

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 82 02442

⑤④ Appareil de réverbération dans lequel la bande de fréquence du son réverbéré est expansée.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). G 10 L 1/02.

②② Date de dépôt..... 15 février 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : Japon, 13 février 1981, n° 19803/1981.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 20-8-1982.

⑦① Déposant : Société dite : SONY CORPORATION, résidant au Japon.

⑦② Invention de : Takashi Shibata et Masaki Nishimura.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

La présente invention est de façon générale relative à un appareil de réverbération (ou de répercussion), et elle est plus particulièrement orientée vers un appareil de réverbération dans lequel la bande de fréquence du son réverbéré (ou répercuté) est expansée.

Un appareil de réverbération largement connu dans l'art antérieur, va être expliqué en se référant au graphique de la figure 1. Dans cet appareil de réverbération de l'art antérieur, on utilise généralement comme amplificateur de commande, un amplificateur du type à voltage constant (dans lequel le rapport entre les voltages d'entrée et de sortie, ou bien ce que l'on appelle le facteur d'amplification du voltage, est constant quelle que soit la fréquence). Un signal d'origine est appliqué par l'intermédiaire de l'amplificateur de commande à un convertisseur du type à aimant mobile, et un ressort est commandé par la vibration de cet aimant dans le convertisseur.

Toutefois, l'impédance d'une bobine prévue dans le convertisseur est essentiellement $j\omega L$ (où ω est la fréquence du signal d'origine traversant la bobine tandis que L est l'inductance de la bobine), et cette impédance croît essentiellement proportionnellement à la fréquence du signal d'origine comme le montre le graphique de la figure 1.

En conséquence, dans une bande de fréquence élevée où l'impédance de la bobine croît, le courant traversant la bobine décroît. Puisque la force de commande pour le ressort est proportionnelle au courant traversant la bobine, si les autres conditions sont constantes, la caractéristique en bande haute fréquence du son réverbéré fourni par l'appareil de réverbération de l'art antérieur, dans lequel l'amplificateur de commande de type à voltage constant est connecté à la bobine, est détériorée.

Pour éviter cet inconvénient, une disposition est proposée dans l'art antérieur, disposition selon laquelle une résistance ayant une haute valeur de résistance est placée avant la bobine dans le convertisseur et le signal de sortie en provenance de l'amplificateur de commande, est fourni au circuit en série constitué par la bobine et cette résistance. De cette manière, la variation due à la fréquence du courant traversant la bobine, peut être réduite.

Toutefois, pour rendre la variation de courant aussi faible que possible, il serait nécessaire d'accroître la valeur de la résistance de façon indéfinie. Si la valeur de la résistance est augmentée de cette façon, le courant traversant la bobine est réduit, ce qui se traduit par une diminution de la force de commande du ressort.

En conséquence, un des buts de la présente invention est de créer un appareil de réverbération ne présentant pas les défauts inhérents à l'art antérieur.

Un autre but de la présente invention est de créer un nouvel appareil de réverbération dans lequel, bien que le facteur de blocage soit réduit, la caractéristique à bande de fréquence élevée du son réverbéré est protégée de toute altération.

Selon un aspect de la présente invention, il est prévu un appareil de réverbération caractérisé en ce qu'il comporte une borne d'entrée de signaux prévue pour recevoir un signal d'entrée, un amplificateur opérationnel ayant une borne d'entrée inversée, une borne d'entrée non inversée et une borne de sortie, la borne d'entrée inversée étant connectée à la borne d'entrée de signaux par l'intermédiaire d'une impédance d'entrée, la borne d'entrée non inversée étant connectée à un point de référence, la borne de sortie étant connectée au point de référence par l'intermédiaire d'une inductance constituant une charge pour le circuit et une première impédance, tandis qu'une seconde impédance est connectée entre la borne d'entrée inversée de l'amplificateur opérationnel et le point de connexion entre l'inductance et la première impédance, l'inductance étant connectée de façon qu'elle joue le rôle d'un moyen de commande de l'appareil de réverbération.

D'autres objectifs, particularités et avantages de la présente invention vont se dégager de la description qui va suivre et qui se réfère aux dessins ci-joints dans lesquels les mêmes numéros de références désignent les mêmes éléments :

- la figure 1 est un graphique utilisé pour expliquer un appareil de réverbération de l'art antérieur,
- la figure 2 est un schéma de circuit représentant une réalisation de l'appareil de réverbération conforme à la présente invention,

- la figure 3 est un schéma de circuit montrant la partie essentielle de la réalisation selon la figure 2,
- la figure 4 est un schéma de circuit utilisé pour exposer la théorie du circuit représenté sur la figure 3,
- 5 - la figure 5 est un schéma de circuit utilisé pour exposer la qualité du circuit représenté sur la figure 3.
- la figure 6 est un graphique utilisé pour expliquer le circuit représenté sur la figure 3,
- la figure 7 est un graphique montrant la caractéristique de fréquence du son réverbéré, ce graphique étant
- 10 utilisé pour expliquer l'exemple de l'invention représenté sur la figure 2,
- la figure 8 est un graphique montrant la caractéristique de fréquence d'un son réverbéré et elle est utilisée
- 15 sée pour expliquer un exemple d'un circuit de commande à tension constante de l'art antérieur.

Un exemple de l'appareil de réverbération du type à ressort, conforme à la présente invention, va être décrit ci-après en se référant aux figures 2 à 6.

- 20 Sur les figures 2 et 3, qui montrent un exemple de l'invention, le numéro de référence 1 désigne dans son ensemble un premier convertisseur ou transducteur du côté commande, ce convertisseur étant constitué d'une bobine 2, d'un aimant 3, et d'une culasse 4. La structure de ce convertisseur 1 est bien
- 25 connue.

- Du côté réception, il est prévu un second convertisseur ou transducteur 5 constitué de façon similaire au transducteur 1 sur le côté de commande. Un ressort 6 est couplé mécaniquement par ses deux extrémités à l'aimant 3 du
- 30 transducteur 1 du côté commande et à l'aimant (non représenté) du transducteur 5 côté réception respectivement.

- Un signal d'origine appliqué à une borne d'entrée de signaux 7 est fourni par l'intermédiaire d'un filtre passe-bas 8, constitué d'une résistance 8a et d'un condensateur
- 35 8b, et par l'intermédiaire d'une résistance 9, à la borne d'entrée inversée d'un amplificateur opérationnel 10, dont la borne d'entrée non inversée est mise à la masse. La borne de sortie de l'amplificateur opérationnel 10 est connectée à une extrémité de la bobine 2, dont l'autre extrémité est mise à la
- 40 masse par l'intermédiaire du montage en parallèle d'une résis-

tance 11 et d'un condensateur 12, cette autre extrémité étant également connectée à la borne d'entrée inversée de l'amplificateur opérationnel 10 par l'intermédiaire d'un autre circuit en parallèle d'une résistance 13 et d'un condensateur 14.

5 La figure 4 est un schéma de circuit utilisé pour expliquer la théorie de la présente invention et dans lequel les parties correspondantes à celles de la figure 3 sont repérées par les mêmes références. Sur cette figure, un élément d'impédance 15 correspond au circuit en parallèle constitué de la résistance 11 et du condensateur 12 sur la figure 3, et son impédance est désignée par Z_1 . L'autre élément d'impédance 16 correspond au montage en parallèle de la résistance 13 et du condensateur 14 sur la figure 3, et son impédance est indiquée par Z_2 . Dans ce cas, comme le montre la figure 4, 15 on suppose que le voltage de référence est pris comme base, le voltage du signal d'origine appliqué à la borne d'entrée 7 est indiqué par e_0 , le voltage de sortie du filtre passe-bas 8 par e_1 , le voltage apparaissant à une extrémité de la bobine 2 pour l'autre extrémité connectée à la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel 10, est désigné par e_2 , le courant passant à travers la résistance 9 par i_1 , le courant passant à travers l'élément d'impédance 16 par i_2 , le courant passant à travers la bobine 2 par i_3 , et la valeur de la résistance 9 par R_0 respectivement. S'il n'y a pas de différence entre les 25 voltages à la borne d'entrée inversée et à la borne d'entrée non inversée de l'amplificateur opérationnel 10, et que l'impédance d'entrée à la borne d'entrée inversée de l'amplificateur opérationnel 10 soit vraiment élevée, les égalités suivantes (1) à (4) se trouvent respectivement vérifiées :

$$30 \quad e_1 = R_0 \cdot i_1 \quad (1)$$

$$0 = Z_2 \cdot i_2 + e_2 \quad (2)$$

$$e_2 = Z_1 (i_2 + i_3) \quad (3)$$

$$i_1 = i_2 \quad (4)$$

35 A partir des égalités (1) à (4), ci-dessus, le courant i_3 peut être exprimé comme suit :

$$i_3 = -\frac{1}{R_0} \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1} \right) e_1 \quad (5)$$

Revenant à la figure 3, pour rendre l'égalité 40 (5) applicable à l'exemple de la figure 3 ou de la figure 2,

les impédances Z_1 et Z_2 des éléments d'impédance 15 et 16 doivent être exprimées comme suit :

$$Z_1 = \frac{R_1}{1 + j\omega C_1 \cdot R_1}$$

$$Z_2 = \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 \cdot R_2}$$

En conséquence, l'équation (5) peut être réécrite comme suit :

$$i_3 = -\frac{1}{R_0} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1 + j\omega C_1 \cdot R_1}{1 + j\omega C_2 \cdot R_2} \right) e_1 \quad (6)$$

Où R_1 et R_2 sont les valeurs des résistances 11 et 13, C_1 et C_2 les valeurs des capacités des condensateurs 12 et 14, et ω la fréquence du signal d'origine respectivement.

Si le filtre passe-bas 8 est pris en considération, le courant i_3 traversant la bobine 2 peut être exprimé comme suit :

$$i_3 = -\frac{1}{R_0} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1 + j\omega C_1 \cdot R_1}{1 + j\omega C_2 \cdot R_2} \right) \frac{e_0}{1 + j\omega C_3 \cdot R_3} \quad (7)$$

où R_3 est la valeur de la résistance 8a, et C_3 est la valeur de la capacité du condensateur 8b. La résistance 8a et le condensateur 8b constituent le filtre passe-bas 8 comme vu précédemment.

Dans ce cas, si les constantes respectives dans l'équation (7) sont choisies de façon convenable, le courant i_3 traversant la bobine 2 peut être réglé pour présenter la caractéristique de fréquence représentée sur le graphique de la figure 6.

Pour simplifier l'explication, un circuit dans lequel des résistances sont utilisées comme éléments d'impédance, va être décrit en se référant à la figure 5. Puisque sur la figure 5 des résistances pures R_2 et R_1 sont respectivement utilisées en tant qu'éléments d'impédance Z_1 et Z_2 dans l'exemple de la figure 4, à partir de l'égalité (5) le courant i_3 s'exprime de la façon suivante :

$$i_3 = -\frac{1}{R_0} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) e_1 \quad (8)$$

Dans ce cas, si le voltage du signal d'origine est constant, quelle que soit la fréquence, l'égalité (8) représente le fait que le courant i_3 traversant la bobine 2 est déterminé par la valeur R_0 de la résistance 9 et par les valeurs
5 des résistances pures R_1 et R_2 . En conséquence, la linéarité de la partie plane de la caractéristique de fréquence du courant traversant la bobine 2 (la linéarité de la partie quelque peu plus basse que la fréquence basse de coupure f_a) indiquée sur le graphique de la figure 6, est due aux composants résistants
10 de la résistance 9 et des résistances pures R_1 et R_2 .

La montée de la caractéristique de fréquence du courant traversant la bobine 2 représentée sur la figure 6, avant et après ou au voisinage de la fréquence basse de coupure f_a est provoquée par le montage en parallèle de la résistance
15 11 et du condensateur 12. La fréquence de coupure f_a est par exemple 1 kHz et est déterminée par les constantes de la résistance 11 et du condensateur 12. La décroissance au voisinage de la fréquence supérieure de coupure f_b est engendrée par l'autre montage en parallèle de la résistance 13 et du condensa-
20 teur 14. La fréquence supérieure de coupure f_b est par exemple 5 kHz et est déterminée par les constantes de la résistance 13 et du condensateur 14.

Conformément à la construction de l'invention mentionnée ci-dessus, puisque la bobine 2 est commandée sur la
25 bande de fréquence au-dessus de la bande de fréquence inférieure à la fréquence basse de coupure f_a , la bande de fréquence du son réverbéré peut être expansée jusqu'à une bande de fréquence relativement élevée. En outre, puisque le facteur d'amortissement est très faible, le freinage de la vibration de
30 l'aimant 3 ne se produit pas. Il en résulte qu'une sensibilité est développée par une écoute faisant que le temps de réverbération est augmenté.

En outre, grâce à cette invention, au voisinage de la fréquence basse de coupure f_a , davantage de courant circule à travers la bobine 2, de sorte que la bande de fréquence
35 devient plus élevée en ce qui concerne le système de vibration mécanique constitué par l'aimant 3 et le ressort 6. En d'autres termes, puisque la masse de l'aimant 3 et du ressort 6 (masse qui correspond à l'inductance du système de vibration électrique)
40 que) est importante, la vibration mécanique devient plus basse

à la bande de fréquence élevée, ce qui peut être compensé par le fait précité.

La caractéristique de fréquence tombe graduellement au voisinage de la fréquence supérieure de coupure f_b de façon à réduire le niveau d'une source génératrice de bruit, provoquée par le fait que le signal de la bande haute fréquence est irradié dans l'air sous la forme d'une onde électromagnétique et qui est susceptible de pénétrer à l'intérieur de la bobine du convertisseur 5 du côté réception.

La figure 7 est un graphique illustrant la caractéristique de fréquence du son réverbéré obtenue par des expériences où une onde sinusoïdale est appliquée à la borne d'entrée 7 de l'exemple représenté sur la figure 2, tandis que le signal est dérivé du convertisseur côté réception. On comprendra à partir du résultat des expérimentations, que la caractéristique de fréquence du voltage sur la bobine 2 et telle qu'elle est montrée sur le graphique de la figure 6, est obtenue par l'exemple de la figure 2.

A titre de comparaison, la caractéristique de fréquence du son réverbéré qui est obtenue dans le cas où seul le circuit de commande à tension constante de l'art antérieur est utilisé, et celle qui est obtenue par les expérimentations, sont représentées sur le graphique de la figure 8.

Comme on peut le voir par la comparaison des graphiques des figures 7 et 8, la caractéristique n'est pas altérée dans la bande haute fréquence par cette invention, en comparaison avec l'art antérieur. En outre, grâce à cette invention, le son réverbéré est supprimé de façon suffisante si la fréquence excède un certain niveau. Ceci implique qu'un courant avec une fréquence supérieure à un certain niveau ne passe pas à travers la bobine 2 et donc, cette bobine 2 ne rayonne pas de bruit haute fréquence.

Comme on l'a vu en outre ci-dessus, dans le cas de l'appareil de réverbération du type à ressort conforme à l'invention, la bobine 2 du convertisseur 1 est insérée à l'intérieur de la boucle de réaction de l'amplificateur opérationnel 10 et cette bobine 2 est commandée selon le mode de courant constant, si bien que la bande de fréquence du son réverbéré peut être expansée vers la bande haute fréquence. Egalement puisque le facteur d'amortissement est faible, un long

temps de réverbération peut se présenter.

Conformément à l'exemple précité de cette invention, puisque la caractéristique de fréquence du courant circulant à travers la bobine 2 s'élève au voisinage de la fréquence inférieure de coupure f_a comme le montre le graphique de la figure 6, sa décroissance à une bande de fréquence plus élevée accompagnée par la vibration mécanique, peut être suffisamment compensée.

En outre, dans cette invention, la caractéristique de fréquence du courant circulant à travers la bobine 2, tombe au voisinage de la fréquence supérieure de coupure f_b , alors que la fréquence va en s'élevant comme le montre le graphique de la figure 6, si bien qu'il y a une réduction du bruit haute fréquence qui pénètre à l'intérieur de la bobine du convertisseur 5 côté réception, et de ce fait, le rapport S/N est amélioré.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Appareil de réverbération caractérisé en ce qu'il comporte une borne d'entrée de signaux prévue pour recevoir un signal d'entrée, un amplificateur opérationnel
5 ayant une borne d'entrée inversée, une borne d'entrée non inversée, et une borne de sortie, la borne d'entrée inversée étant connectée à la borne d'entrée de signaux par l'intermédiaire d'une impédance d'entrée, la borne d'entrée non inversée étant connectée à un point de référence, la borne de sortie
10 étant connectée au point de référence par l'intermédiaire d'une inductance constituant une charge pour le circuit et une première impédance, tandis qu'une seconde impédance est connectée entre la borne d'entrée inversée de l'amplificateur opérationnel et le point de connexion entre l'inductance et la première impédance, l'inductance étant connectée de façon qu'elle
15 joue le rôle d'un moyen de commande de l'appareil de réverbération.

2.- Appareil de réverbération selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première et la seconde
20 impédances comportent chacune une résistance.

3.- Appareil de réverbération selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première et la seconde impédances comportent chacune un circuit de connexion en parallèle constitué d'une résistance et d'un condensateur.

25 4.- Appareil de réverbération selon la revendication 1, caractérisé en ce que durant le fonctionnement du circuit, le courant passant à travers l'inductance est essentiellement un courant constant.

5.- Appareil de réverbération selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, un transducteur de commande électromagnétique, un transducteur de réception électromagnétique, et un ressort connectant ces transducteurs l'un avec l'autre.
30

35 6.- Appareil de réverbération selon la revendication 5, caractérisé en ce que chacun des transducteurs comporte une bobine, une culasse, et un aimant associé avec elles.

7.- Appareil de réverbération selon la revendication 6, caractérisé en ce que la bobine du transducteur
40 de commande constitue l'inductance.

8.- Appareil de réverbération selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'aimant du transducteur de commande est couplé à l'aimant du transducteur de réception par le ressort.

5 9.- Appareil de réverbération selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un transducteur de commande électromagnétique, un transducteur de réception électromagnétique, chacun de ces transducteurs comportant une inductance, un noyau, et un aimant mobile qui leur est associé,
10 un ressort couplant les deux aimants mobiles l'un à l'autre, l'appareil comportant une entrée de signaux, un amplificateur opérationnel ayant des entrées inversante et non inversante, un filtre passe-bas reliant l'entrée de signaux à l'entrée inversante, tandis que l'entrée non inversante est couplée à un
15 point de référence, la sortie de l'amplificateur opérationnel étant connectée par l'intermédiaire de l'inductance de l'un des transducteurs et par l'intermédiaire d'une première impédance au point de référence, tandis que la seconde impédance a une extrémité connectée à la jonction entre la première impédance
20 et la seconde inductance alors que son autre extrémité est connectée à l'entrée inversante, l'inductance connectée à l'amplificateur opérationnel jouant le rôle moyen de commande de l'appareil de réverbération.

FIG. 1

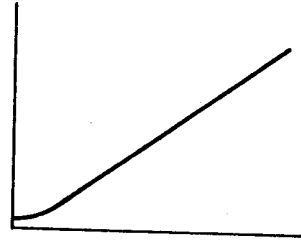


FIG. 2

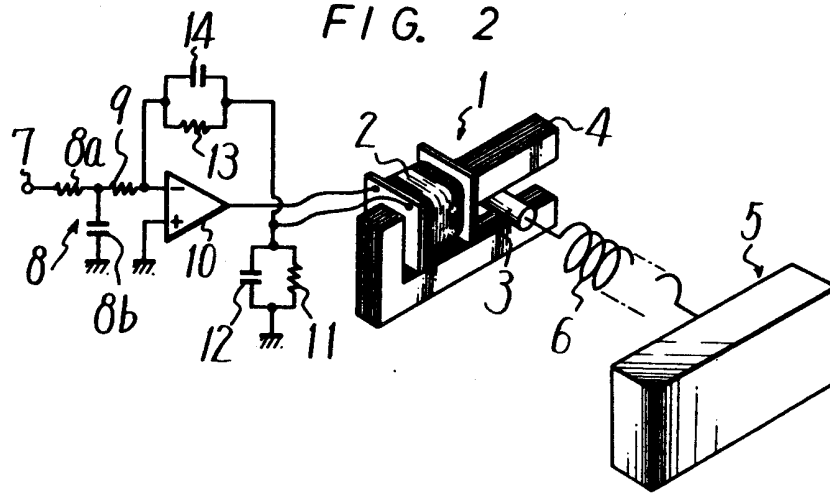


FIG. 3

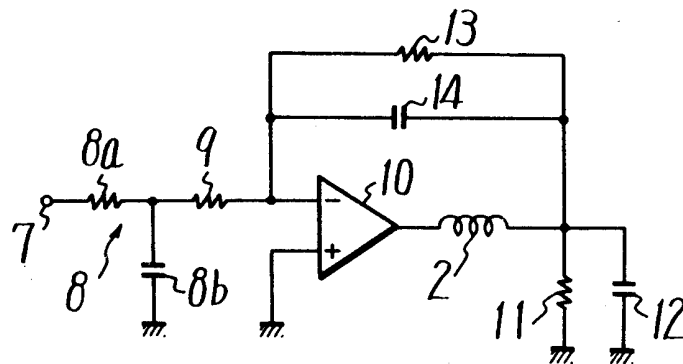


FIG. 4

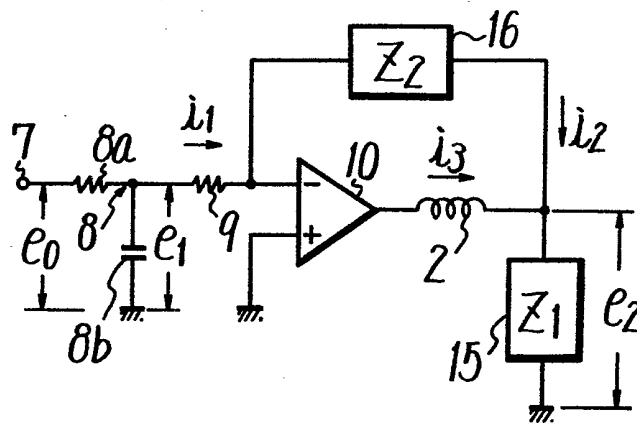


FIG. 5

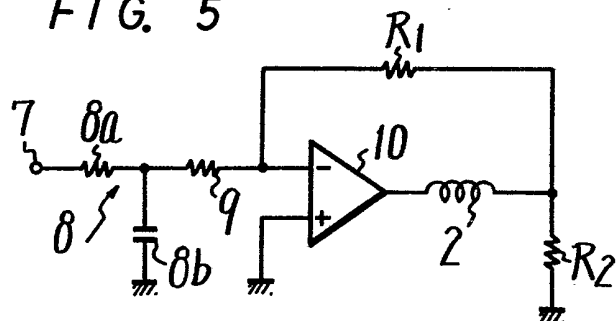


FIG. 6

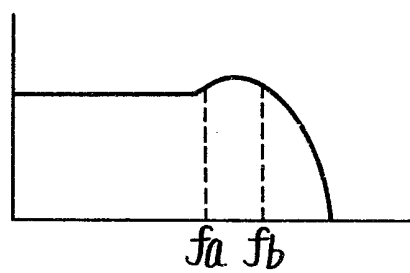


FIG. 7

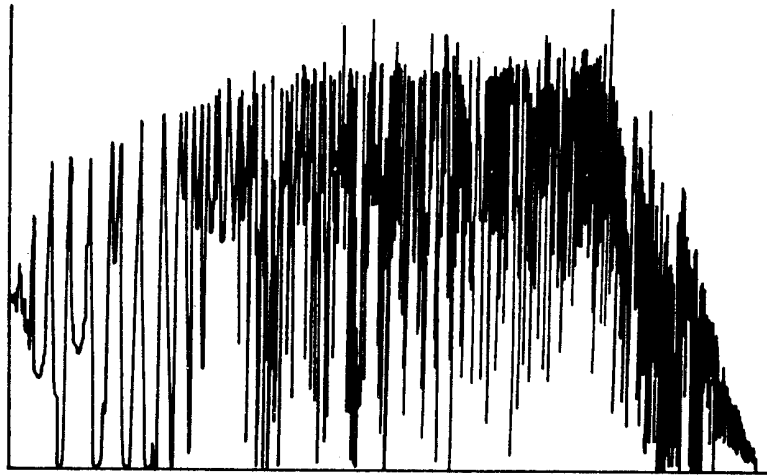


FIG. 8

