



19

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério da Indústria e do Comércio
Instituto Nacional da Propriedade Industrial



<p>12 PEDIDO DE PRIVILÉGIO</p>	<p>A</p>	<p>11 21 Número: PI 8701083 22 Data do depósito: 20.02.87</p>
<p>30 Prioridade unionista: 32 Data 33 País 31 Número</p>	<p>51 Int. Cl. 4 G 01 N 27/72 G 01 N 21/31</p>	
<p>43 Data da publicação do pedido: (RPI) 08.12.87 (RPI Nº 894) 46 Data da Publicação das reivindicações</p>	<p>54 Título: Câmara fotoacústica aberta com transdutor transparente à radiação eletromagnética</p>	
<p>71 Depositante: Universidade de São Paulo (BR/SP) 72 Inventor(es): Michel André Aegerter 74 Procurador: Custódio de Almeida & Cia. Ltda.- Av. Indianópolis, 1888-SP</p>	<p>80 Pedido Depositado via PCT - Referências: 85 Data do início da fase nacional: 86 Pedido internacional Número: Idioma: Data: 87 Publicação Internacional: Número: Idioma: Data: 81 Países designados: 82 Países eleitos: Comunicado pela RPI nº de</p>	
<p>23 Complementação da Garantia de Prioridade Data:</p>	<p>62 Desdobramento (origem) Nº Data:</p>	
<p>57 Resumo:</p>		

RELATÓRIO DESCRITIVO DA PA
TENTE DE INVENÇÃO "CÂMARA FOTOACÚSTICA ABERTA COM
TRANSDUTOR TRANSPARENTE À RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA"

05 O objetivo da presente in
venção é apresentar um novo tipo de câmara fotoacús
tica aberta que possui como componente fundamental '
um transdutor transparente à radiação eletromagnéti
ca.

10 A câmara fotoacústica aber
ta apresenta como vantagem, em relação à câmara fe
chada, o fato de permitir análise de amostras "in vi
vo", ou seja, é possível por exemplo, proceder-se à
análise espectroscópica da folha de uma planta sem
que , para isto, seja necessário remover-se a folha
15 da planta ou proceder-se à análise espectroscópica '
de pele de ser humano e animais sem que, para isto,
seja necessário removê-la do ser humano e animais.

20 Com esta câmara fotoacústi
ca a amostra fica em contato direto com um detetor
transparente à radiação eletromagnética incidente. O
detetor é do tipo piezo e/ou piro-elétrico. Ele con
verte os sinais originados devido a absorção de radi

Sumário

radiação eletromagnética pela amostra em sinais elétricos que são, a seguir, processados eletronicamente.

Utilizando transdutor transparente à radiação eletromagnética, a nova câmara elimina um problema sério quando se trabalha com câmaras fotoacústicas abertas, com transdutor piezoelétrico, não transparentes, que é o espalhamento da radiação e a luminescência (emissão de luz após excitação), produzida pela amostra. A radiação espalhada e a luminescência, atingindo o transdutor, produzem sinais espúrios de intensidade elevada que, muito frequentemente, mascaram o sinal fotoacústico.

As aplicações da câmara fotoacústica aberta com transdutor transparente à radiação são aquelas típicas das câmaras fotoacústicas abertas em que se deve analisar amostras "in vivo", nas condições em que elas se encontram, uma vez que a remoção delas do lugar onde estão não é possível (por exemplo, pele humana ou de animais) ou poderia acarretar problemas devido ao seu tamanho ou pelo fato dessas amostras sofrerem rápida deterioração. A nova câmara pode ser colocada junto a uma amostra de difícil acesso, utilizando-se um cabo de fibra ótica coerente ou não, para transmitir a luz da fonte de excitação. Isto permitiria, por exemplo, analisar espectroscopicamente um líquido contido dentro de um recipiente.

30103

Estado da técnica: Os três mais importantes tipos de câmara fotoacústica aberta foram propostos por Helander¹, Mc Queen² e por Poullet e Chambron³.

05. A câmara fotoacústica aberta proposta por Helander, denominada de câmara fotoacústica com janela acústica é mostrada esquematicamente na Fig. 1, onde se vê:

- a) Feixe de excitação
- b) Região 1 - safira
- c) Região 0 - amostra
- d) Material piezoelétrico
- e) Terminais dos eletrodos (saída do sinal)

10. Ela possui uma janela fina de safira sobre a qual é colocada a amostra a ser analisada. Luz modulada entra na câmara através da janela e incide na amostra. A temperatura da amostra é momentaneamente aumentada em virtude da absorção de luz. O calor gerado na amostra difunde-se para a safira que em decorrência disso, sofre uma expansão de volume e exerce pressão em um cristal piezoelétrico acoplado lateralmente ao suporte de safira. O sinal elétrico do cristal piezoelétrico é, então, processado utilizando-se um amplificador tipo "lock-in".

25. Uma dificuldade prática com esta câmara relaciona-se à montagem do cristal piezoelétrico contra a safira, com a pressão apropriada.

30100

ada. A câmara proposta por D. H. Mc Queen² supera esta dificuldade. O seu desenho esquemático é mostrado na Fig. 2, onde se vê:

- a) Safira
- b) Película metálica
- c) Cristal piezoelétrico
- d) Aneis de contato
- e) Saída de Sinal
- f) Feixe de excitação

O cristal piezoelétrico, em forma de anel, e a safira são montados conforme mostra a Fig. 2. O cristal piezoelétrico possui um diâmetro interno de 5 mm, um diâmetro externo de 10mm e uma espessura de 2 mm. Ele é axialmente polarizado e seus contatos metálicos são nas faces planas. Em uma expansão a safira produz forças de cisalhamento no cristal piezoelétrico, sendo estas forças simétricas radialmente. O lado inferior da safira é metalizado, exceto de um círculo de 5 mm do diâmetro em seu centro, para que os contatos elétricos possam ser feitos. Dois aneis de latão fazem o contato elétrico entre a safira e o cristal piezoelétrico.

A luz incide na direção da parte inferior para a parte superior da câmara, conforme mostrado na Fig. 2, sendo concentrada em uma área ativa de diâmetro 5 mm. A amostra no lado superior da safira absorve a luz e sofre um processo de

38701093

de-excitação não radioativo que se manifesta na forma de calor. Parte deste calor difunde-se para a sáfira que se expande e produz, em consequência, forças no cristal piezoelétrico em anel. O sinal elétrico produzido por este é, então, processado por um amplificador "lock-in".

Poulet e Chambrom³ descreveram uma câmara fotoacústica aberta com microfone para medidas "in vivo" da absorção ótica da pele. O desenho da câmara é mostrado na Fig. 3, onde se vê:

- a) Guia de luz
- b) Microfone
- c) Corpo de alumínio
- d) Célula de referência
- e) Célula de medida
- f) Saída

Conforme se observa na Fig 3, a câmara fotoacústica é do tipo diferencial e o volume de ar delimitado pela câmara e pela amostra analisada, deve ser perfeitamente selado para se obter o sinal fotoacústico.

Descrição técnica detalhada: O desenho da câmara fotoacústica aberta com transdutor transparente à radiação é mostrado na Fig 4, sendo esta constituída pelas seguintes partes básicas:

- a) Fibra ótica

301003

b) Suporte para um cabo de fibra ótica coerente ou não

c) Corpo da câmara

d) Isolação elétrica

e) Fio

f) Transdutor transparente à radiação eletromagnética

g) Anel para contato elétrico do transdutor

O corpo da câmara (c) possui um conector tipo BNC ou equivalente.

O transdutor (f) é um elemento piezo - piroelétrico constituído por material transparente à radiação eletromagnética na faixa do infravermelho próximo ao ultra violeta próximo.

A transparência do transdutor à radiação utilizada constitui a característica fundamental da nova câmara. Quando se utiliza transdutores não transparentes à radiação como os utilizados na câmara de Hellander¹ e Mc Queen², mesmo colimado o feixe de luz para que não atinja o transdutor, há um problema sério, decorrente da radiação espalhada e emitida pela amostra. A radiação espalhada ou emitida pela amostra atinge diretamente o transdutor e gera nele sinais espúrios altos que, frequentemente, mascaram o sinal fotoacústico gerado devido a absorção, pela amostra, da radiação eletromagnética.

30701003

Utilizando transdutor

transparente à radiação e sem emissão luminescente, a radiação espalhada pela amostra também chega ao transdutor, mas este não produz sinal elétrico por ser transparente à radiação. Especificamente, na câmara que montamos, utilizamos transdutores transparentes de quartzo cristalino, niobato de lítio (LiNbO_3) cristalino e de sulfato de triglicina (TGS) cristalino.

O anel para contato elétrico do transdutor foi feito de latão, possuindo diâmetro interno de 8 mm, diâmetro externo de 14,5 mm e espessura de 2 mm. Ele foi montado e cuidadosamente isolado do corpo da câmara. Uma das faces do transdutor transparente à radiação foi eletricamente conectada ao anel. A outra face foi conectada ao corpo da câmara (terra).

O suporte para o cabo de fibra ótica constitui-se em um anel, mecanicamente ligado ao corpo da câmara, com diâmetro de 9 mm, diâmetro externo de 16 mm e espessura de 6 mm. Conforme mostrado na Fig. 4, ele possui rosca externa para que um cabo de fibra ótica possa a ele ser conectado.

A mola é conectada ao corpo da câmara. Sua função é a de pressionar mecanicamente a amostra ao transdutor transparente à radiação quando for necessário.

38701083

A amostra-sólida que se de-
seja analisar é colocada em contato térmico com o
transdutor, atrás deste, conforme ilustra a Fig. 5,
onde se vê:

F- Uma fonte de radiação e
letromagnética

M- Monocromador

C- Um chopper

T- Um transdutor transparen-
te

A- A amostra sólida a ser a
nalizada

S- Uma mola que preciona a
amostra ao transdutor

F e M são uma fonte conti-
nua de radiação eletromagnética, modulada periódica-
mente pelo chopper C. A radiação atravessa o transdu-
tor transparente T, sendo parcialmente absorvida pe-
la amostra A. A Fig. 6 mostra esquematicamente a mon-
tagem para medidas espectroscópicas de amostras lí-
quidas, onde F é uma fonte de radiação eletromagnéti-
ca, C um chopper, M um monocromador, T um transdutor
transparente à radiação, R um recipiente contendo a
amostra líquida A_L . A absorção da radiação eletromag-
nética, modulada, aquece periodicamente a amostra. '
Como esta se encontra em contacto térmico com o
transdutor transparente, há um fluxo de calor periód-
ico da amostra para o transdutor, que produz o aque-

301003

cimento periódico do transdutor. Em consequência há uma variação periódica das dimensões do transdutor e portanto, haverá o surgimento de um sinal elétrico periódico através das suas faces. O sinal elétrico produzido pelo transdutor é, então, processado eletronicamente por um amplificador "lock-in".

A magnitude do sinal elétrico produzido é proporcional a intensidade da radiação eletromagnética absorvida pela amostra.

A câmara fotoacústica com transdutor transparente à radiação pode também operar quando a radiação é pulsada. Neste caso o sinal elétrico é medido com um osciloscópio ou com um registrador.

Testes Realizados e Resultados Obtidos:

a) Com transdutor de Niobato de Lítio

A câmara fotoacústica aberta com transdutor transparente à radiação eletromagnética foi inicialmente testada in vitro com uma amostra negra de carbono em contato térmico com o transdutor transparente à radiação. A Fig. 7 mostra o espectro do carbono não normalizado na região do UV-visível, utilizando-se resolução do monocromador de 9,6 mm e frequência de modulação (chopper) de 6,47 Hz.

A Fig. 8 mostra a resposta

357003

da câmara em função da potência da radiação eletromagnética incidente sob as seguintes condições experimentais: $\lambda = 915 \text{ nm}$; frequência = 6,47 Hz. A potência da radiação eletromagnética foi medida com um detector com PZT calibrado, com responsividade de 345 mV/W. Conforme se pode observar pela Fig. 8, a resposta da câmara fotoacústica com transdutor transparente à radiação eletromagnética é linear e proporcional à potência da radiação incidente em uma faixa de pelo menos 3 ordens de grandeza. A relação sinal/ruído é excelente, permitindo medidas com potência de radiação incidente de até 10^{-7} W (neste caso, a relação sinal/ruído é igual a 1, com largura de banda de 1 Hz).

A Fig. 9 mostra os resultados de medidas in vivo (linha tracejada) utilizando-se um espectrômetro de duplo feixe (correção da variação da intensidade espectral devido a variação da intensidade da fonte de radiação eletromagnética incluída) feitas em folhas verdes da "Polypodium Adiantum" utilizando-se a frequência de chopper de 27,5 Hz e resolução espectral de 9,6 nm. O espectro foi feito com a folha ainda ligada à planta. Pela Fig. 9 pode-se fazer uma comparação com o espectro realizado in vitro (linha contínua) da folha verde já retirada da planta. Ambos os sinais são similares e possuem um comportamento espectral análogo àquele observado por Rosençwaig⁴, Merle et al⁵ e Veeranjaneyelu .

30701083

aberta.

Os protótipos utilizados não foram ainda atimizados e maiores sensibilidades podem ser obtidas, por exemplo, se se providenciar um melhor acoplamento térmico entre a amostra e o transdutor.

Referências Bibliográficas

1. P. Helander, J. Photoacoustics 1, 103 (1982)
2. D.H. Mc. Queen, J. Phys. E: Sci. Instrum. 16 738 (1983)
3. P. Poulet e J. Chambrom, J. de Phys., Colloque C6 413 (1983)
4. A. Rosencwaig, Advances in Electronics and Electron Physics, 46 (L. Marton, ed.), Academic Press New York (1978)
5. A. M. Merle; A. Cherqaqui and L. Brzezinski, Ed., Spectroscopie Photoacoustique, Third International Topical Meeting on Photoacoustic and Photothermal Spectroscopy, J. de Physique, Colloque C6, p. C6-361 (1983)
6. K. Veeranjanyulu and V.S.R. Das, J. of Experimental Botany, 33, 515 (1982).

REIVINDICAÇÕES

05 1- "Câmara fotoacústica aberta com transdutor transparente à radiação eletromagnética " caracterizada por ser constituída pelas seguintes partes básicas:

a)O corpo da câmara;

b)Um transdutor transparente à radiação;

10 c)Um anel para contato elétrico do transdutor;

d)Um suporte para um cabo de fibra ótica; e

e)Eventualmente uma mola.

15 2- "Câmara fotoacústica aberta com transdutor transparente à radiação", de acordo com a reivindicação um, caracterizada por utilizar um transdutor piezo-piroelétrico transparente à radiação eletromagnética na faixa espectral de interesse sendo que a amostra é colocada em contato térmico com o transdutor.

20

38701083

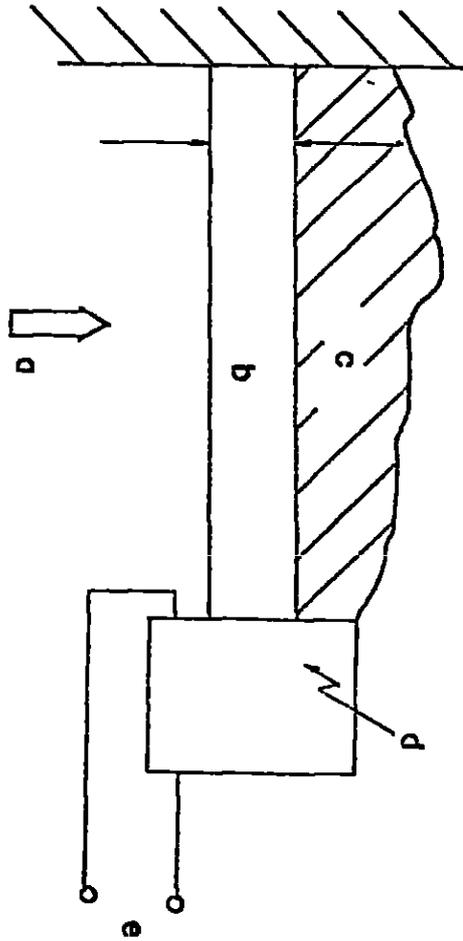


Fig. 1 a

PL-1

38701083

FI-2

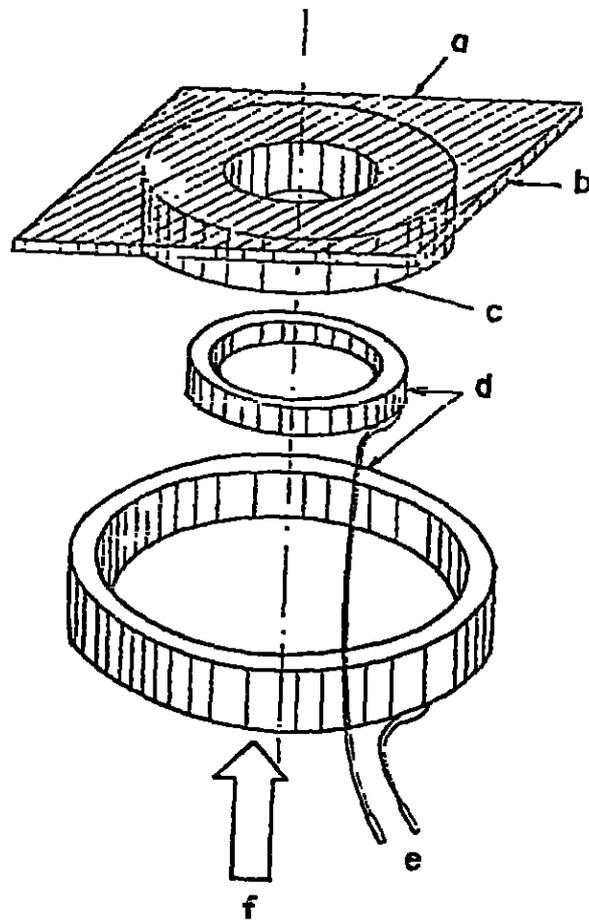


Fig. 2

38701083

Г1-3

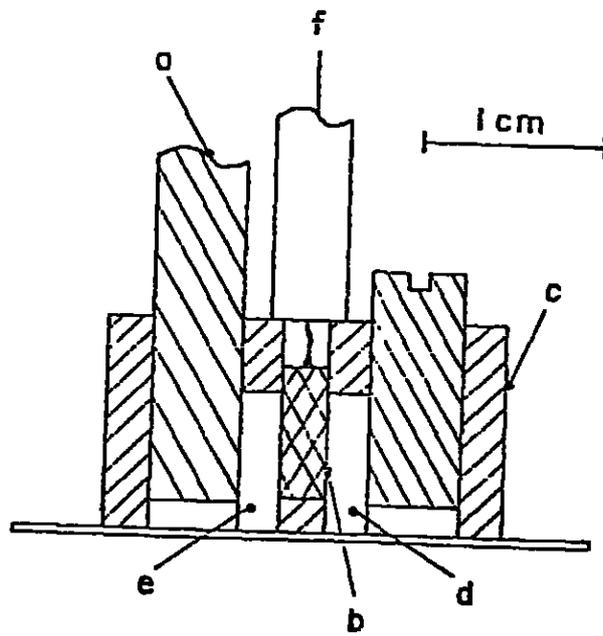


Fig. 3

3871083

FI-4

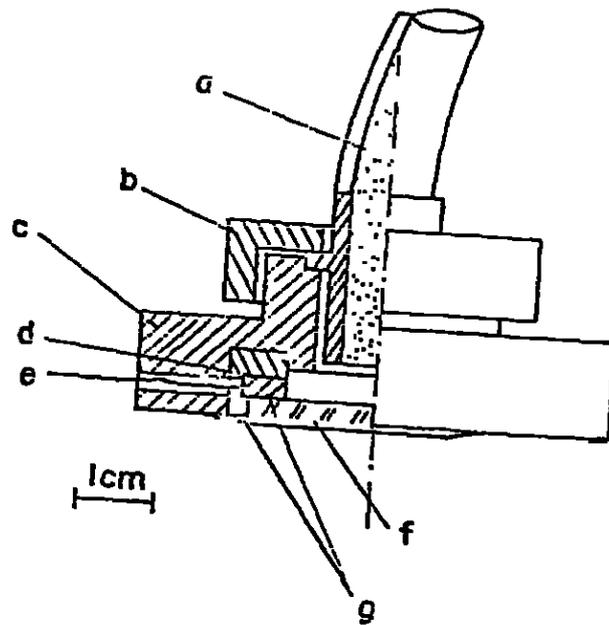


Fig. 4

35000

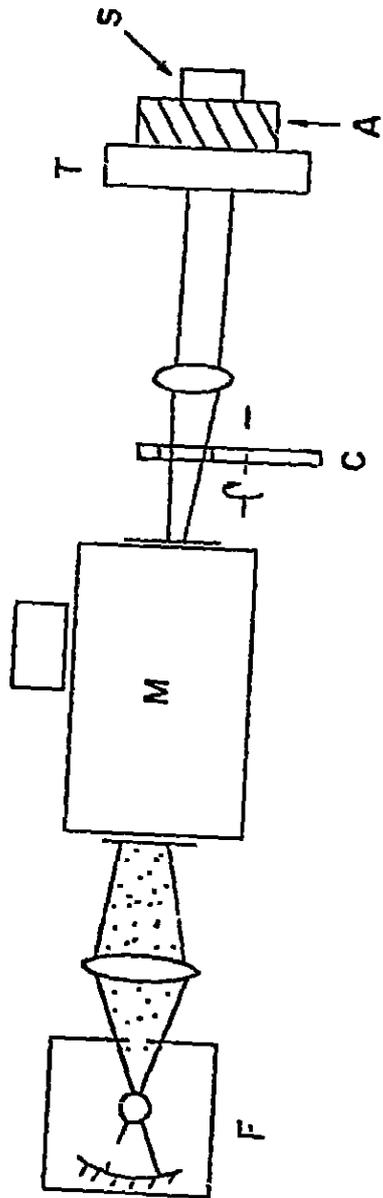


Fig. 5

387008

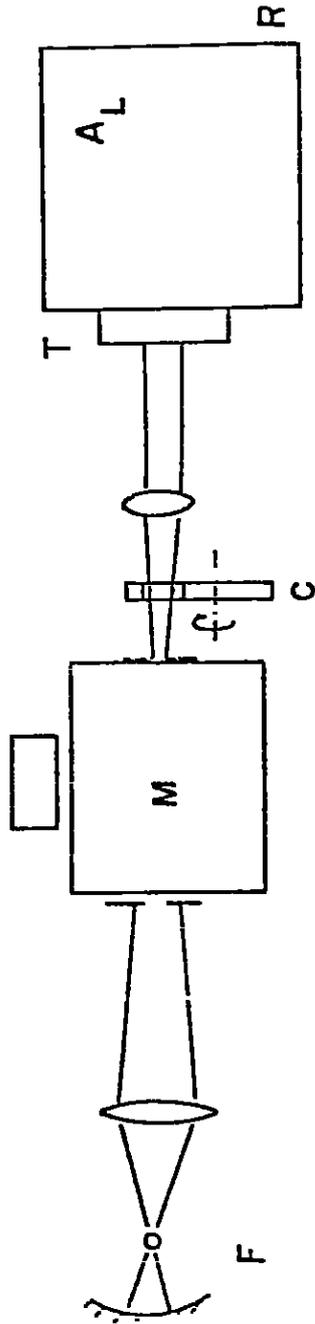


Fig. 6

20701083

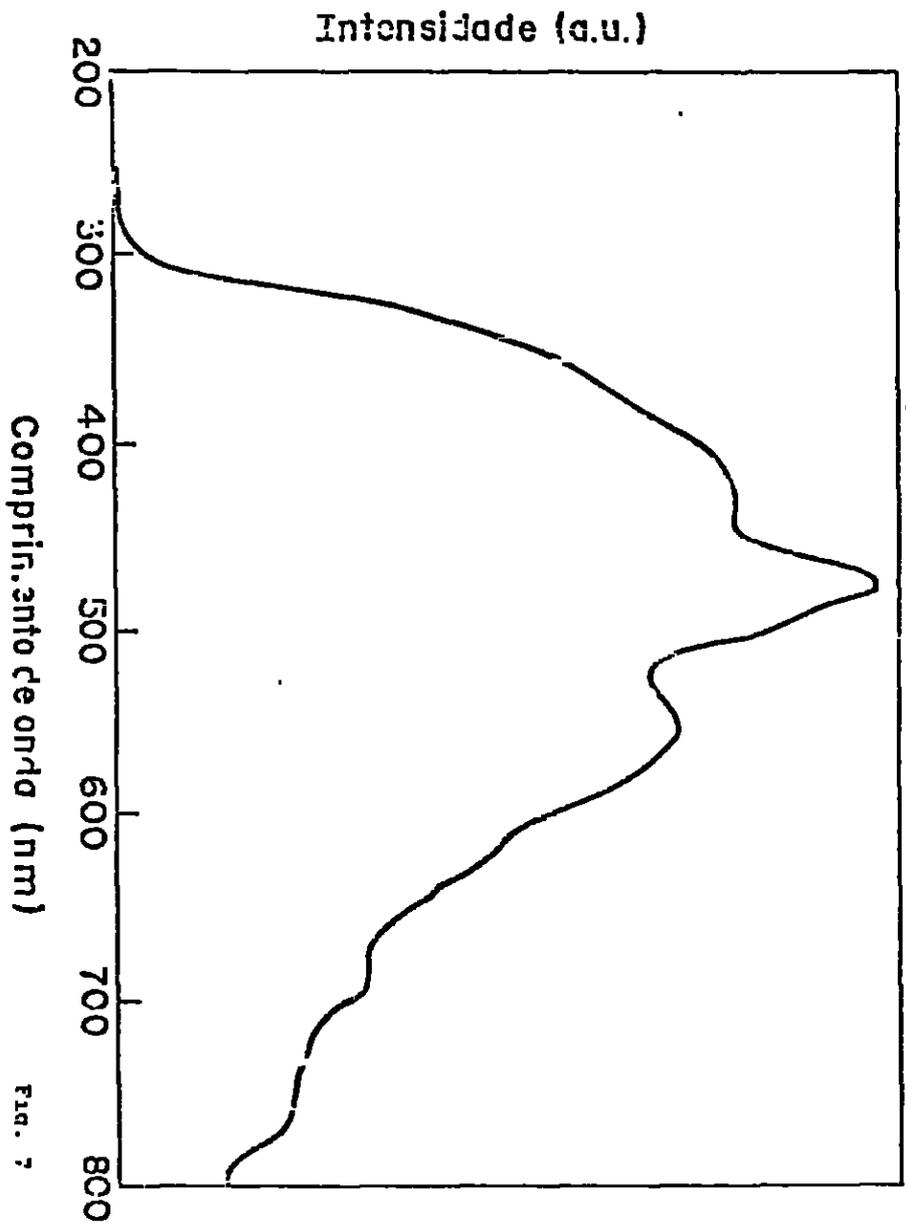


Fig. 7

38701083

PL-8

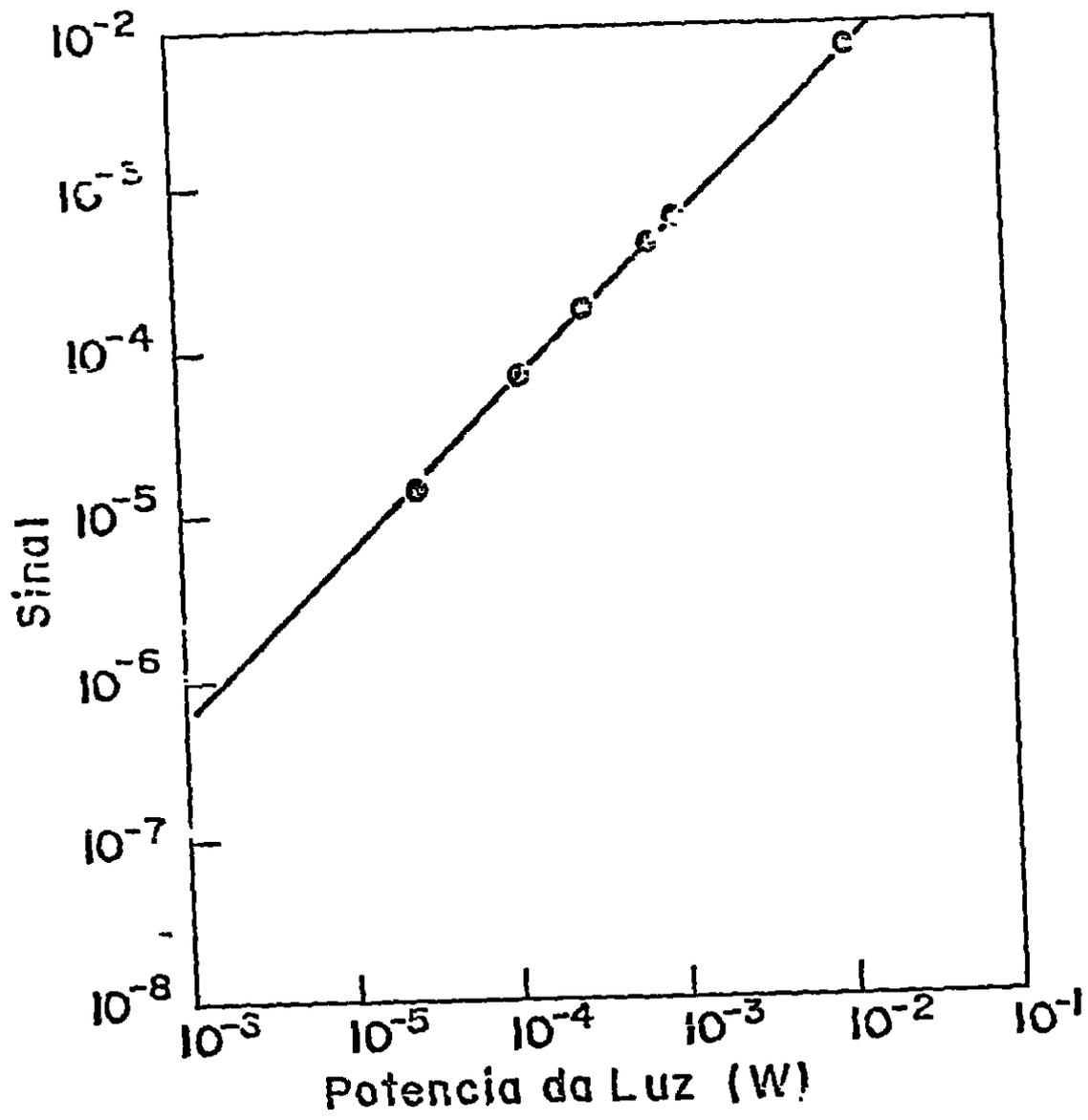
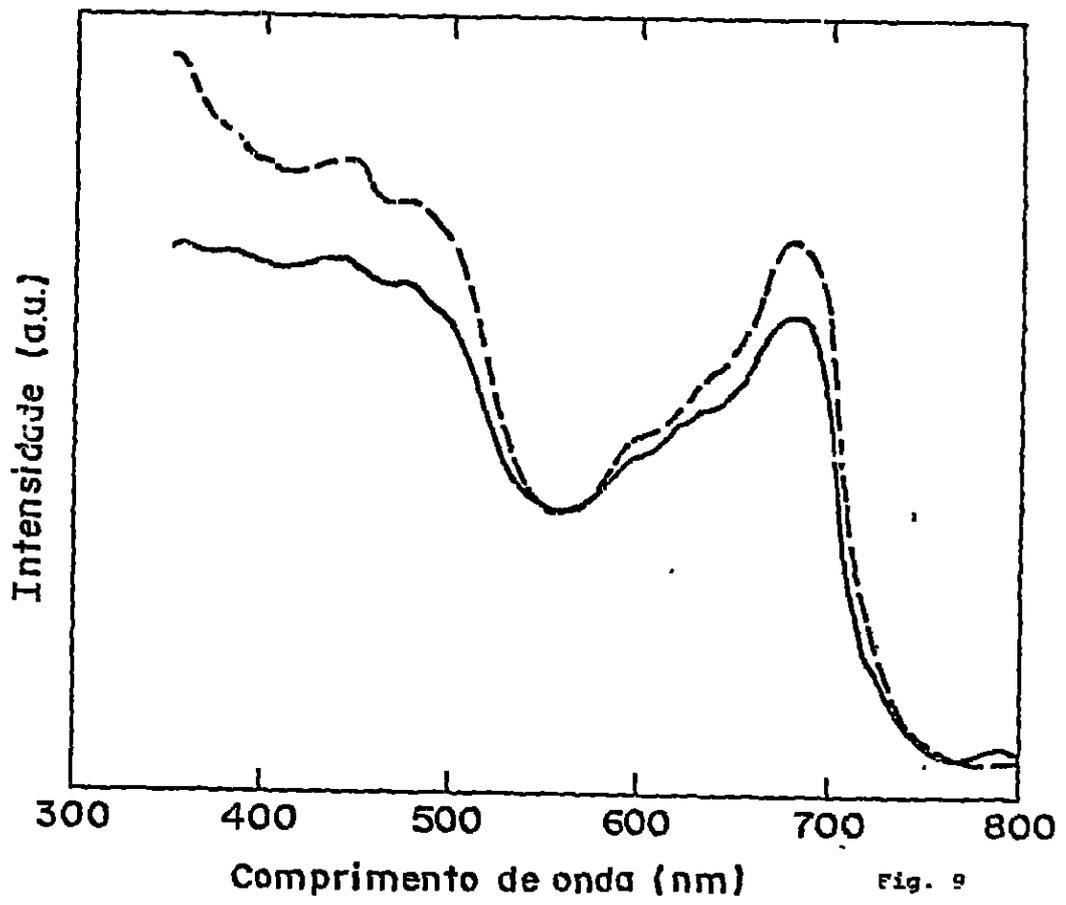


Fig. 8

20791093



RESUMO DA INVENÇÃO

Patente de Invenção "CÂMARA FOTOACÚSTICA COM TRANSDU
TOR TRANSPARENTE À RADIAÇÃO ELETPROMAGNÉTICA".

Descreve-se um novo tipo de câmara fotoacústica abe
rta que possui, como componente fundamental, um trans
dutor transparente à radiação eletromagnética. Ela é
constituída pelas seguintes partes básicas:

- a) O corpo da câmara
- b) Um transdutor transparente à radiação
- c) Um anel para contato elétrico do transdutor
- d) Um suporte para um cabo de fibra ótica
- e) Eventualmente uma mola para pressionar mecanica-
mente a amostra oa transdutor transparente

O transdutor utilizado é do tipo piezo-piroelétrico,
sendo transparente à radiação na faixa espectral de
interesse. A amostra é colocada em contato térmico
com o transdutor.