

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 11621

⑤④ Dispositif optique de contrôle dimensionnel de pièces et procédé de contrôle utilisant ce dispositif.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 B 11/24.

②② Date de dépôt..... 23 mai 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 27-11-1981.

⑦① Déposant : Société anonyme dite : SOCIÉTÉ D'OPTIQUE, PRÉCISION ÉLECTRONIQUE ET
MECANIQUE - SOPELEM, résidant en France.

⑦② Invention de : Benoît Grandjacques.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Odile Cadart, Creusot-Loire,
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

On effectue souvent le contrôle dimensionnel de pièces après fabrication par prélèvement de quelques pièces dans un lot. En effet, il est difficile d'effectuer un contrôle systématique de toutes les pièces car les diverses opérations de contrôle sont souvent longues et fastidieuses
5 dès qu'il s'agit de contrôler un grand nombre de cotes sur une même pièce. Il est pourtant souhaitable de faire un contrôle systématique de toutes les pièces, afin, d'une part d'assurer leur interchangeabilité, et d'autre part de retoucher le réglage des machines de production dès que cela devient nécessaire.

10 Pour essayer d'effectuer un contrôle systématique de toutes les pièces, il est fréquent d'utiliser un contrôle de forme par voie optique. Les avantages de ce procédé sont surtout la rapidité et l'absence de contact mécanique. Plusieurs réalisations de contrôle de forme par voie optique fonctionnent à l'heure actuelle. Certaines utilisent une caméra de télé-
15 vision liée à un ordinateur, mais une telle réalisation ne permet pas un contrôle rapide. D'autres réalisations fonctionnent au moyen d'un traitement optique en lumière cohérente, mais, de telles réalisations rendent très difficile l'interprétation des signaux saisis.

L'invention tente de pallier les inconvénients précités. Elle
20 concerne un procédé de contrôle de forme par voie optique en lumière incohérente permettant un contrôle systématique de toutes les pièces et présentant les avantages de la rapidité et de l'absence de contact mécanique avec des résultats faciles à interpréter.

L'invention s'applique à un dispositif automatique de contrôle
25 dimensionnel de séries de pièces positionnées sur un support défilant en continu devant le dispositif.

Selon l'invention, ce dispositif comporte :

- disposés côte à côte devant le support, deux capteurs photoélectriques devant chacun desquels est placée une plaque dont une partie est transparen-
30 te et l'autre partie opaque, la limite des deux parties définissant un gabarit dont l'un a les dimensions minimales et l'autre les dimensions maximales du profil de la pièce,
- des moyens associés à chacun des capteurs, placés en face d'eux de l'autre côté du support et destinés à projeter le profil de chaque pièce suc-
35 cessivement sur chacun des gabarits.

Dans un mode préféré de réalisation du dispositif selon l'invention, la plaque portant le gabarit ayant les dimensions minimales du profil de la pièce est une plaque opaque dans laquelle apparaît une surface transparente ayant les dimensions minimales du profil de la pièce ; le
5 profil de la pièce apparaît en ombre sur ladite surface transparente, les moyens de projection du profil étant constitués d'une source lumineuse de rayons parallèles placée derrière la pièce. La plaque portant le gabarit ayant les dimensions maximales du profil de la pièce est une plaque transparente, dans laquelle apparaît une surface opaque ayant les dimensions
10 maximales du profil de la pièce ; le profil de la pièce apparaît comme une tache lumineuse sur ladite surface opaque, les moyens de projection du profil étant constitués de sources lumineuses placées de telle façon qu'elles éclairent la pièce mais qu'elles ne peuvent éclairer directement le gabarit.

15 De préférence, devant chacune des plaques est placé un objectif constitué de deux groupes de lentilles convergents, au foyer commun duquel est placé un diaphragme.

Le dispositif selon l'invention comporte de préférence un déviateur du faisceau tombant sur l'objectif.

20 Il comporte également des moyens pour déclencher successivement la mesure des dimensions minimales et des dimensions maximales de chaque pièce.

L'invention concerne aussi un procédé d'utilisation du dispositif de contrôle décrit ci-dessus. Selon ce procédé, chaque pièce, préalablement
25 positionnée sur le support, passe successivement devant chacun des capteurs et ces derniers émettent un signal de rejet de la pièce dans les cas où celle-ci a des dimensions permettant à au moins une certaine quantité de lumière de tomber sur les capteurs après avoir traversé la partie transparente du gabarit. La quantité de lumière minimale nécessaire pour déclencher le signal de rejet est fixée à l'avance en fonction de la sensibilité
30 désirée.

L'invention sera mieux comprise en se référant aux dessins annexés qui montrent un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention.

35 La figure 1 représente le capteur permettant de détecter si la pièce est trop petite.

La figure 2 représente le capteur permettant de détecter si la pièce est trop grande.

La figure 3 représente, à titre d'exemple, un dispositif de contrôle selon l'invention comportant les capteurs des figures 1 et 2.

On se reportera tout d'abord à la figure 1. Devant le capteur photoélectrique 1 est placée une plaque 2 dont une partie 3 est transparente et l'autre partie 4 est opaque.

Une pièce 5 à contrôler est positionnée sur un support non représenté qui défile en continu dans le sens de la flèche f. L'objet 5 est éclairé par une source de lumière parallèle 6. L'image de la pièce 5 est formée sur la plaque 2 au moyen d'un objectif 7 constitué de deux groupes de lentilles 8 et 8' entre lesquelles se trouve un diaphragme 9.

La partie transparente 3 est conçue de telle façon qu'elle ne puisse recevoir des rayons lumineux issus de la source 6 que si la pièce 5 a des dimensions trop petites par rapport aux dimensions de référence. Ainsi lorsque la pièce est plus grande que le gabarit minimal, le capteur 1 situé derrière la plaque 2 ne reçoit aucune lumière. Par contre, si la pièce est trop petite ou déformée, le capteur 1 reçoit la lumière qu'aurait dû arrêter la pièce si celle-ci avait eu des dimensions acceptables. Le capteur 1, photoélectrique, émet un signal de rejet. Le capteur 1 est réglé à l'avance en fonction de la sensibilité que l'on souhaite pour le contrôle. Ainsi il n'émet un signal de rejet que lorsque la quantité de lumière qu'il reçoit atteint un certain seuil. Ce seuil est fonction de la sensibilité désirée.

La pièce 5 représentée sur la figure 1, à titre d'exemple, a des dimensions acceptables. Dans ce cas, le capteur 1 n'émet pas de signal de rejet.

On se reportera maintenant à la figure 2 qui représente le second capteur, permettant de détecter si la pièce est trop grande. Le capteur 1' est semblable à celui de la figure 1, mais devant lui est placée une plaque 2' constituée d'une partie transparente 3' et d'une partie opaque 4'. La pièce 5 défile de façon semblable à la figure 1, c'est-à-dire dans la direction de la flèche f. La pièce 5 est éclairée par plusieurs sources de lumière 6' placées de telle façon qu'elles puissent éclairer la pièce 5 mais qu'elles ne puissent pas éclairer directement la plaque 2'. La pièce 5 diffuse donc de la lumière dans toutes les directions de l'espace, en particulier dans la direction de la plaque 2'. Un piège à lumière tel qu'un cône noirci est situé de l'autre côté de la pièce 5 par rapport à la plaque 2' de façon à ce qu'aucune autre source de lumière n'éclaire la plaque 2' en dehors de la pièce 5. Dans le cas de la figure 2

l'image de la pièce 5 sur la plaque 2' est une tache de lumière. Si la pièce est de dimensions correctes ou de dimensions insuffisantes, l'image de la pièce 5 sera entièrement contenue dans la zone opaque 4'. Le capteur 1' ne recevra aucune lumière et aucun signal de rejet ne sera émis.

5 Au contraire si la pièce/⁵est de dimensions trop grandes, l'image de celle-ci sur la plaque 2' empiètera sur la zone transparente 3'. Ainsi le capteur 1' recevra une certaine quantité de lumière, et à partir d'un certain seuil, prévu en fonction de la sensibilité désirée, il émettra un signal de rejet de la pièce.

10 Sur les figures 1 et 2, on a placé entre la pièce 5 et les plaques 2 ou 2' un objectif 7 ou 7' constitué de deux groupes de lentilles 8 et 8' entre lesquels est placé un diaphragme 9. Cet objectif permet d'éliminer une grande partie de la lumière parasite diffusée par la pièce 5 ou réfléchiée par des éléments optiques.

15 Si la pièce 5 présente des cotes dont les tolérances ont une importance moindre, les plaques 2 et 2' peuvent présenter des zones de transparence, donc de sensibilité, adaptée. En général les parties opaques sont formées par application d'une couche de chrome sur la plaque transparente ; il est donc facile de rendre les plaques 2 et 2' plus ou moins opaques sui-
20 vant les zones, ce qui correspond à une sensibilité locale plus ou moins grande des capteurs 3 et 3'.

On se reportera maintenant à la figure 3. La figure 3 représente un schéma d'ensemble du dispositif automatique de contrôle selon l'invention. Il ne représente qu'un mode de réalisation de l'invention et pourrait su-
25 bir des modifications.

Les pièces à mesurer 5 défilent sur un convoyeur 11, ici de forme circulaire, dans le sens des flèches f. On n'a représenté que la partie du convoyeur qui défile entre les capteurs concernant l'invention. Les pièces à contrôler 5 sont maintenues de manière rigide et reproductible
30 sur le convoyeur 11 qui défile d'un mouvement continu. Devant le convoyeur 11 sont disposés côte à côte les deux capteurs 1 et 1' que nous avons décrits plus haut. On a en fait englobé dans 1 et 1' les ensembles constitués par les capteurs photoélectriques eux-mêmes ainsi que les plaques 2 et 2' et les objectifs 7 et 7'. De l'autre côté du convoyeur 11 par rapport aux
35 capteurs 1 et 1' sont placées les sources de lumière 6 et 6'.

Le dispositif selon l'invention est utilisé selon le procédé suivant :

on fait passer chaque pièce 5 préalablement positionnée sur le support 11

devant chacun des capteurs 1 et 1' ; ces derniers émettent un signal de rejet de la pièce 5 dans les cas où celle-ci a des dimensions permettant à au moins une certaine quantité de lumière de tomber sur les capteurs après avoir traversé la partie transparente de la plaque 4 ou 4', la quantité de lumière minimale nécessaire pour déclencher le signal de rejet étant fixée à l'avance en fonction de la sensibilité désirée.

Si la pièce 5 n'est pas parfaitement positionnée sur le convoyeur 11 (c'est-à-dire que la précision du positionnement est inférieure à la précision recherchée pour la mesure), il est prévu des moyens optiques de correction des erreurs dues à ce mauvais positionnement.

Afin d'étudier ces éventuelles erreurs, nous avons étudié les six degrés de liberté de la pièce 5, dans un repère OX, OY, OZ. L'axe OX est parallèle au convoyeur 11 ; l'axe OZ est parallèle à la direction de visée du capteur 1 ; l'axe OY est perpendiculaire aux deux autres. L'origine O est choisie au centre de la pièce 5.

L'erreur ΔX est forcément nulle à un instant précis du défilement. Si les sources 6 et 6' éclairent la pièce 5 pendant un temps suffisamment court à un instant choisi, ΔX peut être suffisamment petit pendant la mesure. Dans ce but, des déclencheurs 12 et 12', placés immédiatement en amont des capteurs 1 et 1' sur le support 11 donnent le signal du début de la mesure. Ces déclencheurs 12 et 12' tiennent compte de la position relative de la pièce et du convoyeur ; cette position relative est mesurée au moyen d'un capteur 1'' éclairé par une source de lumière 6'' et situé légèrement en amont des capteurs 6 et 6' ; le résultat de la mesure effectuée par le capteur 1'' est transmis aux déclencheurs 12 et 12' par des moyens classiques non représentés.

L'erreur ΔY est mesurée au moyen d'un capteur 1''' placé en amont des capteurs 1 et 1' et éclairé par une source de lumière 6''' . Le capteur 1''' est semblable au capteur 1'' ; tous deux sont des capteurs classiques. L'erreur ΔY mesurée est corrigée au moyen de lames à faces parallèles 13 et 13' placées devant les capteurs 1 et 1', mobiles autour de OX et réglées pour corriger ΔY à l'instant de la mesure.

L'erreur ΔZ est un défaut de mise au point. L'ensemble est rendu très tolérant vis-à-vis de ce défaut au moyen des diaphragmes 9 et 9' dont nous avons parlé au cours de la description des figures 1 et 2.

Les rotations autour de OX et OY conduisent à un défaut de grandissement négligeable et un défaut de mise au point acceptable pour les capteurs. La rotation autour de OZ est nulle par construction du convoyeur

11. Au cas où elle ne serait pas nulle, elle pourrait être mesurée par un dispositif quelconque et corrigée par un dispositif optique classique.

Le dispositif selon l'invention permet un contrôle de forme par voie optique présentant les avantages de la rapidité et de l'absence de contact mécanique. En outre, le positionnement des pièces sur le convoyeur peut être imparfait puisque le dispositif prévoit de corriger les erreurs dues à ces défauts de positionnement : le dispositif selon l'invention est par conséquent un dispositif donnant des mesures précises, même quand le positionnement des pièces est imprécis. On peut ajouter que les résultats des mesures sont immédiats ; ils ne demandent pas d'interprétation.

Le procédé de contrôle optique utilisant le dispositif selon l'invention permet un contrôle continu et à grande cadence d'une série de pièces identiques.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit uniquement à titre d'exemple, mais, elle couvre également tous les autres modes de réalisation qui n'en diffèreraient que par des détails d'exécution ou par l'utilisation de moyens équivalents.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif automatique de contrôle dimensionnel de séries de pièces positionnées sur un support défilant en continu devant le dispositif, caractérisé par le fait qu'il comporte :

- 50 - disposés côte à côte devant le support, deux capteurs photoélectriques devant chacun desquels est placée une plaque dont une partie est transparente et l'autre partie opaque, la limite des deux parties définissant un gabarit dont l'un a les dimensions minimales et l'autre les dimensions maximales du profil de la pièce,
- 10 - des moyens associés à chacun des capteurs, placés en face d'eux de l'autre côté du support et destinés à projeter le profil de chaque pièce successivement sur chacun des gabarits.

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que :

- 15 - la plaque portant le gabarit ayant les dimensions minimales du profil de la pièce est une plaque opaque dans laquelle apparaît une surface transparente ayant les dimensions minimales du profil de la pièce et que le profil de la pièce apparaît en ombre sur ladite surface transparente, les moyens de projection du profil étant constitués d'une source lumineuse de
- 20 rayons parallèles placée derrière la pièce.
- la plaque portant le gabarit ayant les dimensions maximales du profil de la pièce est une plaque transparente dans laquelle apparaît une surface opaque ayant les dimensions maximales du profil de la pièce et que le profil de la pièce apparaît comme une tache lumineuse sur ladite surface opaque,
- 25 les moyens de projection du profil de la pièce étant constitués de sources lumineuses placées de telle façon qu'elles éclairent la pièce mais qu'elles ne puissent éclairer directement le gabarit.

3.- Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait qu'il comporte en outre devant chacune des plaques, un objectif constitué

30 de deux groupes de lentilles convergents, au foyer commun duquel est placé un diaphragme.

4.- Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'il comporte un déviateur du faisceau tombant sur l'objectif.

5.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens pour déclencher

35 successivement la mesure des dimensions minimales et des dimensions maximales de chaque pièce.

6.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précé-

dentes, caractérisé par le fait que la partie opaque de chaque capteur peut avoir une opacité non uniforme, une zone de grande opacité correspondant à une grande sensibilité locale du capteur et une zone de faible opacité correspondant à une faible sensibilité locale du capteur.

- 5 7.- Procédé d'utilisation du dispositif optique de contrôle dimensionnel selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que chaque pièce, préalablement positionnée sur le support, passe successivement devant chacun des capteurs et que ces derniers émettent un signal de rejet de la pièce dans les cas où celle-ci a des dimensions permettant à au moins une certaine quantité de lumière de tomber
- 10 sur les capteurs après avoir traversé la partie transparente du gabarit, la quantité de lumière minimale nécessaire pour déclencher le signal de rejet étant fixée à l'avance en fonction de la sensibilité désirée.

Fig1

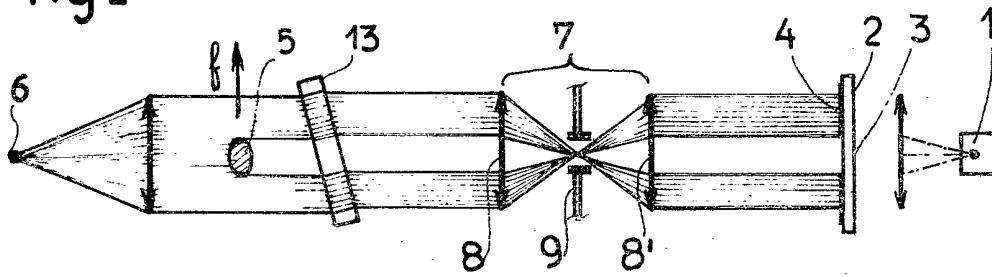


Fig2

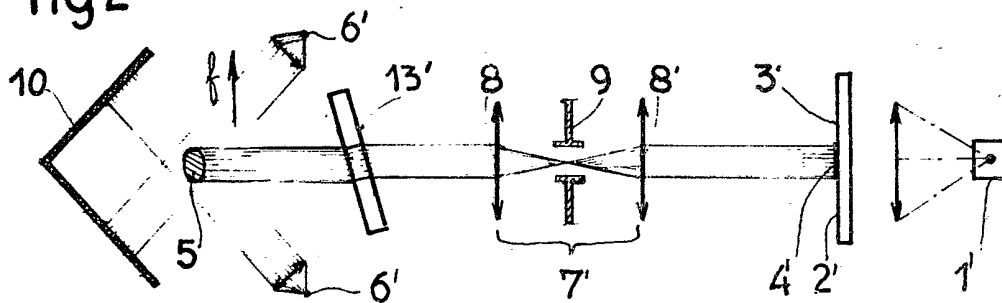


Fig3

