

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 27076**

---

(54) Lampe à décharge à vapeurs métalliques de haute intensité.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). H 01 J 61/35, 61/82.

(22) Date de dépôt..... 19 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 20 décembre 1979, n° 105.588.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 26-6-1981.

---

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Robert Lake Batemain Jr. et Thomas Frederick Soules.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine, GETSCO,  
42, av. Montaigne, 75008 Paris.

L'invention concerne des lampes à décharge à vapeurs métalliques de haute intensité qui fonctionnent en présence d'un excès de métal non vaporisé, et plus particulièrement, des lampes aux halogénures métalliques contenant un excès  
5 d'halogénures métalliques sous forme liquide.

Les lampes aux halogénures métalliques sont apparues avec l'addition d'halogénures de différents métaux émettant de la lumière à la lampe à vapeur de mercure haute pression dans le but de modifier sa couleur et d'augmenter son effi-  
10 cacité de fonctionnement, comme dans le brevet des Etats Unis d'Amérique N° 3.234.421. Comme on a pu utiliser ensuite commercialement ces lampes aux halogénures métalliques pour l'éclairage en général ; leur structure et leur mode de fonc-  
15 tionnement sont décrits dans IES Lighting Handbook, 5e édition, 1972, publié par l'Illuminating Engineering Society, pages 8-34.

La lampe aux halogénures métalliques fonctionne généralement avec une charge de mercure complètement vaporisé et un excès non vaporisé constitué essentiellement d'iodures métalliques sous forme  
20 liquide. Le remplissage le plus recommandé comprend les iodures de sodium, de scandium et de thorium. Les conditions de fonctionnement et la forme géométrique de l'enveloppe de la lampe doivent permettre l'établissement de températures suffisamment élevées, en particulier aux extrémités, pour va-  
25 poriser une quantité importante des iodures et particulièrement de NaI. Il faut en général pour cela des températures minimum de l'ordre de 700°C en fonctionnement.

On peut facilement calculer la quantité de NaI admissible à l'état de vapeur dans un volume donné à une température donnée, par exemple de 750°C. Toutefois la charge de  
30 NaI que l'on introduit dans la plupart des lampes de fabrication commerciale est de nombreuses fois et par exemple de 100 fois ou plus supérieure à la quantité calculée. Bien que la plus grande partie du NaI ajouté reste sous forme condensée à l'intérieur du tube à arc, la quantité participant à  
35 la décharge d'arc s'accroît à un taux décroissant, avec la quantité totale introduite dans le tube. Dans Electric Discharge Lamps, (Lampes électriques à décharge), MIT Press.,

- 1971, Chapitre 8, paragraphe 8.4, Effets of Arc Tube Geometry (Effets de la structure géométrique des tubes à arc), John F. Waymouth réfléchit à ce phénomène et propose, comme explication reposant sur la nature non isotherme de l'ampoule,
- 5 que l'étalement d'un film de condensation au delà du point de température minimum vers des températures plus élevées augmenterait la pression de NaI. Il fournit également une autre explication dans laquelle il envisage que la pression de NaI serait déterminée par un processus dynamique et non
- 10 par un processus d'équilibre ; les courants de convection apportent des gaz qui sont beaucoup plus chauds que la paroi au-delà de la surface du film de condensation, faisant s'évaporer le NaI en excès pour le faire passer à travers l'arc avant qu'il se condense ailleurs.
- 15 Quelques soit l'explication adoptée, Waymouth conclue qu'il est souhaitable d'avoir un film de condensation qui soit aussi étendu que possible pour obtenir la pression maximum de NaI dans le gaz pour une quantité donnée de NaI ajouté. Il est en particulier souhaitable que le produit de
- 20 condensation soit réparti sur toute la partie cylindrique du tube à arc, et étalé en couche aussi mince que possible, et qu'il ne soit pas condensé aux extrémités où peuvent exister des creux ou des poches qui peuvent en emmagasiner de grandes quantités pour une surface spécifique peu élevée.
- 25 Pour obtenir ce résultat, Waymouth veut que le tube à arc soit conçu de manière telle que les températures des extrémités soient plus élevées que celle de la partie médiane, de manière à ce que l'iodure en excès se condense dans la partie médiane du tube à arc.
- 30 On a observé que le produit de condensation ne forme pas un vrai film, dans le sens d'une couche continue, sur la surface interne du tube à arc de quartz, mais qu'il a tendance à rester sous la forme de gouttelettes discrètes. On a trouvé que l'augmentation possible de la surface du produit
- 35 de condensation conformément aux recommandations de Waymouth, est très limitée. On rencontre également d'autres difficultés lorsque beaucoup de produit de condensation recouvre les parois de l'enveloppe autour de la partie médiane du tube à

arc, par exemple, sous la forme d'une bande équatoriale espacée des deux électrodes. Dans la bande, les gouttelettes de produit de condensation relativement grosses diminuent la transmission et peuvent provoquer un vacillement lorsqu'elles se forment et se déplacent. L'apparition d'éclairs de lumière rougeâtre - particulièrement pendant l'échauffement-constitue une autre difficulté. Il semble que ces éclairs soient dus à la vaporisation rapide de gouttes d'halogénures métalliques de la dose qui se forment dans la bande équatoriale et tombent dans la région des extrémités plus chaude. Ces difficultés sont particulièrement aiguës dans les tubes à arc aux halogénures métalliques miniatures d'un centimètre cube ou moins, comme ceux que décrit le brevet des Etats Unis d'Amérique n° 4.161.672.

L'invention a pour objet d'établir à l'intérieur d'une lampe à décharge aux halogénures métalliques, un film de condensation qui soit plus étendu et plus continu que cela n'avait été possible jusqu'à ce jour, et qui, de préférence, s'étende sur toute la surface intérieure de l'enveloppe de décharge. Ce film augmente l'efficacité et améliore le rendu des couleurs en fournissant la quantité efficace maximum d'halogénures métalliques, et en particulier de NaI en phase vapeur à la décharge. Ce film présente encore l'avantage d'exercer un effet filtrant que l'on peut utiliser pour abaisser la température de couleur de la lumière émise.

Conformément à l'invention, on met au point un moyen associé à la surface intérieure de l'enveloppe de décharge qui favorise la formation et l'étalement d'un film de condensation liquide sur cette surface. La formation d'un film continu est favorisée quand sa présence diminue l'énergie superficielle totale. Un film aura tendance à se former si la somme de l'énergie superficielle à l'interface paroi-dose liquide et de l'énergie superficielle à l'interface dose liquide-vapeur est inférieure à l'énergie superficielle à l'interface paroi-vapeur. En supposant :

$c$  = facteur de rugosité de la surface de la paroi,

$e_{p-d}$  = énergie par unité de surface à l'interface paroi-dose

$e_{v-d}$  = énergie par unité de surface à l'interface dose-vapeur

$e_{p-v}$  = énergie par unité de surface à l'interface paroi-vapeur;

On peut exprimer algébriquement l'équation voulue de la manière suivante :

$$5 \quad c. e_{p-d} + e_{d-v} < c. e_{p-v}$$

Le moyen favorisant la formation et l'étalement du film associé à la surface intérieure peut être une couche superficielle ou un revêtement qui apporte une rugosité ou une irrégularité à la surface de façon à ce que la diminution de la surface spécifique apparente par recouvrement avec un film liquide uniforme soit favorisée du point de vue énergétique. Ce moyen peut également être un revêtement qui permette d'obtenir une surface chimiquement différente à l'intérieur de l'enveloppe, qui soit mieux mouillée par la dose d'iodure métallique. Ou on peut encore utiliser un revêtement rendant la surface rugueuse qui soit également favorable chimiquement à la formation d'un film. Il est souhaitable que la force d'entraînement soit au moins suffisante pour faire s'écouler le liquide de condensation à une vitesse qui permette de remplir tout point de la surface ayant subi une perte par évaporation, et éviter ainsi l'apparition de zones nues.

Bien que l'on puisse rendre la surface intérieure rugueuse par des moyens mécaniques, comme le sablage, on préfère recouvrir la surface intérieure de l'enveloppe avec une fumée d'un oxyde réfractaire, et par exemple avec de la fumée de silice. On chauffe ensuite de l'extérieur l'enveloppe recouverte de fumée au chalumeau pour fritter partiellement le film dans la paroi et rendre la fumée plus compacte pour qu'elle présente une structure plus rugueuse. La surface résultante provoque l'étalement du produit de condensation par effet de mèche. On a découvert que la répartition uniforme de la dose ou du produit de condensation abaisse la température de couleur, par suite de l'élargissement et de l'auto-inversion de la raie du sodium par la pression, et parce qu'il agit également comme un filtre corrigeant la couleur.

La suite de la description se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

Fig. 1, une lampe à arc à halogénures métalliques mi-

niature, conforme à l'invention ;

Fig. 2, le schéma du procédé de dépôt de fumée à l'intérieur du tube à arc,

Figs.3 et 5 des photographies agrandies de lampes à arc à halogénures métalliques miniatures, dans des conditions de fonctionnement, la première ne comportant pas le revêtement favorisant la formation et l'étalement d'un film conforme à l'invention et la dernière le comportant ;

Fig. 4, un croquis reproduisant à grands traits les principaux caractères de la photographie de la Fig. 3 ; et

Fig. 6, un diagramme chromatique comparant les performances de la lampe, avec et sans le revêtement favorisant la formation et l'étalement d'un film.

On a représenté Fig. 1 un tube à arc miniature 1 dont la partie centrale constituée par l'ampoule 2 porte une couche superficielle interne 3 provoquant l'étalement par capillarité du produit de condensation liquide en un film conformément à l'invention. On peut former l'ampoule 2 par dilatation d'un tube de quartz, d'une manière connue, puis on dépose ensuite à l'intérieur de l'ampoule, une fumée d'un oxyde de métal approprié, par exemple de  $\text{SiO}_2$ .

On produit avantageusement la fumée de silice par combustion du chlorotriméthylsilane dans une flamme d'oxygène-gaz. Si on se réfère à la Fig. 2, représentant un montage approprié pour une utilisation en laboratoire, on introduit le gaz d'illumination par le tube 3 et on le fait barboter dans le chlorotriméthylsilane liquide 5 dans le béccher bouché 6. Le gaz entraîne la vapeur de chlorotriméthylsilane à l'extérieur par le tube 7 traversant le raccord en T 8 et le tube externe 9. On introduit de l'oxygène par le tube latéral 11 au raccord en T, et il pénètre ensuite dans le conduit annulaire entre le tube externe 9 et la conduite interne 7. Le tube externe 9 pénètre par le col 12 dans l'ampoule 2 du tube à arc. On allume le gaz d'illumination et le chlorotriméthylsilane qui brûlent dans l'oxygène en produisant une petite flamme 13. Pour l'ampoule représentée, on règle le débit du gaz de manière à ce que la taille de la flamme soit comprise entre environ 2 et 3 millimètres.

Les produits de combustion sont constitués par de la vapeur d'eau et par une fumée blanche de  $\text{SiO}_2$  qui recouvre l'intérieur de l'ampoule ; on fait tourner l'ampoule et on lui donne un mouvement de va et vient axial lorsqu'on la recouvre  
5 intérieurement de fumée pour obtenir un revêtement uniforme.

Lorsqu'on l'a recouverte intérieurement de fumée, on chauffe immédiatement l'ampoule pour entraîner à l'extérieur la vapeur d'eau qui pourrait endommager le film de fumée fragile. On chauffe ensuite de l'extérieur l'ampoule recouverte  
10 de fumée au chalumeau pour fritter partiellement le film dans la paroi de l'ampoule et rendre la fumée plus compacte pour qu'elle présente une structure plus rugueuse. Il faut surveiller étroitement la température de l'ampoule pendant le chauffage au chalumeau puisqu'une flamme trop chaude fon-  
15 drait complètement la fumée dans la paroi de silice fondue, tandis qu'une flamme trop froide ne produisait pas la densification et la fixation voulue. On utilise ensuite l'ampoule revêtue dans un tube à arc, de manière connue.

Un revêtement d'alumine présente l'avantage supplémentaire, par rapport au revêtement de silice d'être plus facilement mouillé par la dose d'halogénures métalliques. On a appliqué ce type de revêtement en produisant alternativement des fumées de silice et d'alumine à l'intérieur de l'ampoule de quartz. On a produit la fumée de silice par focalisation  
25 d'un rayon laser au bout d'une tige de silice insérée dans l'ampoule par un col. On projetait avantageusement le rayon laser à travers l'autre col. Puis on a remplacé la tige de silice par une tige d'alumine et on a produit de la fumée d'alumine de la même manière. De cette manière, on fixait  
30 fortement l'alumine à la paroi lors du frittage ultérieur, la silice servant apparemment de liant. La fumée d'alumine, utilisée seule, forme après le frittage une croûte qui manque d'adhérence. Le revêtement d'alumine change la nature chimique de la surface d'une manière qui favorise le mouillage  
35 et la formation d'un film lorsqu'elle est mise au contact d'un halogénure métallique comme l'iodure de sodium.

Dans la lampe finie représentée Fig. 1, on a fait les scellements en écrasant grace à un ramollissement thermique,

et si on le souhaite, en s'aidant du vide, le quartz des  
cols 12, 12' sur les parties foliées en molybdène 14, 14'  
des montages électrodes-fils d'amenée de courant. Les conduc-  
teurs 15, 15' soudés aux parties foliées se prolongent à  
5 l'extérieur des cols tandis que les tiges des électrodes 16,  
16' soudées aux côtés opposés des parties foliées pénètrent  
à travers les cols à l'intérieur de l'ampoule. La lampe est  
destinée à fonctionner en courant continu et la tige 16'  
terminée par une perle 17 suffit pour constituer l'anode.  
10 La cathode comprend une spirale creuse de tungstène 18 ajus-  
tée sur l'extrémité de la tige 16 et se terminant, à son ex-  
trémité distale, par une masse ou capuchon 19 que l'on peut  
former en refondant quelques tours de la spirale.

Un tube à arc à halogénures métalliques classique des-  
15 tiné à une lampe de 35 watts peut présenter un diamètre  
d'ampoule d'environ 0,7 cm et un volume de décharge compris  
entre environ 0,1 et 0,15 centimètres cube. Un remplissage  
approprié pour l'enveloppe comprendra de l'argon ou un autre  
gaz inerte à une pression de plusieurs dizaines de torrs,  
20 servant de gaz d'amorçage, et une charge constituée par du  
mercure et par les halogénures métalliques NaI,  $\text{ScI}_3$  et  
 $\text{ThI}_4$ . On peut introduire la charge dans le tube à arc par  
un des cols avant de le sceller sur la seconde électrode.  
On monte habituellement le tube à arc représenté à l'inté-  
25 rieur d'une ampoule protectrice externe (non représentée)  
comprenant un culot aux contacts duquel sont reliés les  
fils d'amenée de courant 15, 15'.

La couche de fumée frittée à l'intérieur de l'ampoule  
2 exerce un effet de mèche qui permet l'étalement de la do-  
30 se ou du produit de condensation liquide sous la forme d'un  
film continu.

On pourra facilement constater l'efficacité de la cou-  
che en comparant la Fig. 3 où l'ampoule ne comporte pas de  
couche de fumée frittée avec la Fig. 5 où cette couche est  
35 présente. Les deux figures sont des photographies des ima-  
ges produites sur un écran en focalisant la lumière émise  
par les lampes en fonctionnement à travers une lentille  
convergente.



Dans la Fig. 3 où il n'y a pas de couche, le produit de condensation ne forme pas un film continu mais il forme au contraire des gouttelettes discrètes qui ont tendance à persister. Certaines gouttelettes grossissent, lorsque davantage de produit de condensation rejoint la masse, comme par exemple les gouttelettes 21 et 22 représentées Fig. 4. Le poids d'une grosse gouttelette peut éventuellement la faire rouler vers le bas le long de la paroi, à l'extrémité du tube. La vaporisation soudaine de la gouttelette, si elle touche la tige chaude de l'électrode peut provoquer un éclair rougeâtre, et le déplacement des gouttelettes peut provoquer un certain vacillement.

Dans la Fig. 5, où on a utilisé une couche de fumée de silice conformément à l'invention, un film de condensation continu recouvre pratiquement toute la surface interne de l'ampoule. Les grosses gouttelettes de condensation se sont réparties dans le film. Le film améliore la vaporisation de la dose, ce qui entraîne la diminution voulue de la température de couleur.

Dans la Fig. 6, on a indiqué la grandeur et le sens du déplacement du spectre émis, au moyen des coordonnées trichromatiques ICI. Les deux cercles hachurés représentant la moyenne ou la gamme de variation de la réponse spectrale, à deux niveaux de puissance, de 18 watts et 35 watts, pour des lampes du type représenté Fig. 1, mais ne comportant pas de moyen favorisant la formation d'un film de condensation liquide. La réponse spectrale d'une lampe comportant un revêtement de fumée de silice frittée est représentée par les deux points à l'intérieur d'un triangle et on a également indiqué les rendements lumineux correspondants. La ligne courbe en traits pleins représente, d'une manière classique, le lieu géométrique du corps noir, et les lignes inclinées moins appuyées, les lieux géométriques correspondants des températures de couleur de 4000° K, 3500° K et 3000° K. Le déplacement de la réponse spectrale vers la droite le long du lieu géométrique du corps noir vers une température de couleur plus basse provoqué par le revêtement est particulièrement évident pour une faible puissance. Pour

une faible puissance, la température de couleur a tendance à être trop élevée à cause de la pression inadéquate de la vapeur d'iodure de sodium. Le déplacement indiqué vers une température de couleur plus basse est plus prononcé au niveau plus bas, lorsqu'il est le plus nécessaire.

Le déplacement provient de l'élargissement et de l'auto-inversion par la pression de l'émission du sodium, et le film d'halogénure réparti uniformément se comporte également comme un filtre corrigeant la couleur.

Dans des lampes comportant le film continu de dose liquide à l'intérieur de l'enveloppe, que la présente invention rend possible, le vacillement disparaît complètement pendant l'amorçage - lorsqu'on coupe le courant, la dose d'halogénures répartie se condense et cristallise sur toute la surface intérieure de l'ampoule. Lorsqu'on rallume ensuite la lampe, la fusion et la vaporisation se produisent régulièrement et uniformément et le film de condensation liquide se reforme promptement.

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

1 - Lampe à décharge à vapeurs métalliques de haute intensité comprenant une enveloppe scellée dont les parois transmettent la lumière, des électrodes (16, 16') supportant une  
5 décharge à l'intérieur de l'enveloppe, et un remplissage, à l'intérieur de l'enveloppe produisant une vapeur dans laquelle une décharge électrique produit de la lumière, le remplissage comprenant une dose de sels métalliques en une quantité supérieure à la quantité vaporisée pendant le fonctionnement de la lampe cette dose étant liquide à la température des parois à l'intérieur de l'enveloppe pendant le  
10 fonctionnement, lampe caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen associé à la surface intérieure des parois de l'enveloppe pour favoriser la formation et l'étalement d'un film de condensation liquide sur celle-ci.

2 - Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen favorisant la formation d'un film permet à la somme de l'énergie superficielle à l'interface paroi-dose liquide et de l'énergie superficielle à l'interface dose  
20 liquide-vapeur d'être inférieure à l'énergie superficielle à l'interface paroi-vapeur.

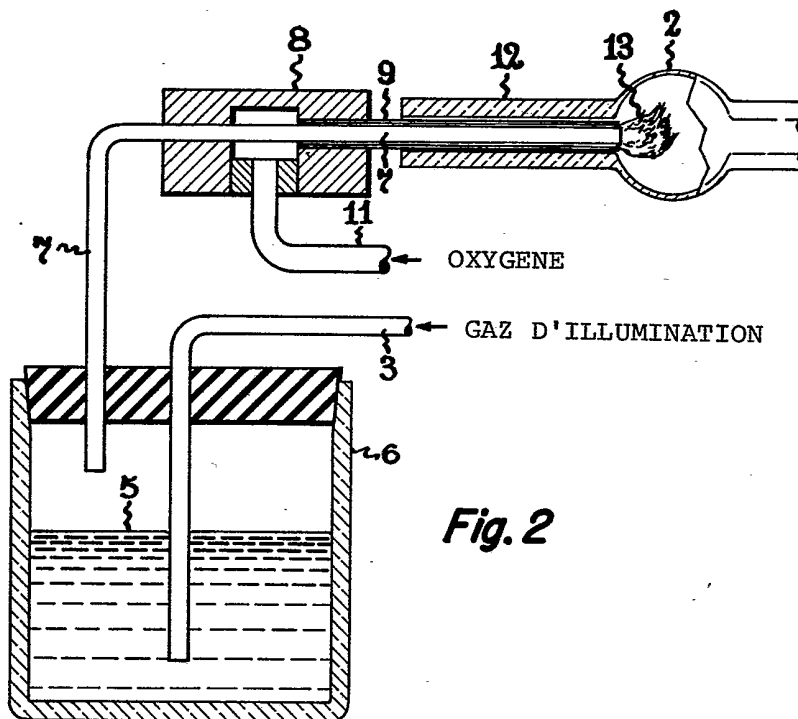
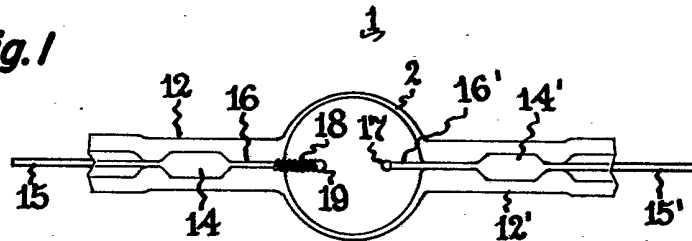
3 - Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen favorisant la formation d'un film est une couche superficielle qui augmente la surface spécifique intérieure de l'enveloppe.  
25

4 - Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen favorisant la formation d'un film est un revêtement de la surface intérieure de l'enveloppe qui présente sur sa partie apparente, une surface spécifique qui diminue lorsqu'un film liquide se forme sur lui.  
30

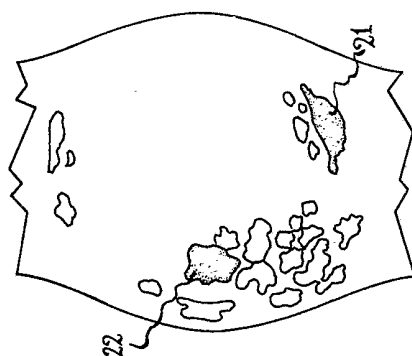
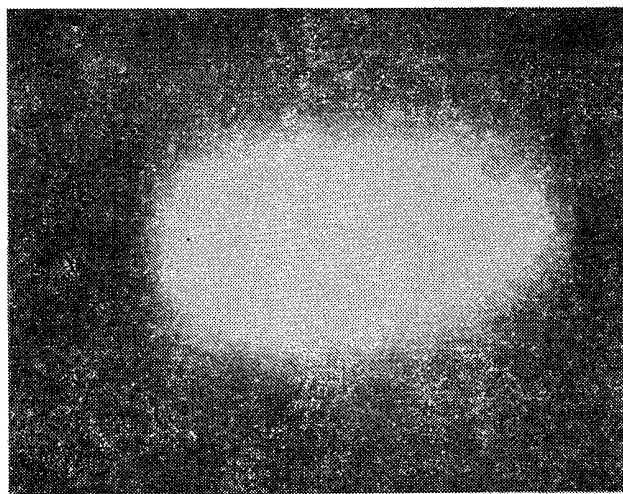
5 - Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen favorisant la formation d'un film est un revêtement de particules fines d'oxyde réfractaire adhérent à la surface intérieure de l'enveloppe.

35 6 - Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen favorisant la formation d'un film est un revêtement produit en amenant une fumée de particules d'oxyde réfractaire en contact avec la surface intérieure de l'en-

veloppe pour qu'elle y forme un film, et en frittant ensuite partiellement le film pour le rendre plus compact, pour qu'il présente une structure plus rugueuse, et pour améliorer son adhérence à l'enveloppe.

**Fig. 1****Fig. 2**

*Fig. 5*



*Fig. 4*

*Fig. 3*

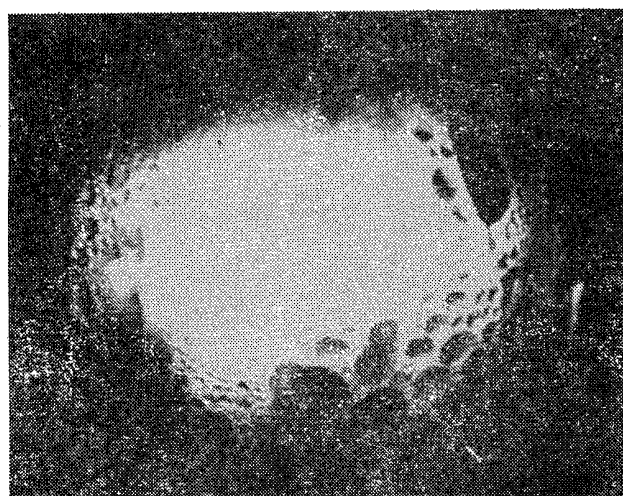


Fig. 6

