

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 727 766

21 N° d'enregistrement national : 94 14523

51 Int Cl⁶ : G 01 S 17/02

CETTE PAGE ANNULE ET REMPLACE LA PRECEDENTE

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22 Date de dépôt : 02.12.94.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 07.06.96 Bulletin 96/23.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : AGENCE SPATIALE EUROPEENNE ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE — FR.

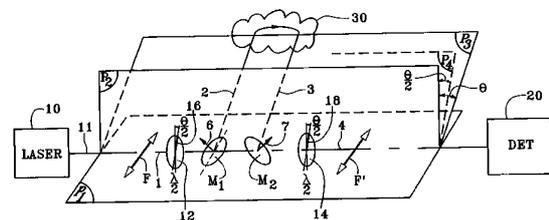
72 Inventeur(s) : CULOMA ALAIN JEAN FELIX.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : CABINET ORES.

54 **RADAR OPTIQUE A BALAYAGE ET A MESURE DE DEPOLARISATION.**

57 L'invention concerne un radar optique comportant une source (10) de lumière laser émettant un rayon laser (11) polarisé linéairement selon une direction de polarisation donnée F et cheminant selon un premier axe optique (1), un dispositif de renvoi optique et un dispositif de mesure de dépolarisation induite par un milieu à caractériser. Selon l'invention, le dispositif de renvoi optique comporte au moins un dispositif élémentaire de renvoi optique associant un miroir de déflexion (M_1 , M_2) assurant un balayage (θ) et une lame retardatrice (12, 14) dont un axe principal forme un angle ($\theta/2$) avec la direction de la lumière incidente. Cette disposition permet de s'affranchir, au moins dans une large mesure, des problèmes induits par le coefficient de retard de phase Δ du ou des miroirs de balayage.



FR 2 727 766 - A1



RADAR OPTIQUE A BALAYAGE

La présente invention a pour objet un radar optique (ou lidar) à balayage.

Un radar optique met en général en oeuvre une
5 source de lumière laser, qui émet un rayon laser polarisé linéairement et qui est dirigé vers un milieu à caractériser, lequel renvoie un faisceau rétrodiffusé présentant une certaine dépolarisation, cette dépolarisation étant caractéristique de certaines
10 propriétés du milieu à caractériser.

C'est ainsi que la technique du radar optique ou lidar a été mise en oeuvre en météorologie pour l'étude des nuages, la dépolarisation de la lumière laser rétrodiffusée par un nuage représentant, dans une
15 certaine mesure, le rapport entre la quantité de glace et la quantité d'eau qu'il contient.

Une telle application du radar optique a été en particulier décrite dans la publication de KENNETH SASSEN intitulé "The Polarization Lidar Technique for
20 Cloud Research : A Review and Current Assessment" paru dans le volume 72 n° 12 de Décembre 1991 du Bulletin de l'American Meteorological Society.

Cet article montre en particulier que les éléments diffusants optiquement homogènes et à symétrie
25 sphérique, tels que les gouttelettes d'eau contenues dans un nuage, n'induisent pas de dépolarisation de la lumière incidente dans la direction de rétrodiffusion, alors que des éléments diffusants qui présentent la géométrie arbitraire des particules de glace introduisent quant à
30 eux une dépolarisation qui peut être importante.

Le coefficient de dépolarisation δ est ainsi compris en général entre 0,2 et 0,8 et le plus souvent entre 0,4 et 0,5 pour les nuages chargés en glace ou pour les nuages susceptibles de générer des chutes de neige.

35 Une technique souvent employée est de diriger le rayon laser du radar optique dans la direction

verticale (pointage au zénith) et de mesurer la
dépolarisation du faisceau rétrodiffusé. Cependant, comme
le montre l'article précité, il se trouve que les nuages
chargés en glace présentent un nombre important de
5 couches diffusantes orientées horizontalement, ce qui
induit des valeurs de dépolarisation δ pratiquement nulles
lorsque le radar optique est pointé au zénith ou à un
angle très voisin. Pour éviter ce genre d'aberration, il
est connu d'effectuer un balayage du faisceau du radar
10 optique avec une amplitude de quelques degrés d'angle par
rapport à la verticale.

D'autre part, et d'une manière générale, la
technologie s'oriente vers la mise en oeuvre de radars
optique à balayage permettant d'observer des nuages qui
15 ne sont pas situés à la verticale du point d'observation.

La mise en oeuvre d'un radar optique à
balayage impose l'emploi d'un dispositif de renvoi
optique à un ou plusieurs miroirs, lequel introduit une
erreur dans la mesure de la dépolarisation qui est due
20 essentiellement au coefficient de retard de phase Δ ou
"retardance" du ou des miroirs de renvoi.

Etant donné que la dépolarisation induite par
un nuage peut être relativement faible, il est évident
que toute erreur de mesure induite par le coefficient Δ
25 du ou des miroirs des dispositifs de renvoi optique est
préjudiciable à la qualité de la mesure.

La présente invention a pour objet un radar
optique permettant de s'affranchir, au moins dans une
large mesure, des inconvénients dûs au coefficient Δ du
30 ou des miroirs du dispositif de renvoi optique.

L'invention concerne dans ce but un radar
optique comportant une source de lumière collimatée
monochromatique ou quasi-monochromatique, par exemple une
source de lumière laser, émettant un rayon polarisé
35 linéairement et cheminant selon un premier axe optique,
un dispositif de renvoi optique, et un dispositif de

mesure de dépolarisation caractérisé en ce que le dispositif de renvoi optique comporte au moins l'un de deux dispositifs élémentaires de renvoi optique :

- un premier dispositif élémentaire disposé
5 selon le premier axe optique et renvoyant, à l'aide d'un premier miroir de renvoi, ledit rayon laser depuis le premier axe optique vers un deuxième axe optique formant avec le premier axe optique un angle $2\alpha_1$, le deuxième axe optique formant un angle θ avec un premier plan de
10 référence contenant le premier axe optique et perpendiculaire à ladite direction de polarisation donnée, et comportant également une première lame retardatrice demi-onde disposée selon le premier axe en amont du premier miroir dans le sens de propagation des
15 rayons lumineux, et dont une direction principale forme avec le premier plan de référence un angle égal à $\theta/2$.

- et / ou un deuxième dispositif élémentaire disposé selon un axe optique de mesure et renvoyant, à l'aide d'un deuxième miroir de renvoi substantiellement
20 identique, par ses propriétés optiques, au premier miroir de renvoi, un rayon laser rétrodiffusé cheminant selon un troisième axe optique, vers ledit axe optique de mesure, lequel forme avec le troisième axe optique un angle $2\alpha_2$ (avec $\alpha_2=\alpha_1$), le troisième axe optique faisant un angle θ
25 avec un deuxième plan de référence contenant l'axe optique de mesure, et comportant également une deuxième lame retardatrice demi-onde disposée selon l'axe optique de mesure en aval du deuxième miroir de renvoi dans le sens de propagation du rayon lumineux, et dont une
30 direction principale forme avec le deuxième plan de référence un angle égal à $\theta/2$.

Le deuxième et le troisième axes optiques sont avantageusement parallèles, l'axe optique de renvoi étant alors parallèle au premier axe optique, ou aligné avec
35 celui-ci.

Le dispositif de renvoi optique comporte

alors, selon une variante préférée, un premier miroir déviant le rayon laser selon un deuxième axe optique perpendiculaire au premier axe optique, un deuxième miroir recevant selon un troisième axe parallèle au
5 deuxième axe, un faisceau rétrodiffusé par un milieu à caractériser, et le renvoyant selon un quatrième axe optique parallèle au premier axe optique ou aligné avec celui-ci, en ce qu'il comporte un moyen pour entraîner
10 simultanément en rotation le premier et le deuxième miroir de telle sorte qu'un plan de balayage contenant le premier, le deuxième et le troisième axe optique forme un angle de balayage donné θ avec le premier plan de référence en ce qu'il comporte en premier une première et
15 une deuxième lames demi-onde retardatrices disposées respectivement sur le premier axe optique avant le premier miroir et sur le quatrième axe optique après le deuxième miroir et en ce qu'il comporte un moyen pour positionner un axe principal de la première et de la
20 deuxième lame demi-onde, de telle sorte qu'il forme avec le premier plan de référence un angle $\theta/2$ égal à la moitié de l'angle de balayage.

Selon un mode de réalisation préféré, le radar optique est caractérisé en ce qu'il comporte un moyen pour entraîner simultanément en rotation le premier et le
25 deuxième miroirs de telle sorte qu'un plan de balayage contenant les premier, deuxième et troisième axes optiques forme un angle de balayage donné θ avec le premier plan de référence, en ce qu'il comporte la première et la deuxième lame demi-onde retardatrice qui
30 sont disposées respectivement sur le premier axe optique avant le premier miroir et sur le quatrième axe optique après le deuxième miroir et en ce qu'il comporte un moyen pour positionner un axe principal de la première et de la deuxième lame demi-onde de telle sorte qu'il forme avec
35 le plan de référence un angle égal à $\theta/2$.

La direction de polarisation linéaire est de

préférence soit horizontale, soit verticale.

L'invention concerne également un dispositif de renvoi optique, à l'aide d'un miroir de renvoi, d'un rayon lumineux polarisé linéairement selon une direction
5 de polarisation donnée depuis un axe optique incident vers un axe optique de renvoi formant avec l'axe optique incident un angle $2\alpha_1$, à l'aide d'un miroir de renvoi, α_1 étant de préférence égal à 45° , dans lequel le miroir de renvoi est incliné sur l'axe optique de renvoi pour que
10 l'axe optique de renvoi forme un angle θ avec un plan de référence contenant l'axe optique incident et perpendiculaire à la direction de polarisation, et en ce qu'il comporte, en amont du miroir de renvoi dans le sens de propagation des rayons lumineux, une lame retardatrice
15 demi-onde disposée selon l'axe optique incident et dont une direction principale forme avec le plan de référence un angle égal à $\theta/2$.

L'invention concerne enfin un dispositif élémentaire de renvoi d'un rayon lumineux polarisé et
20 ayant une direction nominale de polarisation linéaire, depuis un axe optique incident vers un axe optique de renvoi formant avec l'axe optique incident un angle $2\alpha_2$, α_2 étant de préférence égal à 45° , l'axe optique incident forme un angle θ avec un plan de référence contenant l'axe
25 optique de renvoi et perpendiculaire audit axe donné, et en ce qu'il comporte, en aval du miroir de renvoi dans le sens de propagation des rayons lumineux, une lame retardatrice demi-onde disposée selon l'axe optique de renvoi et dont une direction principale forme avec le
30 plan de référence un angle égal à $\theta/2$.

La direction nominale de polarisation linéaire est, selon une première variante, perpendiculaire au plan contenant l'axe optique incident et l'axe optique de renvoi, ou bien, selon une deuxième variante, elle forme
35 avec ledit plan un angle θ .

D'autres caractéristiques et avantages de

l'invention apparaitront mieux à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre d'exemple non limitatif en liaison avec la figure 1 qui représente un schéma d'un radar optique selon un mode de réalisation
5 préféré de l'invention, et avec les figures 2a et 2d qui sont des détails de la figure 1, respectivement la première lame demi-onde, le premier miroir, le deuxième miroir, et la deuxième lame demi-onde, vus le long des axes 1 et 4 pour les lames, et latéralement pour les
10 miroirs.

Le radar optique présenté à la figure 1 comporte un laser 10 émettant un faisceau laser selon l'axe optique 1, ce faisceau laser 11 étant polarisé horizontalement dans le sens de la flèche F. On appelle P_1
15 le plan horizontal passant par l'axe optique 1 et contenant la flèche F. On désigne par P_2 le plan vertical passant par l'axe optique 1, ce plan P_2 constituant un plan de référence perpendiculaire à la flèche F.

Un miroir M_1 dont le plan est incliné d'un
20 angle α_1 , de préférence égal à 45° par rapport à l'axe optique 1 (voir figure 2b) est susceptible d'être entraîné en rotation autour de l'axe optique 1 de manière à renvoyer le faisceau laser 11 selon un axe optique 2 formant avec l'axe optique 1 un angle $2\alpha_1$ dans le plan P_3 et qui est donc perpendiculaire à l'axe optique 1 lorsque
25 $\alpha_1=45^\circ$. L'axe optique 2 est situé dans un plan P_3 qui contient l'axe optique 1 et qui forme avec le plan P_2 un angle θ . Cet angle θ est par exemple susceptible de varier entre 0 et 25° . Cette inclinaison variable θ permet par
30 balayage d'explorer une certaine région, par exemple comme représenté, d'explorer un nuage 30. Ce nuage 30 restitue par rétrodiffusion un rayon lumineux selon un axe optique 3 situé dans le plan P_3 et parallèle à l'axe optique 2. Ce rayon lumineux présentant une polarisation
35 qui peut être quelconque, à savoir une combinaison entre une polarisation elliptique due aux cristaux de glace

ordonnés et une polarisation aléatoire due entre autres à la diffusion multiple, est renvoyé par un deuxième miroir M_2 selon un axe optique 4 aligné avec l'axe optique 1 ou parallèle à celui-ci: dans le cas où le nuage 30 n'induit pas de dépolarisation, le rayon lumineux présente une direction nominale de polarisation 7 qui est perpendiculaire au plan P_3 . Le plan du miroir M_2 est incliné d'un angle α_2 de préférence égal à 45° par rapport à l'axe optique 4 (voir figure 2c). En amont du premier miroir M_1 dans le sens de propagation des rayons lumineux, est disposée une lame retardatrice 12 demi-onde ($\lambda/2$), λ désignant la longueur d'onde du rayonnement laser 11. On rappellera qu'une lame retardatrice demi-onde transforme la polarisation d'un faisceau entrant en une polarisation symétrique par rapport à ses directions principales.

Selon l'invention, une des directions principales 16 de la lame 12 est inclinée d'un angle $\theta/2$, de sorte qu'elle se trouve toujours située dans le plan bissecteur P_4 des plans P_2 et P_3 . Cette direction principale fait ainsi un angle $\theta/2$ avec le plan P_2 (voir figure 2a). En aval de la lame 12, la direction de polarisation 6 fait un angle θ avec la flèche F, et elle est par conséquent perpendiculaire au plan P_3 .

En aval du miroir M_2 , dans le sens de propagation des rayons lumineux, est disposée une lame retardatrice demi-onde 14 dont une direction principale 18 forme également le même angle $\theta/2$ par rapport au plan P_2 , c'est-à-dire que la direction principale 18 est parallèle à la direction principale 16 (voir figure 2d). En aval de la lame 14, la direction nominale de polarisation F, c'est-à-dire la direction de polarisation correspondant à un nuage 30 n'induisant pas de dépolarisation, est parallèle à F.

Les miroirs M_1 et M_2 ont préférentiellement des propriétés sensiblement identiques vis-à-vis de la

polarisation, c'est-à-dire qu'il présentent le même retard de phase nominal Δ et la même diatténuation a . Ceci peut être réalisé en pratique en déposant la couche réfléchissante des miroirs M1 et M2 dans la même cloche de dépôt et en même temps.

Les raisons pour lesquelles l'invention permet de s'affranchir des inconvénients produits par le coefficient de retard Δ des miroirs vont maintenant être explicitées, en utilisant le formalisme de MUELLER-STOKES.

Soit $R(\theta)$ la matrice de Mueller correspondant à un angle θ , HWP ($\theta/2$) la matrice de Mueller correspondant à une rotation d'angle $\theta/2$ d'une lame demi-onde, M la matrice de Mueller correspondant à un miroir M_1 ou M_2 , et F la matrice de Mueller du nuage à caractériser.

La matrice de STOKES du rayon incident polarisé linéairement dans une direction horizontale est représentée par la matrice de Stokes B_i alors que le faisceau en sortie de la lame retardatrice est représenté par la matrice de Stokes B_e .

Les matrices correspondantes sont données en annexe soit I pour $R(\theta)$, II pour HWP de $\theta/2$, III pour M (a représentant la diatténuation des miroirs), IV pour F, V pour B_i et VI pour B_e .

B_e peut s'exprimer par le produit matriciel suivant.

$$B_e = R(\theta) \cdot \text{HWP}(\theta/2) \cdot M \cdot F \cdot M \cdot R(\theta) \cdot \text{HWP}(\theta/2) \cdot B_i$$

L'expression de B_e donnée en VI montre que, d'une part, B_e est indépendant de l'angle θ , et que, d'autre part, le coefficient de dépolérisation linéaire δ_1 , qui dépend des deux premières lignes de la matrice B_e , est indépendant du coefficient Δ .

L'invention concerne également un dispositif de renvoi optique associant à un miroir de renvoi une

lentille retardatrice, l'axe optique de renvoi formant un angle θ avec un plan de référence contenant l'axe optique incident et perpendiculaire à la direction de polarisation. La lame retardatrice demi-onde présente une direction principale formant avec le plan de référence un angle égal à $\theta/2$. Le dispositif de renvoi élémentaire permet de réaliser un renvoi optique d'un rayon lumineux à l'émission, auquel cas la lame retardatrice est placée de préférence en amont du miroir, ou à la réception, auquel cas la lame retardatrice est placée de préférence en aval du miroir. Dans le cas d'une émission ou d'une réception, le rayon lumineux polarisé linéairement est renvoyé sans que les deux premiers termes de B_e soient affectés par le coefficient Δ du miroir, comme le montre l'expression VI. Le troisième et le quatrième termes de la matrice B_e sont seuls affectés par le coefficient Δ . Les intensités propres du faisceau réfléchi sur un miroir, caractérisées par les polarisations s et p , dépendent seulement de la diatténuation a qu'il est facile de connaître et sont indépendants du coefficient Δ . Il s'ensuit que, pour un angle d'incidence donné, et quel que soit l'angle de balayage θ , le coefficient de dépolarisation linéaire qui est mesuré est indépendant du coefficient Δ .

On a

$$\delta_{\text{mesuré}} = \frac{1-a}{1+a} \delta_{\text{réel}}$$

On comprendra que l'ordre dans lequel sont disposés un miroir et la lame retardatrice qui lui est associée peut être inversé, à condition de conserver une rotation θ de la polarisation le long de l'axe de propagation du rayon laser, le mode de réalisation préféré représenté à la figure 1 permettant que seuls les miroirs M_1 et M_2 se déplacent.

D'autre part, s'il est possible de pointer le laser selon l'axe 2, il n'est pas besoin du miroir M_1 et

de la lame 12 ; s'il est possible de pointer le détecteur 20 dans la direction 3, il n'est pas besoin du miroir M_2 et de la lame 14.

ANNEXE

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(2.\theta) & \sin(2.\theta) & 0 \\ 0 & -\sin(2.\theta) & \cos(2.\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{I})$$

$$HWP(\theta/2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(2.\theta) & \sin(2.\theta) & 0 \\ 0 & \sin(2.\theta) & -\cos(2.\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (\text{II})$$

$$M = \begin{bmatrix} 1 & a & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{1-a^2}.\cos(\Delta) & -\sqrt{1-a^2}.\sin(\Delta) \\ 0 & 0 & \sqrt{1-a^2}.\sin(\Delta) & \sqrt{1-a^2}.\cos(\Delta) \end{bmatrix} \quad (\text{III})$$

$$F = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & b_3 & b_5 \\ c_1 & a_2 & b_4 & b_6 \\ c_3 & c_4 & a_3 & b_2 \\ c_5 & c_6 & c_2 & a_4 \end{bmatrix} \quad (\text{IV})$$

$$B_i = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow B_e = \begin{bmatrix} a(c_1+a_2) + (a_1+b_1) \\ (c_1+a_2) + a(a_1+b_1) \\ \sqrt{1-a^2} [(c_5+c_6) \sin\Delta - (c_3+c_4) \cos\Delta] \\ -\sqrt{1-a^2} [(c_3+c_4) \sin\Delta + (c_5+c_6) \cos\Delta] \end{bmatrix} \quad (\text{V}) \quad (\text{VI})$$

REVENDICATIONS

1. Radar optique comportant une source de lumière collimatée monochromatique ou quasi-monochromatique émettant un rayon polarisé linéairement
5 selon une direction de polarisation donnée et cheminant selon un premier axe optique, un dispositif de renvoi optique et un dispositif de mesure d'une dépolarisation induite par un milieu à caractériser, caractérisé en ce que le dispositif de renvoi optique comporte au moins
10 l'un de deux dispositifs élémentaires de renvoi optique :
- un premier dispositif élémentaire (12, M_1) disposé selon le premier axe optique et renvoyant, à l'aide d'un premier miroir de renvoi, ledit rayon depuis le premier axe optique (1) vers un deuxième axe optique
15 (2) formant avec le premier axe optique un angle $2\alpha_1$, le deuxième axe optique (2) formant un angle θ avec un premier plan de référence (P_2) contenant le premier axe optique (1) et perpendiculaire à ladite direction de polarisation donnée (F), et comportant également une
20 première lame retardatrice demi-onde (12) disposée selon le premier axe (1) en amont du premier miroir (M_1) dans le sens de propagation des rayons lumineux, et dont une direction principale (16) forme avec le premier plan de référence un angle égal à $\theta/2$.
 - 25 - et / ou un deuxième dispositif élémentaire disposé (14, M_2) selon un axe optique de mesure (4) et renvoyant, à l'aide d'un deuxième miroir de renvoi (M_2), un rayon rétrodiffusé cheminant selon un troisième axe optique (3), vers ledit axe optique de mesure (4), lequel
30 forme avec le troisième axe optique (3) un angle $2\alpha_1$, le troisième axe optique (3) faisant un angle θ avec un deuxième plan de référence contenant l'axe optique de mesure (4), et comportant également une deuxième lame retardatrice demi-onde (14) disposée selon l'axe optique
35 de mesure (4) en aval du deuxième miroir de renvoi (M_2) dans le sens de propagation du rayon lumineux, et dont

une direction principale (18) forme avec le deuxième plan de référence (P_2) un angle égal à $\theta/2$.

2. Radar optique selon la revendication 1 caractérisé en ce que le deuxième (2) et le troisième (3) axe optique sont parallèles et en ce que l'axe optique de renvoi (4) est parallèle au premier axe optique (1) ou est aligné avec celui-ci.

3. Radar optique selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen pour entraîner simultanément en rotation le premier (M_1) et le deuxième (M_2) miroirs de telle sorte qu'un plan de balayage (P_3) contenant les premier (1), deuxième (2) et troisième (3) axes optiques forme un angle de balayage donné θ avec le premier plan de référence (P_2), en ce qu'il comporte la première (12) et la deuxième (14) lames demi-onde retardatrices qui sont disposées respectivement sur le premier axe optique (1) avant le premier miroir (M_1) et sur le quatrième axe optique (4) après le deuxième miroir (M_2) et en ce qu'il comporte un moyen pour positionner un axe principal (16, 18) de la première (12) et de la deuxième (14) lames demi-onde de telle sorte qu'il forme avec le premier plan de référence (P_2) un angle égal à $\theta/2$.

4. Radar selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la direction de polarisation donnée (F) est horizontale ou verticale.

5. Radar selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que le premier (1) et le deuxième (2) axes optiques sont perpendiculaires, soit $\alpha_1 = 45^\circ$.

6. Radar selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que le troisième axe (3) optique et l'axe optique de mesure (4) sont perpendiculaires, soit $\alpha_1 = 45^\circ$.

7. Radar selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le milieu à

caractériser est un nuage (30).

8. Radar optique selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que le premier (M_1) et le deuxième (M_2) miroir ont des propriétés sensiblement
5 identiques vis-à-vis de la polarisation.

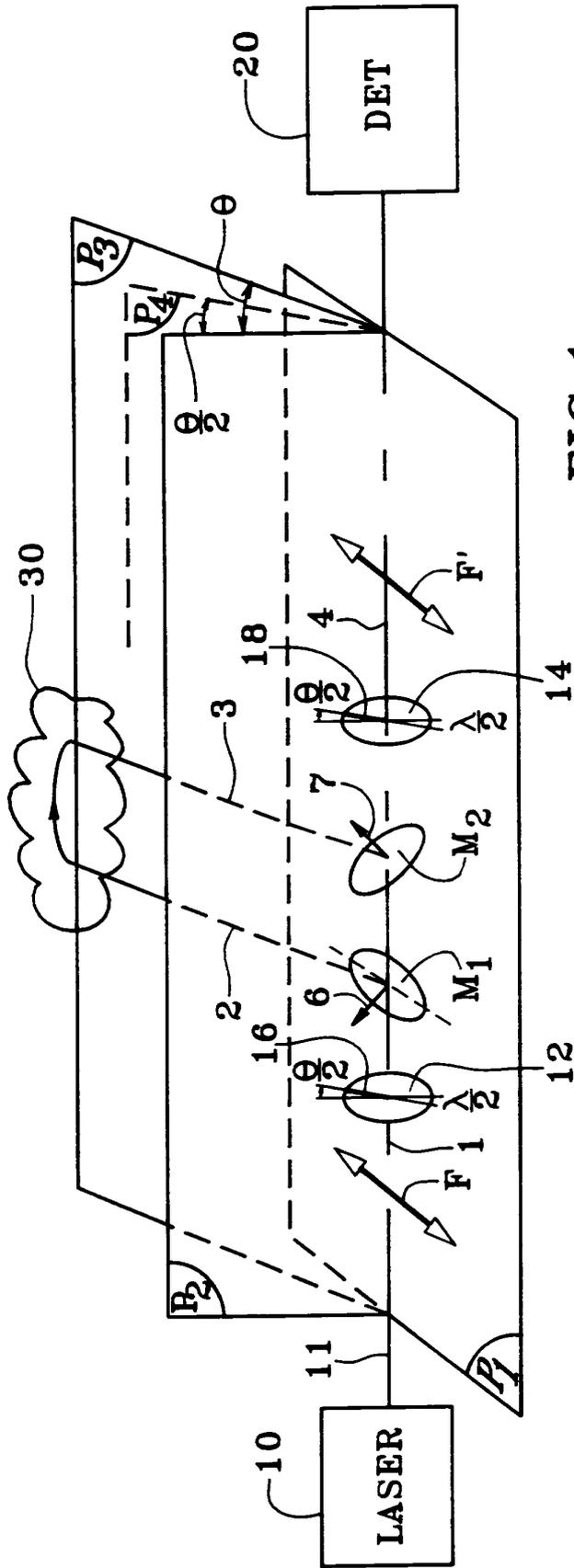


FIG. 1

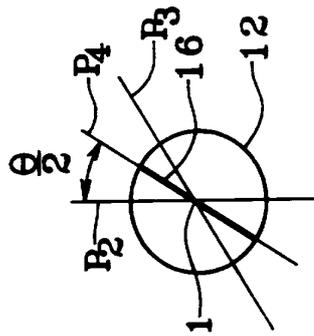


FIG. 2a

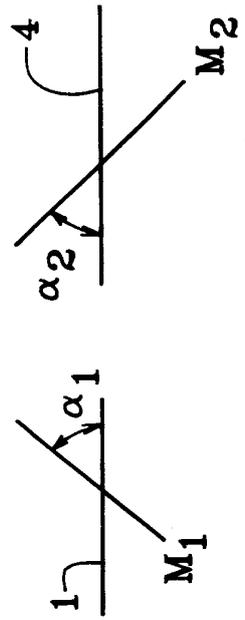


FIG. 2b

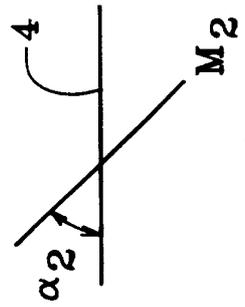


FIG. 2c

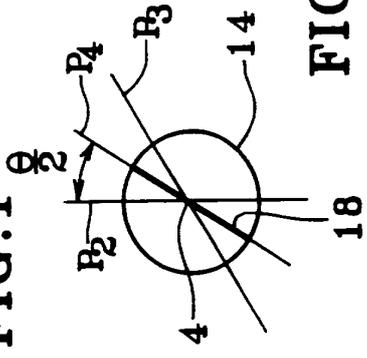


FIG. 2d

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US-A-4 497 065 (TISDALE GLENN E ET AL) 29 Janvier 1985 * colonne 3, ligne 16 - ligne 28 * * colonne 10, ligne 30 - ligne 65; figure 1 *	1
A	NTIS TECH NOTES, Octobre 1988 SPRINGFIELD, VA., US, page 869 'DEPOLARIZATION-MEASURING DEVICE' * le document en entier *	1
A	APPLIED OPTICS, vol. 25, no. 13, 1 Juillet 1986 NEW YORK US, pages 2109-2114, HIROSHI SHIMIZU ET AL 'Short-time forecasting of snowfall by lidar' * page 2110, colonne de gauche, ligne 16 - ligne 22 *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
21 Août 1995		Haffner, R
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1
EPO FORM 1503 01.82 (P04C13)