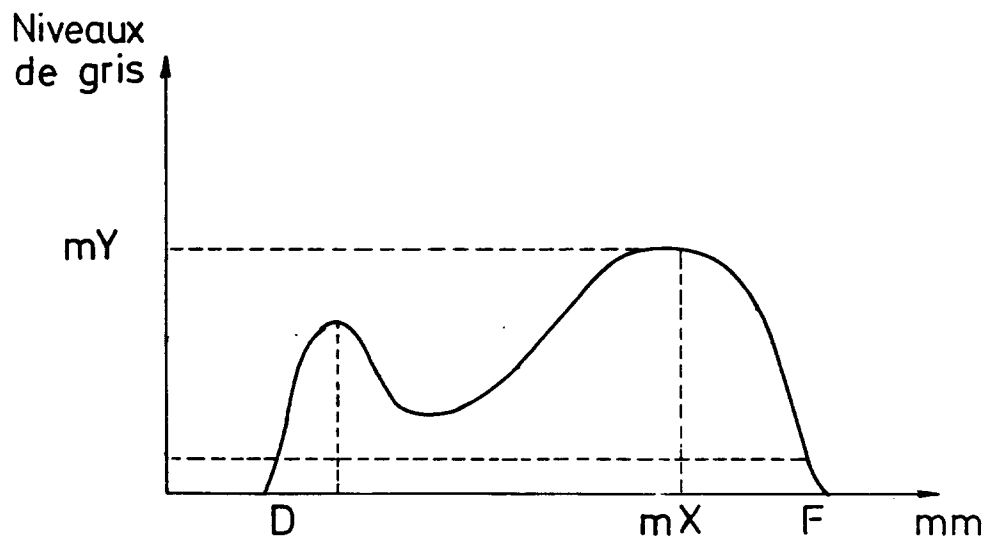


Fig 10

