

MEMÓRIA DESCRITIVA
DA
PATENTE DE INVENÇÃO
No 95 432

NOME: CANON KABUSHIKI KAISHA, japonesa, com sede em 30-2, 3-
-chome, Shimomaruko, Ohta-ku, Tóquio, Japão

EPÍGRAFE: "Dispositivo de alimentação de gás e aparelho para
produção de uma película por deposição empregando o
mesmo"

INVENTORES: Nobuo Mikoshiba, Kazuo Tsubouchi, Kazuya Masu

Reivindicação do direito de prioridade (ao abrigo do artigo
4º da Convenção de Paris de 20 de Março de 1883):

Japão em 26 de Setembro de 1989 sob os nºs. 1-250025,
1-250026, 1-250027.

71 592
CFO 7067 PT
(MO/TF/nt)



PATENTE Nº. 95 432

"Dispositivo de alimentação de gás e
aparelho para produção de uma película
por deposição empregando o mesmo"

para que

CANON KABUSHIKI KAISHA, pretende obter
privilégio de invenção em Portugal.

R E S U M O

O presente invento refere-se a um dispositivo de alimentação de gás para alimentar um gás de partida para a formação de uma película por deposição, pelo processo da deposição química de vapor, caracterizado por compreender: um recipiente que tem um espaço para descarga de gás de partida que contém um composto organometálico, pela introdução de um gás portador, um meio de introdução de gás, ligado ao recipiente, e tendo uma pluralidade de aberturas de introdução de gás, para a introdução, no recipiente, do gás portador ou do gás de partida, para produzir o gás de partida; e um meio de aceleração da produção de gás para acelerar a produção do gás de partida.

MEMÓRIA DESCRITIVA

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

O presente invento refere-se a um aparelho para a produção de uma película de deposição e a um dispositivo de alimentação de gás. Em particular, o presente invento refere-se a um dispositivo de alimentação de gás que é adequado para a alimentação de um gás de partida, contendo um composto organometálico, ou similar, a um aparelho de deposição de película fina, pelo processo da deposição química de vapor (CVD).

Arte anterior relacionada

O processo da deposição química de vapor, usando um composto organometálico, é amplamente utilizado para a deposição de uma película fina ou de uma película fina semicondutora de metal dos grupos III-V. Os materiais organometálicos de partida, amplamente usados, o trimetilgálio (TMG) e o trimetilalumínio (TMA), são líquidos à temperatura ambiente. Pelo fluxo de um gás portador, tal como o argon, introduzido através de um tubo inserido no composto organometálico líquido, o composto organometálico líquido é transportado, num estado de vapor, para um recipiente reaccional, que constitui um espaço para a formação da película depositada.

A Fig. 7 ilustra um dispositivo convencional para transporte de um gás (gás de partida) contendo um composto organometálico. Um composto organometálico 2 está armazenado, num estado líquido, num recipiente metálico 1. Um gás portador 6, tal como argon, é soprado, na forma de bolhas, no líquido, através de um tubo metálico 41, inserido no composto organometálico 2. O composto organometálico arrastado pelas bolhas, num estado de vapor saturado, é transportado, como gás de partida 7, para um recipiente reaccional (que não se mostra) através de um tubo 42 que não está inserido no líquido. Por exemplo, com um tubo inserido 41, com um diâmetro de 6,35 mm e para um caudal de gás portador de 1 a 100 cm³/min (estado padrão) pode-se

transportar um composto organometálico, tal como o TMS e o TMA, numa quantidade correspondente à pressão de vapor saturado, no gás portador, que sai do tubo de saída 42.

Contudo, para melhorar a produtividade, nomeadamente para constituir um aparelho para a produção de uma película por deposição, que seja capaz de depositar uma película fina sobre uma pluralidade de substratos, simultaneamente, é necessária, correspondentemente, uma grande quantidade de gás de partida. Se se introduz um grande caudal de gás portador, tal como 1 a 10 l/min., através de um tubo de metal 41, tal como se mostra na Fig. 7, o composto organometálico não estará suficientemente saturado nas bolhas e, assim, a quantidade do composto organometálico transportado não se tornará maior mesmo para um maior caudal do gás portador. Em particular, para um composto organometálico viscoso, as bolhas formadas pelo tubo de metal 41 tornam-se maiores em tamanho, provocando a pulsação de fluxo de gás descarregado, ou, num caso extremo, as bolhas podem-se juntar para formar um percurso tubular de fluxo de gás que atinge a fase gasosa acima da superfície líquida. Por exemplo, com um tubo de metal 41 possuindo 6,35 mm de diâmetro, o percurso do fluxo de gás portador pode ser modificado, para um caudal de cerca de 100 cm³/min., da forma de bolhas para uma forma tubular, resultando numa não proporcionalidade entre a quantidade de composto organometálico e a quantidade de gás portador.

Deste modo, para o transporte com um caudal elevado, pode-se considerar o uso de uma pluralidade de recipientes para o composto organometálico. Por exemplo, para uma quantidade requerida de gás portador de 1 a 10 l/min., são necessários 10 a 100 recipientes, no pressuposto de que, por recipiente, se podem introduzir 100 cm³/min. do gás portador. Neste caso, podem estar envolvidos problemas relacionados com o aumento do tamanho do aparelho, com o aumento do custo e com complicações de manutenção.

Por outro lado, o Pedido de Patente Japonesa, acessível ao público, nº. sho-62-33769 descreve a perfuração de um certo



número de orifícios na extremidade do tubo metálico. Isto pode ser eficaz para um composto organometálico possuindo uma viscosidade baixa, tal como o TMG, mas pode não ser sempre eficaz para um composto organometálico possuindo uma viscosidade elevada.

O Pedido de Patente Japonesa, acessível ao público, nº. sho-62-207870 descreve a instalação de um gerador de ondas ultrassónicas possuindo um oscilador de magnetostricção num recipiente de metal orgânico. Num seu exemplo, insere-se, numa fase gasosa, um tubo metálico para a introdução de um gás portador. Contudo, não se pode esperar a produção de uma névoa pelo efeito ultrassónico, uma vez que um gás que causa cavitação está, geralmente, pouco contido. Ainda que na publicação da patente se encontre a descrição de que o tubo de metal, para a introdução de gás portador, possa ser inserido no composto organometálico, em compostos organometálicos viscosos não se pode esperar um efeito de cavitação suficiente, uma vez que as bolhas não são facilmente geradas para um caudal elevado de gás portador, tal como anteriormente se referiu.

Adicionalmente, para o caso de compostos organometálicos possuindo uma viscosidade baixa, tal como o TMG, o Pedido de Patente Japonesa, acessível ao Público, nº, sho-62-207870, anteriormente citado, mostra um método para transportar eficazmente o TMG, para um caudal elevado. Este método, contudo, não é tão eficaz para compostos organometálicos, tais como o DMAH, possuindo uma viscosidade elevada. Isto resulta de não se tomar qualquer medida, na introdução de gás portador, para a formação de bolhas muito pequenas no composto organometálico.

O Pedido de Patente Japonesa, acessível ao público, nº. sho-60-131973 descreve um método para vaporizar um composto organometálico líquido, compreendendo o borbulhar de um gás de modo a que o gás seja ejectado através de um dispositivo de formação de bolhas, possuindo uma pluralidade de orifícios de ejeção de gás na extremidade da zona de ejeção de gás. Contudo, mesmo com este



-5-

método, pode haver instabilidade da alimentação do composto organometálico gasoso, durante a vaporização de uma grande quantidade do composto organometálico para a rápida formação de uma película de deposição, uma vez que as bolhas, da grande quantidade de gás introduzida, se combinam, mutuamente, para formar bolhas maiores e provocam o espirrar do composto organometálico líquido pelo rebentar das bolhas maiores e da acumulação resultante do líquido num tubo de alimentação.

Tal como anteriormente se discutiu, não existe qualquer dispositivo de alimentação de gás, satisfatório para alimentação de uma grande quantidade de um gás de partida, usando um composto organometálico com uma viscosidade elevada.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um objectivo do presente invento é proporcionar um dispositivo de alimentação de gás e um aparelho para a produção de uma película de deposição, que não impliquem a desvantagem de aumento do tamanho do aparelho e que sejam capazes de transportar uma grande quantidade de gás de partida, mesmo com compostos organometálicos viscosos.

Outro objectivo do presente invento consiste em proporcionar um dispositivo de alimentação de gás e um aparelho para a formação de uma película de deposição, que sejam capazes de transportar uma grande quantidade de um hidreto de alquilalumínio, numa pureza elevada, adequados para conduzir, satisfatoriamente, à produção de uma boa película de deposição.

De acordo com um aspecto do presente invento, proporciona-se um dispositivo de alimentação de gás, para a alimentação de um gás de partida, para a produção de uma película de deposição, pelo processo da deposição química de vapor, compreendendo um recipiente com um espaço para descarga do gás de partida, contendo um composto organometálico, por introdução de um gás portador; meios de introdução de gás ligados ao recipiente e possuindo uma pluralidade de aberturas de introdução de gás, para a introdução do gás portador ou do gás de partida no recipiente,



-6-

para gerar o gás de partida; e meios de acelerar a produção de gás, para acelerar a produção do gás de partida.

De acordo com um outro aspecto do presente invento é proporcionado um dispositivo de alimentação de gás, para a alimentação de um gás de partida, para a produção de uma película de deposição pelo processo de deposição química de vapor, compreendendo, meios para armazenamento do composto organometálico, para descarga do gás de partida, contendo o composto organometálico, por introdução de um gás portador; uma pluralidade de membros de introdução de gás, para introdução do gás portador nos meios de armazenamento; e meios interruptores para ligar ou desligar as linhas de alimentação do gás portador, ligados a uma pluralidade de membros de introdução de gás, e para distribuir o gás portador através de uma linha de alimentação accionada.

Ainda de acordo com outro aspecto do presente invento, é proporcionado um dispositivo de alimentação de gás, para alimentação de um gás de partida, para a produção de uma película de deposição pelo processo de deposição química de vapor, compreendendo, meios de armazenamento do composto organometálico, para descarga do gás de partida, contendo o composto organometálico, por introdução de um gás portador; um elemento para introdução de gás, possuindo uma pluralidade de pequenas aberturas, para introdução do gás portador nos meios de armazenamento; e um oscilador ultrassónico disposto nos meios de armazenamento.

De acordo com um aspecto adicional do presente invento, é proporcionado um dispositivo de alimentação de gás, para alimentação de um gás de partida para a produção de uma película de deposição pelo processo da deposição química de vapor, compreendendo, um recipiente possuindo um espaço para descarga do gás de partida, contendo um composto organometálico, por introdução de um gás portador; e meios de injeção para injectar o composto organometálico, num estado de névoa, no recipiente.



-7-

Ainda de acordo com um aspecto adicional do presente invento é proporcionado um aparelho para a produção de uma película de deposição pelo processo da deposição química de vapor, compreendendo:

- (1) um dispositivo de alimentação de gás, compreendendo um recipiente possuindo um espaço para a introdução e descarga de um gás de partida, contendo um composto organometálico, para a produção de uma película de deposição com o auxílio de um gás portador; meios para a introdução de gás ligados ao recipiente e possuindo uma pluralidade de aberturas de introdução de gás, para a introdução do gás portador ou do gás de partida no recipiente, para gerar o gás de partida; e meios de acelerar a produção de gás, para acelerar a produção do gás de partida;
- (2) uma câmara de reacção, ligada ao dispositivo de alimentação de gás, para receber o gás de partida aí alimentado, e
- (3) meios de escape, ligados à câmara de reacção, para a purga da câmara de reacção.

Ainda de acordo com um aspecto adicional do presente invento, é proporcionado um aparelho para a produção de uma película de deposição, pelo processo da deposição química de vapor, compreendendo:

- (1) um dispositivo de alimentação de gás, compreendendo meios de armazenamento do composto organometálico para descarga do gás de partida, contendo o composto organometálico, por introdução de um gás portador, para a produção de uma película de deposição; uma pluralidade de elementos de introdução de gás, para introduzir o gás portador nos meios de armazenamento, e meios interruptores de gás para ligar ou desligar linhas de alimentação do gás portador à pluralidade de meios de introdução de gás e para distribuir o gás portador através da linha de alimentação accionada,
- (2) uma câmara de reacção, ligada ao dispositivo de alimentação



-8-

de gás, para receber o gás de partida aí alimentado, e

- (3) meios de escape ligados à câmara de reacção, para purga da câmara de reacção.

Ainda de acordo com um aspecto adicional da invenção é proporcionado um aparelho para a produção de uma película de deposição pelo processo da deposição química de vapor, compreendendo:

- (1) um dispositivo de alimentação de gás, compreendendo meios para armazenamento do composto organometálico, para descarga do gás de partida, contendo o composto organometálico, por introdução de um gás portador, para a produção de uma película de deposição; um elemento para introdução de gás, possuindo uma pluralidade de aberturas, para introdução do gás portador nos meios de armazenamento; e um oscilador ultrassónico instalado nos meios de armazenamento,
- (2) uma câmara de reacção, ligada ao dispositivo de alimentação de gás, para receber o gás de partida aí alimentado, e
- (3) meios de escape, ligados à câmara de reacção, para purga da câmara de reacção.

Ainda de acordo com um aspecto adicional do presente invento é proporcionado um aparelho para a produção de uma película de deposição pelo processo da deposição química de vapor, compreendendo:

- (1) um dispositivo de alimentação de gás: compreendendo, um recipiente possuindo um espaço para descarga do gás de partida, contendo um composto organometálico, por introdução de um gás portador, para a produção de uma película de deposição; e meios de injeccção para injectar o composto organometálico, num estado de névoa, no recipiente;
- (2) uma câmara de reacção, ligada ao dispositivo de alimentação de gás, para receber o gás de partida aí alimentado, e
- (3) meios de escape, ligados à câmara de reacção, para purga da



câmara de reacção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Fig. 1 é um diagrama esquemático ilustrando um exemplo do dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

A Fig. 2 é uma carta de escalonamento no tempo para explicar um método de condução do dispositivo.

A Fig. 3 é um diagrama esquemático ilustrando outro exemplo do dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

A Fig. 4 é um diagrama esquemático ilustrando ainda um outro exemplo do dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

As Figs. 5A e 5D são diagramas esquemáticos para explicar o mecanismo de formação selectiva, preferível, da película de deposição usando o dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

A Fig. 6 é um diagrama esquemático de um aparelho de produção de uma película de deposição ao qual o dispositivo de alimentação de gás do presente invento é aplicável.

A Fig. 7 é um diagrama esquemático de um aparelho de alimentação de gás, convencional.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA CONCRETIZAÇÃO PREFERIDA

Os dispositivos de alimentação de gás preferidos, do presente invento, são constituídos como a seguir se descreve.

O dispositivo de alimentação de gás do presente invento compreende um recipiente, possuindo um espaço para descarga do gás de partida, contendo um composto organometálico, por introdução de um gás portador; meios de introdução de gás ligados ao recipiente e possuindo uma pluralidade de entradas de gás, para a introdução do gás portador ou do gás de partida no recipiente, para gerar o gás de partida; e meios para acelerar a produção de gás, para acelerar a produção do gás de partida.

O dispositivo de alimentação de gás do presente invento é capaz de alimentar uma grande quantidade de um gás de partida,



-10-

estavelmente, usando uma pluralidade de aberturas para introdução de gás e meios de aceleração de produção de gás. O dispositivo de alimentação de gás do presente invento, é capaz de transportar uma grande quantidade de gás de partida, mesmo com um composto organometálico viscoso, sem provocar o problema do aumento desvantajoso da dimensão do aparelho.

O aparelho para a produção de uma película de deposição do presente invento compreende o dispositivo de alimentação de gás, anteriormente referido, uma câmara de reacção ligada ao dispositivo de alimentação de gás para receber o gás de partida aí alimentado, e meios de escape de gás, ligados à câmara de reacção, para a purga da câmara de reacção.

O aparelho para a produção de uma película de deposição compreendendo o dispositivo de alimentação de gás do presente invento é capaz de alimentar, estavelmente, uma grande quantidade de um gás de partida à câmara de reacção, permitindo a produção de uma película de deposição de elevada qualidade a uma velocidade de deposição elevada.

Descreve-se em detalhe um exemplo do presente invento por referência às figuras.

Tal como depois se descreve, o hidreto de dimetilalumínio (DMAH) resulta num depósito de Al ou de uma liga de Al-Si de elevada qualidade, meramente por reacção térmica sobre a superfície de um material doador de electrões, usando hidrogénio como gás reaccional. A pressão de vapor DMAH é, aproximadamente, de 1 Torr ($1,33 \times 10^2$ Pa) a temperatura ambiente, de modo que é facilmente transportada em comparação com o TIBA (pressão de vapor: aproximadamente, 0,1 Torr ($1,33 \times 10^1$ Pa) à temperatura ambiente) que tem sido usado como material de partida para o Al no CVD.

No caso do aparelho para a produção de uma película de deposição de acordo com o processo de CVD de vácuo, em produção em massa, requiere-se que a quantidade de gás portador usada seja tão grande quanto 1 a 10 l/min.. O DMAH, que tem uma elevada



viscosidade, envolve o problema de o fluxo de gás de transporte tender a tornar-se pulsado, resultando no impedimento do transporte continuo, ou de o fluxo de gás se tornar tubular, tal como anteriormente se mencionou.

Deste modo, este exemplo tem a constituição seguinte.

A Fig. 1 ilustra um exemplo da constituição do dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

O recipiente metálico 10 é constituído de SUS. A superfície interior do recipiente metálico está, preferivelmente, revestido com SiO_2 ou similar, uma vez que um composto organometálico, tal como DMAH e o TMA, se decomporá sobre uma superfície metálica na presença de hidrogénio, mesmo à temperatura ambiente, para formar um alcano desnecessário, tal como metano ou similar. No fundo do recipiente 10, estão dispostos uma pluralidade de tubos, na direcção horizontal, aproximadamente equidistantes, com as aberturas de descarga de gás dirigidas no sentido ascendente. Um gás portador 6 é introduzido, a partir de um tubo de entrada 4, para formar bolhas 3. O vapor do composto organometálico 2 é transportado, conjuntamente com o gás portador, através de um tubo de saída 5 para um vaso reaccional (ver Fig. 6). Um interruptor de gás 19, selecciona as vias de introdução de gás dos tubos 11-17, inseridos no composto organometálico 2, para introduzir a alimentação de gás portador, do tubo de entrada 4 para os tubos 11-17, em impulsos com atrasos no tempo. O interruptor de gás é constituído, por exemplo, por corpos de válvula, colocados em partes de ligação dos tubos respectivos, tais como válvulas electromagnéticas operadas por corrente eléctrica; por um efector; e por meios de controlo para o efector. Ainda que na Fig. 1 se mostrem sete tubos o número de tubos pode ser maior ou menor do que sete. O escalonamento no tempo da ligação é ajustado, dependendo do comprimento de cada tubo (11-17), desde o interruptor de gás 19 até às saídas. Neste exemplo, o interruptor de gás 19 serve como meio para acelerar a produção de gás.



A Fig. 2 mostra um padrão de escalonamento no tempo para a introdução do gás portador nos tubos 11-17. Na Fig. 2 as porções a sombreado mostram o tempo de fluxo do gás nos tubos respectivos. Os caudais, nos tubos respectivos, são ajustados de modo a serem iguais em qualquer instante. Em correspondência com a dimensão dos tubos, o tempo T_1 e T_2 é determinado de modo a que as bolhas, formadas pelo gás portador no composto organometálico, não possam pôr em comunicação as saídas de gás com a fase gasosa. Na carta de escalonamento no tempo da Fig. 2, o gás portador flui através dos 6 tubos, no caso mais simples, em qualquer instante, sendo um sexto do gás portador introduzido através do tubo de entrada 4, distribuído a cada um dos seis tubos 11-17.

No caso em que os tubos têm, respectivamente, uma abertura, a quantidade de gás portador introduzida nos tubos respectivos 11-17 é, preferivelmente, inferior a $100 \text{ cm}^3/\text{min.}$ para o DMAH. Num exemplo mais preferível, no qual, em vez de uma única abertura, os tubos 11-17 estão providos de várias pequenas aberturas nas suas extremidades, o caudal de gás portador em cada tubo pode ser superior a $100 \text{ cm}^3/\text{min.}$ Quando cada tubo está provido de pequenas aberturas em número n , o caudal de gás portador em cada tubo pode ir até $n \times 100 \text{ cm}^3/\text{min.}$ Especificamente, para cada um dos tubos 11-17 de 9,54 mm ou de 6,35 mm de diâmetro, o seu número é, mais preferivelmente, menor do que 10. Se o seu número é superior, as bolhas formadas podem-se combinar umas com as outras com uma probabilidade elevada. Para qualquer caudal dever-se-ão tomar medidas para não deixar que as bolhas ejectadas da extremidade do tubo se juntem, para formar uma fase tubular de gás em comunicação com a fase de gás localizada por cima.

No dispositivo que se mostra na Fig. 1, as bolhas são formadas, sequencialmente, a partir dos tubos respectivos 11-17, praticamente de um modo contínuo, como um todo, sem pulsação do gás de partida 7 descarregado do tubo de saída 5.

Pelo uso do dispositivo de alimentação de gás do exemplo,



pode-se tornar o tamanho das bolhas das aberturas respectivas, mais pequeno, pela selecção apropriada do caudal de gás portador introduzido através dos vários meios de introdução de gás e pela alimentação intermitente do gás portador aos membros de introdução de gás respectivos, com um desfasamento de T_2 , pelo que se pode vaporizar suficientemente o composto organometálico no gás, e se pode alimentar uma grande quantidade do gás de partida.

A Fig. 3 mostra outro exemplo da constituição do dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

O recipiente metálico 10 é constituído por SUS. A superfície interior do recipiente metálico está, preferivelmente, revestida com SiO_2 ou similar, uma vez que um composto organometálico, tal como o DMAH e o TMA, se decompõe sobre uma superfície metálica, na presença de hidrogénio, mesmo à temperatura ambiente, para formar um alceno desnecessário tal como metano ou similar.

O tubo metálico 4, inserido num composto organometálico, está provido de uma pluralidade de pequenas aberturas 5 para descarga do gás. O gás portador é ejectado através de cada uma das pequenas aberturas. As pequenas aberturas podem estar localizadas, quer com intervalos regulares, quer com intervalos irregulares. Ainda que o tubo 4, inserido no composto organometálico, esteja ilustrado numa forma linear na Fig. 3, este pode ter uma forma circular ou uma forma de serpentina, de modo a distribuir as posições das aberturas uniformemente no recipiente 10 de composto organometálico.

Em particular, se o composto organometálico 2 é o DMAH, possuindo uma viscosidade elevada, o caudal de gás portador através das pequenas aberturas respectivas 5 é, preferivelmente, não superior a $100 \text{ cm}^3/\text{min}$. (estado padrão). Um caudal superior a $100 \text{ cm}^3/\text{min}$. (estado padrão) pode destruir as bolhas do gás portador, ejectado a partir das pequenas aberturas, formando um percurso gasoso, aberto, das pequenas aberturas até à superfície do composto organometálico, numa forma tubular, o que pode retardar o efeito de cavitação gerado por um oscilador supersónico.



co usado neste exemplo.

O oscilador ultrassónico 8 exhibe um efeito de cavitação, gerando pequenas bolhas, formando-se, eficazmente, uma névoa do composto organometálico a partir da superfície do composto organometálico. O oscilador ultrassónico pode ser constituído por uma pluralidade de osciladores ultrassónicos 8 na Fig. 3. Além disso, o oscilador pode estar instalado na parede lateral da câmara que contém o composto organometálico. Neste exemplo, o oscilador ultrassónico 8 serve como meio para acelerar a produção de gás, para formar eficazmente o gás de partida.

Neste exemplo, as pequenas aberturas existentes e um caudal limitado de gás portador ejectado, a partir de cada uma das pequenas aberturas, realizam a produção de pequenas bolhas no composto organometálico e a formação de névoa na superfície de líquido. Contudo, a produção eficaz das pequenas bolhas não pode ser conseguida, de um modo suficiente, apenas pela existência das pequenas aberturas. Em particular, para um composto organometálico viscoso, tal como o DMAH, pretende-se que o gás portador seja ejectado, a partir das pequenas aberturas respectivas, continuamente, com um caudal inferior a um certo valor.

Neste exemplo, o DMAH, que possui uma viscosidade elevada, pode ser transportado pelo gás portador que flui a partir do composto organometálico contido no recipiente metálico 10, contendo uma quantidade correspondente à pressão de vapor de saturação do DMAH, limitando o caudal do gás portador ejectado a partir das pequenas aberturas 5 a, aproximadamente, $100 \text{ cm}^3/\text{min}$. (estado padrão) e utilizando um efeito de cavitação da oscilação ultrassónica, mesmo quando o total de gás portador introduzido no recipiente metálico 10 é uma quantidade tão grande quanto 10 litros por minuto (estado padrão).

Não se encontrou, até agora, nenhum método para transportar, eficazmente, num gás portador, uma quantidade tão elevada de um composto organometálico. Em particular, no processo CVD de vácuo, o número de bolachas usado num lote de deposição depende da



eficiência do transporte de uma grande quantidade de DMAH viscoso. O uso do dispositivo de alimentação de gás, do presente invento, num aparelho para a produção de uma película de deposição, que depois se mostra na Fig. 6, torna possível a deposição de uma fina película de Al ou de Al-Si em 100-200 bolachas de 100,16 mm, num lote de deposição, com uma velocidade de deposição elevada.

No dispositivo de alimentação de gás, que se mostra no presente exemplo, produz-se uma névoa de um composto organometálico, constituída por um grande número de pequenas bolhas ou por uma fase gasosa, a partir dos meios de armazenamento do composto organometálico, seleccionando, apropriadamente, o caudal de gás portador para cada pequena abertura (p.e., aproximadamente 100 cm³/min. ou menos), e causando, adicionalmente, cavitação através de um oscilador ultrassónico instalado no recipiente metálico, contendo o composto organometálico, de modo a que o composto organometálico possa estar contido no gás portador, ejectado do recipiente, numa quantidade correspondente à pressão de vapor de saturação.

Na Fig. 4 ilustra-se ainda um outro exemplo de constituição do dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

Um composto organometálico está armazenado num recipiente metálico 31 no estado líquido. Introduce-se um gás através de bicos 30. Atomizadores 34 (atomizadores piezoelétricos), utilizando um elemento piezoeléctrico como meio para produzir energia para a ejeção, pulverizam o composto organometálico arrastado, no sentido ascendente, do recipiente metálico 31, no estado de uma névoa, para uma câmara metálica 33. Preferivelmente, o atomizador piezoeléctrico 34 é proporcionado em várias unidades. No exemplo da Figura 4 são apresentados cinco atomizadores. Os atomizadores 34 estão ligados a um circuito de condução (DR) para fornecer um sinal de condução a ser controlado pelo circuito de condução. Neste exemplo, os atomizadores piezoeléctricos 34 servem como meios de aceleração da produção de gás para produzir



eficazmente o gás de partida.

O composto organometálico é ejectado na forma de gotículas com vários μ de diâmetro, ou menos, num estado de névoa, a partir dos atomizadores piezoeléctricos 34. Ainda que os atomizadores 34 estejam instalados no fundo da câmara metálica 33 na figura, podem estar instalados na parede lateral da câmara. Naturalmente, pode-se usar outro atomizador que não o do tipo piezoeléctrico.

Preferivelmente, a parede interior da câmara metálica 33 está revestida com um material isolante, tal como SiO_2 ou similar, uma vez que um composto organometálico, tal como o TMA e o DMAH, se decompõe numa superfície metálica de SUS, na presença de hidrogénio, mesmo à temperatura ambiente, para formar um alcano desnecessário, tal como metano ou similar.

Neste dispositivo, introduz-se um gás portador 6, tal como hidrogénio, argon, azoto ou similar, através de um tubo de entrada 37. O gás portador fica enriquecido no composto organometálico, numa quantidade correspondente à pressão de vapor de saturação, à medida que passa através da câmara metálica, onde o composto organometálico é pulverizado num estado de névoa, e flui para o exterior a partir de um tubo de saída 9 como gás de partida 7. O composto organometálico, no estado de uma névoa, na forma de gotículas com dimensão de vários μ ou menos, é arrastado eficazmente pelo gás portador.

O composto organometálico que fica agarrado à superfície interior da câmara metálica 33 é recuperado, através de um tubo de recolha 36, para o recipiente metálico 31, contendo o composto organometálico.

O uso de um atomizador piezoeléctrico permite a pulverização, para formar um estado de névoa, mesmo se o composto organometálico tem uma viscosidade elevada, de modo a que o composto organometálico possa ficar contido, eficazmente, no gás portador, independentemente da viscosidade do composto organometálico. Uma vez que o gás portador não passa através de um líquido, não



ocorrem quaisquer flutuações do caudal de gás portador 7, contendo um composto organometálico. Pode-se assim evitar, totalmente, a pulsação do fluxo que seria provocada no transporte de um composto organometálico de viscosidade elevada. Pelo método de transporte de um composto organometálico, com esta constituição, pode-se efectuar o transporte de DMAH num estado tal, que o gás portador contém DMAH numa quantidade correspondente à sua pressão de vapor de saturação, mesmo se o caudal total de gás portador seja tão grande quanto 10 l/min. (estado padrão).

Não existia, até agora, nenhum método para transportar, eficazmente, por um gás portador uma quantidade tão grande de um composto organometálico. Em particular, num processo CVD de vácuo, convencional, utilizando DMAH, o número de bolachas que se pode usar, num lote de deposição, depende da eficiência do transporte de uma grande quantidade de DMAH viscoso. O uso do dispositivo de alimentação de gás, do presente invento, num aparelho de produção de película de deposição, que se mostra, depois na Fig. 6, permite a deposição de uma película fina de Al ou de Al-Si em 100-200 bolachas de 100,16 mm, num lote de deposição, com uma velocidade de deposição elevada.

O dispositivo de alimentação de gás, que se mostra no exemplo, transporta um composto organometálico, num estado líquido, a partir de um recipiente que armazena o composto organometálico, e ejecta o composto organometálico líquido, na forma de uma névoa, a partir de meios de ejeção, tais como um bico piezoeléctrico, para um espaço, descarregando, assim, um gás introduzido, que contém o composto organometálico numa quantidade correspondente à sua pressão de vapor de saturação.

O dispositivo de alimentação de gás, anteriormente descrito, é usado, adequadamente, com um aparelho para produção de película de deposição que a seguir se descreve.

A Fig. 6 ilustra uma perspectiva transversal esquemática de um aparelho, para produção de uma película de deposição, do presente invento.



-18-

Um tubo de reacção externo 50, de quartzo, constitui um espaço substancialmente fechado para a formação da película de deposição. No interior, estão fixos, por um suporte de substratos 56, numa posição predeterminada, uma pluralidade de substratos 57 para a formação de uma película de metal, principalmente constituídos de alumínio, silício ou similar, tal como a película de deposição. Um tubo de reacção interno 51, de quartzo, separa o fluxo de gás no tubo de reacção externo 50. Uma flange metálica 54 fecha ou abre uma abertura do tubo de reacção externo 50. Os substratos 57 são colocados no suporte de substratos 56, disposto no tubo de reacção interior 51. O suporte de substratos 56 é, preferivelmente, de quartzo.

Neste aparelho, a temperatura dos substratos é controlada por um aquecedor 59. A pressão no tubo de reacção 50 é controlada por um sistema de escape, ligado através de uma saída de escape de gás 53.

O aparelho que se mostra na Fig. 6 tem um misturador 62 que está ligado a um primeiro sistema de gás, para uma alimentação de gás, a partir do dispositivo de alimentação de gás, e a um segundo sistema de gás para H_2 ou similar, e ainda a um terceiro sistema de gás para Si_2H_6 ou similar, a partir do qual se introduz a mistura de gás de partida resultante, através de um tubo de introdução de gás de partida 52, no tubo de reacção 50. O gás de partida reage sobre a superfície dos substratos 57, enquanto passa através do interior do tubo de reacção interior 51, tal como se indica pelas setas 58 na Fig. 6, resultando na deposição de Al ou de Al-Si sobre a superfície de substrato. Após a reacção o gás passa através de um espaço formado pelo tubo de reacção interno 51 e pelo tubo de reacção externo 50, e é expelido a partir de um tubo de escape 53.

Para introduzir ou retirar os substratos, baixa-se a flange metálica 54, conjuntamente com o suporte de substrato 56 e com os substratos 57, com o auxilio de um elevador (que não se mostra na figura) para os mover para uma posição predeterminada.



Com um tal aparelho, nas condições de produção de uma película de deposição anteriormente referidas, pode-se produzir, simultaneamente em todas as bolachas no aparelho, uma película de Al ou de Al-Si satisfatória.

Tal como anteriormente se descreveu, o dispositivo de alimentação de gás do presente invento é, particularmente, adequado para aparelhos para produção de películas de deposição, pelo uso de um composto organometálico com uma viscosidade elevada, tal como o DMAH, numa quantidade elevada. Naturalmente que o tipo de compostos organometálicos, a constituição dos aparelhos para a produção de películas de deposição e os aspectos relacionados, não estão limitados aos exemplos anteriores.

De acordo com o presente invento, podem-se produzir excelentes películas de deposição, numa grande quantidade e com um rendimento elevado, uma vez que o presente invento permite o transporte, estável, de uma grande quantidade de gás de partida sem problemas, tais como o aumento do tamanho do aparelho, mesmo quando se usa um composto organometálico com uma viscosidade elevada. Assim, pode-se reduzir notavelmente o custo de produção do dispositivo semiconductor.

Especificamente o dispositivo de alimentação de gás ilustrado na Fig. 1 é aplicado, adequadamente, a um aparelho, para o processo CVD de vácuo, ilustrado, por exemplo, na Fig. 6, que é capaz de conter um grande número de bolachas (substratos) ao mesmo tempo e de depositar Al ou Al-Si. Uma vez que a deposição de Al ou de Al-Si ocorre por uma reacção de superfície, sobre uma superfície de substrato, doadora de electrões, aquecida, pode-se depositar Al ou Al-Si a partir de DMAH e de H_2 (ou, adicionalmente, com um gás de partida tal como Si_2H_6) por um tipo de processo CVD de vácuo de parede quente, no qual apenas o substrato é aquecido.

Na formação da película, o Al ou Al-Si, depositam-se até uma espessura de 100-200 Å, apenas sobre um substrato doador de electrões nas condições de pressão do tubo de reacção de 10^{-3} a



760 Torr ($1,33 \times 10^{-1}$ a $1,01 \times 10^5$ Pa), de temperatura do substrato de 270 a 350°C, de pressão parcial de DMAH de 1×10^{-5} a $1,3 \times 10^{-3}$ vezes a pressão do tubo de reacção (ou, adicionalmente, com uma pressão parcial de Si_2H_6 de 1×10^{-7} a 1×10^{-4} vezes a pressão do tubo de reacção). Para melhoria da uniformidade da espessura da película nas bolachas, a pressão do tubo de reacção é, preferivelmente, de 5×10^{-2} a 5 Torr ($6,66$ a $6,66 \times 10^2$ Pa), e a pressão parcial de DMAH é, preferivelmente, de $1,3 \times 10^{-5}$ a $1,3 \times 10^{-4}$ vezes a pressão do tubo de reacção. A temperatura preferível do substrato é de 270 a 300°C, para suprimir a migração de superfície e preparar uma película continua satisfatória.

Adicionalmente, o dispositivo de alimentação de gás ilustrado na Fig. 3 é, também, aplicado, adequadamente, a um aparelho para o processo CVD de vácuo ilustrado, por exemplo, na Fig. 6, que é capaz de conter um grande número de bolachas (substratos) ao mesmo tempo e de depositar Al ou Al-Si. Uma vez que a deposição de Al ou de Al-Si ocorre por uma reacção de superfície, sobre uma superfície de substrato, doadora de electrões, aquecida, pode-se depositar Al ou Al-Si a partir de DMAH e H_2 (ou, adicionalmente, com um gás de partida de Si tal como o Si_2H_6) por um tipo de processo CVD de vácuo de parede quente, no qual apenas o substrato é aquecido.

Na formação da película, o Al ou Al-Si depositam-se, até uma espessura de 100-200 Å, apenas sobre um substrato doador de electrões nas condições de pressão do tubo de reacção de 10^{-3} a 760 Torr ($1,33 \times 10^{-1}$ a $1,01 \times 10^5$ Pa), de temperatura do substrato de 270 a 350°C, de pressão parcial de DMAH de 1×10^{-5} a $1,3 \times 10^{-3}$ vezes a pressão no tubo de reacção (ou, adicionalmente, com uma pressão parcial de Si_2H_6 de 1×10^{-7} a 1×10^{-4} vezes a pressão do tubo de reacção). Para melhoria da uniformidade da película nas bolachas a pressão do tubo de reacção é, preferivelmente, de 5×10^{-2} a 5 Torr ($6,66$ a $6,66 \times 10^2$ Pa) e a pressão parcial de DMAH é, preferivelmente, de $1,3 \times 10^{-5}$ a $1,3 \times 10^{-4}$ vezes a pressão do tubo de reacção. A temperatura do



substrato, preferível, é de 270 a 300°C para suprimir a migração de superfície e preparar uma película continua satisfatória.

Ainda, adicionalmente, o dispositivo de alimentação de gás ilustrado na Fig. 4 é também, adequadamente, aplicado a um aparelho para o processo de CVD de vácuo, ilustrado, por exemplo, na Fig. 6, que é capaz de conter um grande número de bolachas (substratos) ao mesmo tempo e de depositar Al ou Al-Si. Uma vez que a deposição de Al ou de Al-Si ocorre por uma reacção de superfície, sobre uma superfície de substrato, doadora de electrões, aquecida, pode-se depositar Al ou Al-Si a partir de DMAH e H₂ (ou, adicionalmente, com um gás de partida de Si tal como Si₂H₆) por um tipo de processo CVD de vácuo de parede quente, no qual apenas o substrato é aquecido.

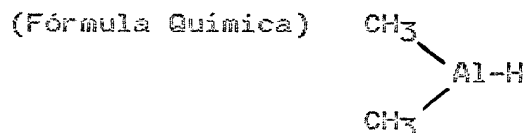
Na formação da película o Al ou Al-Si depositam-se até uma espessura de 100-200 Å, apenas sobre um substrato doador de electrões, nas condições de pressão do tubo de reacção de 10⁻³ a 760 Torr (1,33 x 10⁻¹ a 1,01 x 10⁵ Pa), de temperatura do substrato de 270 a 350°C, de pressão parcial de DMAH de 1 x 10⁻⁵ a 1,3 x 10⁻³ vezes a pressão do tubo reacção (ou, adicionalmente, com uma pressão parcial de Si₂H₆ de 1 x 10⁻⁷ a 1 x 10⁻⁴ vezes a pressão do tubo de reacção). Para melhoria da uniformidade da película a pressão do tubo de reacção é, preferivelmente, de 5 x 10⁻² a 5 Torr (6,66 a 6,66 x 10² Pa), e a pressão parcial de DMAH é, preferivelmente, de 1,3 x 10⁻⁵ a 1,3 x 10⁻⁴ vezes a pressão do tubo de reacção. A temperatura do substrato, preferível, é de 270 a 300°C, para suprimir a migração de superfície e preparar uma película continua satisfatória.

O processo para a produção de uma película de deposição, nomeadamente, o processo CVD, utilizando um hidreto de alquilaluminio, particularmente, um hidreto de alquilaluminio possuindo um grupo metilo é descrito em detalhe.

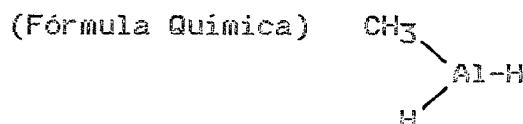
Neste processo usa-se um gás contendo um composto organometálico, especificamente, hidreto de dimetilaluminio (DMAH):



-22-



ou hidreto de monometilaluminio (MMAH_2)



como gás de partida, contendo pelo menos um átomo que vai ser um elemento constituinte da película de deposição, ou, adicionalmente, usam-se um gás contendo átomos de Si como gás de partida ou ainda, adicionalmente, hidrogénio como gás de partida. Forma-se, selectivamente, uma película de Al ou de Al-Si sobre o substrato por deposição de vapor.

O substrato ao qual se aplica este método tem um primeiro material na superfície de substrato para proporcionar uma superfície para deposição de Al ou de Al-Si, e um segundo material na superfície do substrato para a não deposição de Al ou de Al-Si. O primeiro material na superfície do substrato é composto por uma substância doadora de electrões.

Explica-se, a seguir, em pormenor a propriedade doadora de electrões.

Um material doador de electrões é um material no qual existem electrões livres ou no qual se formam, intencionalmente, electrões livres: por exemplo, um material possuindo uma superfície sobre a qual uma reacção química é acelerada por transferência de electrões com uma molécula de gás de partida aderente à superfície de substrato. Geralmente, os metais e os semicondutores são exemplos destes materiais. Incluem-se, também, metais e semicondutores possuindo uma película extremamente fina de óxido na superfície, uma vez que, se a película de óxido é extremamente fina ocorre a transferência de electrões entre o substrato e a molécula de partida aderente, provocando a reacção química.

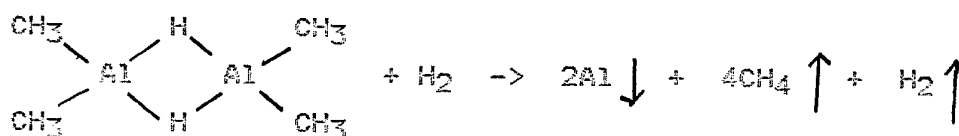
Alguns exemplos específicos destes materiais incluem, semi-



condutores tais como silício simples cristalino, silício policristalino, silício amorfo e similares; compostos semicondutores dos grupos III-V e compostos semicondutores dos grupos II-VI, constituídos por combinações binárias, ternárias ou quaternárias de Ga, In e Al como elemento do Grupo III e P, As e N como elemento do grupo V; metais per se tais como tungstênio, molibdênio, tântalo, alumínio, titânio, cobre e similares; silicietos dos metais anteriores, tais como, silicieto de tungstênio, silicieto de molibdênio, silicieto de tântalo, silicieto de alumínio, silicieto de titânio e similares; e metais contendo qualquer um dos metais anteriores, tais como, alumínio-silício, alumínio-titânio, alumínio-cobre, alumínio-tântalo, alumínio-silício-cobre, alumínio-silício-titânio, alumínio-paládio, nitreto de titânio e similares.

Por outro lado, os materiais possuindo uma superfície sobre a qual o Al ou Al-Si não se depositam selectivamente, nomeadamente, materiais não doadores de electrões, incluem materiais isolantes usuais; óxido de silício formado por oxidação térmica, CVD, etc.; vidro ou filmes de óxido, tais como, ESG, PSG, BPSG e similares, preparados pelos processos CVD térmico, CVD de plasma, CVD de vácuo, ECR-CVD; e materiais similares.

No substrato com esta constituição o Al ou Al-Si depositam-se, apenas por uma reacção térmica simples, num sistema de reacção de um gás de partida e de hidrogénio. Por exemplo, a reacção térmica no sistema de reacção de DMAH e de hidrogénio é, basicamente, a seguinte:



A temperatura ambiente o DMAH tem uma estrutura dimérica. A adição de Si_2H_5 ou de compostos similares provoca a formação da liga Al-Si pois, assim, que o Si_2H_5 atinge a superfície do substrato decompõe-se por uma reacção química de superfície e o Si resultante é incorporado na película. Pode-se, também,



depositar Al de alta qualidade a partir de MMAH_2 . Contudo, o MMAH_2 , que tem uma pressão de vapor tão pequena quanto 0,01 a 0,1 Torr (1,33 a 13,3 Pa), não pode ser facilmente transportado numa grande quantidade, sendo, deste modo, o limite superior da velocidade de deposição de várias centenas de Å/minuto ou menor. Deste modo, preferivelmente, pode-se usar o DMAH que tem uma pressão de vapor de 1 Torr ($1,33 \times 10^2$ Pa) à temperatura ambiente.

A película de alumínio preparada pelo método anterior assume uma estrutura cristalina simples, excelente em suavidade das superfícies, características anti-migração, etc., possuindo pequena resistência e características extremamente superiores para circuitos eléctricos e para uso em electrodos.

Na deposição de uma película de alumínio a partir de hidreto de alquilalumínio, a temperatura do substrato é seleccionada na gama de temperaturas entre a temperatura de decomposição do hidreto de alumínio a ser usado e 450°C , mais preferivelmente, de 200 a 350°C e, ainda mais preferivelmente, de 270°C a 350°C .

O mecanismo de deposição do alumínio é, nesta altura, o que a seguir se descreve com referência à Fig. 5.

Quando o DMAH atinge um substrato, com os seus grupos metilo dirigidos para as faces do substrato, num estado em que os átomos de hidrogénio estão ligados a um substrato doador de electrões, nomeadamente a um substrato possuindo electrões (Fig. 5A), o electrão no substrato corta uma ligação entre o alumínio e um grupo metilo (Figs. 5B e 5C). A reacção é a seguinte



A reacção similar prossegue com o hidrogénio permanecendo no alumínio que se depositou e possuindo electrões livres (Fig. 5D). Se os átomos de hidrogénio são deficientes, uma molécula de hidrogénio, que constitui o gás de partida, decompõe-se para fornecer átomos de hidrogénio. Pelo contrário, sobre uma superfície não doadora de electrões, a reacção anterior não prossegue

devido à falta de electrões, não se verificando a deposição de alumínio. As Figs. 5A a 5D destinam-se a auxiliar a compreensão do mecanismo de reacção, de modo que, incidentalmente, os números de H e de Al não são consistentes.

Descrevem-se, seguidamente, exemplos de experiências relativas ao transporte de gás usando um dispositivo de alimentação de gás do presente invento.

Exemplo experimental 1

Num composto organometálico contido no recipiente metálico 10 da Fig. 1, introduziu-se hidrogénio gasoso através do tubo metálico 4 com um caudal de $L \text{ cm}^3/\text{min.}$ (estado padrão). Utilizando o interruptor de gás 19, alimentou-se hidrogénio gasoso a cada um dos tubos 11-17 com um caudal de $(L/6) \text{ cm}^3/\text{min.}$ (estado padrão) em impulsos, com um escalonamento no tempo que se mostra na Fig. 2. Em cada tubo alimentou-se gás durante um intervalo de tempo T_1 e parou-se o gás durante um intervalo de tempo T_2 . Mediu-se a pressão parcial de DMAH no gás 7 que saía do tubo de saída 5, em vários intervalos T_1 e T_2 .

Como se mostra na Tabela 1, mesmo para um caudal de hidrogénio gasoso de $600 \text{ cm}^3/\text{min.}$ (estado padrão) o DMAH estava contido, com uma pressão parcial de 1 Torr ($1,33 \times 10^2 \text{ Pa}$), no hidrogénio gasoso de saída, pressão esta que é igual à pressão de vapor de saturação à temperatura ambiente. A variação de caudal do hidrogénio gasoso de saída era inferior a 1%.

Tabela 1

$L \text{ (cm}^3/\text{min.,}$ estado padrão)	100	100	300	300	600	600	800	800
$T_1 \text{ (seg.)}$	30	60	30	60	30	60	30	60
$T_2 \text{ (seg.)}$	5	10	5	10	5	10	5	10
Pressão parcial do DMAH (Torr)	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8



Exemplo experimental 2

As medições foram realizadas do mesmo modo que no Exemplo Experimental 1, com a excepção de se ter usado árgon gasoso em vez de hidrogénio. Os resultados foram similares aos que se mostram na Tabela 1. Mesmo para um caudal de $600 \text{ cm}^3/\text{min.}$ (estado padrão), o DMAH foi transportado com o árgon gasoso de saída, com uma pressão parcial igual à sua pressão de vapor de saturação.

Exemplo experimental 3

Na Fig. 1, usou-se um tubo de metal possuindo cinco pequenas aberturas, como extremidade dos tubos 11-17 respectivamente. Num composto organometálico contido no recipiente metálico 10, introduziu-se hidrogénio gasoso através de um tubo metálico 4 com um caudal de $L \text{ cm}^3/\text{min.}$ (estado padrão). Utilizando o interruptor de gás 19, alimentou-se hidrogénio gasoso a cada um dos tubos 11-17 com um caudal de $(L/6) \text{ cm}^3/\text{min.}$ (estado padrão), em impulsos, com um escalonamento no tempo como se mostra na Fig. 2. Em cada tubo, alimentou-se gás durante um intervalo de tempo T_1 e parou-se o gás durante um intervalo de tempo T_2 . Mediu-se a pressão parcial de DMAH no gás 7 que saía do tubo de saída 5, em vários intervalos T_1 e T_2 .

Como se mostra na Tabela 2, mesmo para um caudal de hidrogénio gasoso de $3000 \text{ cm}^3/\text{min.}$ (estado padrão), o DMAH estava contido, com uma pressão parcial de 1 Torr ($1,33 \times 10^2 \text{ Pa}$), no hidrogénio gasoso de saída, pressão esta que é igual à pressão de vapor de saturação à temperatura ambiente. A variação de caudal do hidrogénio gasoso de saída era inferior a 1%.

O gás portador pode ser um gás inerte, azoto gasoso, hidrogénio gasoso, etc.. Para a deposição de alumínio o hidrogénio gasoso é especialmente preferido, uma vez que os átomos de hidrogénio afectam, directamente, a deposição de alumínio.



Tabela 2

L (cm ³ /min., estado padrão)	300	300	900	900	3000	3000	4000	4000
T ₁ (seg.)	30	60	30	60	30	60	30	60
T ₂ (seg.)	5	10	5	10	5	10	5	10
Pressão parcial de DMAH (Torr)	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8

Exemplo experimental 4

Utilizou-se um dispositivo de alimentação de gás ilustrado na Fig. 3. No dispositivo, o tubo de metal 4 inserido no composto organometálico tinha 100 pequenas aberturas 5. Introduz-se hidrogénio gasoso 6 através do tubo de metal 4 com um caudal de L litros/min. (estado padrão). Mediu-se a pressão parcial do DMAH contido no hidrogénio gasoso 7 que saía do tubo de saída 5.

Como se mostra na Tabela 3, mesmo para um caudal de hidrogénio gasoso de 10 litros/min. (estado padrão), o DMAH estava contido, com uma pressão parcial de 1 Torr ($1,33 \times 10^2$ Pa), no hidrogénio gasoso de saída, pressão esta que é igual à pressão de vapor de saturação à temperatura ambiente. A variação de caudal do hidrogénio gasoso de saída era inferior a 1%.

Tabela 3

L (litro/min., estado padrão)	0,5	1,5	5,0	10,0	12,0
Pressão parcial de DMAH (Torr)	1	1	1	1	0,8

Exemplo experimental 5

As medições foram realizadas do mesmo modo que no Exemplo Experimental 4, com a excepção de se ter usado árgon gasoso em vez de hidrogénio. Os resultados foram similares aos que se



mostram na Tabela 3. Mesmo para um caudal de 10 litros/min. (estado padrão), o DMAH foi transportado, com o árgon gasoso de saída com uma pressão parcial igual à pressão de vapor de saturação.

Verificou-se que o dispositivo de alimentação de gás, utilizado neste exemplo experimental, era, preferivelmente, aplicável a um aparelho para produção de película de deposição de CVD de vácuo, para a deposição selectiva de uma película de Al ou de Al-Si, de qualidade superior num substrato, na forma de uma película de deposição electrocondutora, do mesmo modo que o dispositivo de alimentação de gás utilizado no Exemplo Experimental 1.

Exemplo experimental 6

Usou-se um dispositivo ilustrado na Fig. 4, no qual se instalaram cinco atomizadores piezoeléctricos 34, para transportar um composto organometálico, o DMAH. Introduz-se hidrogénio gasoso 6, através do tubo de metal 37, com um caudal de 1 litros/min. (estado padrão). Mediu-se a pressão parcial do DMAH no hidrogénio gasoso que saía do tubo de saída 9.

Como se mostra na Tabela 4, mesmo para o caudal de hidrogénio gasoso de 10 l/min. (estado padrão), o DMAH estava contido, com uma pressão parcial de 1 Torr ($1,33 \times 10^2$ Pa), no hidrogénio gasoso de saída, que é igual à pressão de vapor de saturação à temperatura ambiente. A variação de caudal do hidrogénio gasoso de saída era inferior a 1%.

Tabela 4

L (litros/min., estado padrão)	0,5	1,5	5,0	10,0	12,0
Pressão parcial de DMAH (Torr)	1	1	1	1	0,8

71 592
CFO 7067 PT
(MO/TF/nt)



-29-

Exemplo experimental 7

As medições foram realizadas do mesmo modo que no Exemplo Experimental 6, com a excepção de se ter usado árgon gasoso em vez de hidrogénio. Os resultados foram similares aos da Tabela 4. Mesmo para um caudal de 10 litros/min. (estado padrão), o DMAH foi transportado, com o árgon gasoso de saída, com uma pressão parcial igual à sua pressão de vapor de saturação.

Verificou-se que o dispositivo de alimentação de gás usado neste exemplo experimental era, preferivelmente, aplicável a um aparelho para produção de película de deposição de CVD de vácuo para deposição selectiva de uma película de Al ou de Al-Si, de qualidade superior num substrato, na forma de uma película de deposição electrocondutora, do mesmo modo que o dispositivo de alimentação de gás usado nos Exemplos Experimentais 1-5.



REIVINDICAÇÕES

1 - Dispositivo de alimentação de gás para alimentar um gás de partida para a formação de uma película por deposição, pelo processo da deposição química de vapor, caracterizado por compreender: um recipiente que tem um espaço para descarga de gás de partida que contém um composto organometálico, pela introdução de um gás portador, um meio de introdução de gás, ligado ao recipiente, e tendo uma pluralidade de aberturas de introdução de gás, para a introdução, no recipiente, do gás portador ou do gás de partida, para produzir o gás de partida; e um meio de aceleração da produção de gás para acelerar a produção do gás de partida.

2 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o meio de aceleração da produção de gás ser um meio interruptor do gás, que liga ou desliga as linhas de alimentação do gás portador à pluralidade dos meios de introdução de gás, para distribuir o gás portador através de uma linha de alimentação ligada.

3 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o meio de aceleração da produção do gás ser um oscilador ultrassónico.

4 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o meio de aceleração da produção de gás ser um atomizador que emprega um elemento piezoeléctrico para ejectar o composto organometálico sob a forma de uma névoa.

5 - Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por o composto organometálico ser o hidreto de dimetilaluminio.

6 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o gás portador ser o hidrogénio.

7 - Dispositivo de alimentação de gás, para alimentação de um gás de partida para a formação de uma película por deposição, pelo processo de deposição química de vapor, caracterizado por

compreender um meio de armazenamento do composto organometálico para descarga do gás de partida contendo o composto organometálico, por introdução de um gás portador; uma pluralidade de elementos de introdução de gás, para a introdução do gás portador no meio de armazenamento; e um meio interruptor do gás para ligar ou desligar linhas de alimentação de gás portador, ligadas à pluralidade dos elementos de introdução do gás, e para distribuir o gás portador através da linha de alimentação ligada.

8 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por as linhas de alimentação do gás à pluralidade dos elementos de introdução de gás serem ligadas ou desligadas com retardos de temporização.

9 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por cada um da pluralidade dos elementos de introdução de gás ter uma pluralidade de aberturas de introdução de gás, para introduzir o gás no composto organometálico.

10 - Dispositivo de alimentação de gás, para alimentação de um gás de partida, para a formação de uma película de deposição pelo processo da deposição química do vapor, caracterizado por compreender um meio de armazenamento de um composto organometálico, para descarga do gás de partida que contém o composto organometálico, por introdução de um gás portador; um elemento de introdução de gás tendo uma pluralidade de pequenas aberturas, para introdução do gás portador no meio de armazenamento; e um oscilador ultrassónico montado no meio de armazenamento.

11 - Dispositivo de alimentação de gás, para alimentação de um gás de partida para a formação de uma película por deposição, pelo processo da deposição química de vapor, caracterizado por compreender um recipiente que tem um espaço, destinado à descarga do gás de partida que contém um composto organometálico, por introdução de um gás portador; e um meio de injeção, para injectar no recipiente o composto organometálico, em forma de uma névoa.



12 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por o meio de produção de energia, para o meio de injeção, ser um elemento piezoelétrico.

13 - Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 12, caracterizado por o composto organometálico ser o hidrato de dimetilaluminio.

14 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o gás portador ser o hidrogénio.

15 - Aparelho para produção de uma película por deposição, no processo da deposição química de vapor, caracterizado por compreender: (1) um dispositivo de alimentação de gás, compreendendo um recipiente que tem um espaço destinado à introdução e descarga de um gás de partida, o qual contém um composto organometálico, para a formação de uma película por deposição, com auxílio de um gás portador; um meio de introdução do gás ligado ao recipiente e que tem uma pluralidade de aberturas de introdução de gás, para introduzir o gás portador ou o gás de partida no recipiente, para produzir o gás de partida, e um meio de aceleração da produção do gás, para acelerar a produção do gás de partida; (2) uma câmara de reacção ligada ao dispositivo de alimentação de gás, para receber o gás de partida que lhe é alimentado, e (3) um meio de escape, ligado à câmara de reacção, para purgar a câmara de reacção.

16 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por o meio de aceleração da produção de gás ser um meio interruptor de gás, que liga ou desliga linhas de alimentação do gás portador à pluralidade dos meios de introdução de gás, para distribuir o gás portador através de uma linha de alimentação ligada.

17 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por o meio de aceleração da produção de gás ser um oscilador ultrassónico.

18 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 15, caracte-



rizado por o meio de aceleração da produção de gás ser um atomizador que emprega um elemento piezoeléctrico para ejectar o composto organometálico na forma de uma névoa.

19 - Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 18, caracterizado por o composto organometálico ser o hidreto de dimetilaluminio.

20 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 19, caracterizado por o gás portador ser hidrogénio.

21 - Aparelho para produção de uma película por deposição, no processo da deposição química de vapor, caracterizado por compreender: (1) um dispositivo de alimentação de gás, compreendendo um meio de armazenamento de um composto organometálico, para descarregar o gás de partida, que contém o composto organometálico por introdução do gás portador, para formação da película por deposição; uma pluralidade de elementos de introdução de gás, para a introdução do gás portador no meio de armazenamento; e um meio interruptor do gás, para ligar ou desligar as linhas de alimentação do gás portador à pluralidade dos meios de introdução de gás, e distribuir o gás portador através de uma linha de alimentação ligada, (2) uma câmara de reacção ligada ao dispositivo de alimentação de gás, para receber o gás de partida que lhe é alimentado, e (3) um meio de escape, ligado à câmara de reacção para purgar a câmara de reacção.

22 - Aparelho para produção de película por deposição, no processo da deposição química de vapor, caracterizado por compreender: (1) um dispositivo de alimentação de gás, compreendendo um meio de armazenamento de um composto organometálico, destinado à descarga do gás de partida que contém o composto organometálico, por introdução de um gás portador para a formação da película por deposição; um elemento de introdução de gás tendo uma pluralidade de aberturas para a introdução do gás portador no meio de armazenamento; e um oscilador ultrassónico instalado no meio de armazenamento, (2) uma câmara de reacção ligada ao dispositivo de alimentação de gás para receber o gás de partida que

71 592

CFO 7067 PT

(MC/TF/nt)

-34-

lhe é alimentado, e (3) um meio de escape ligado à câmara de reacção para purgar a câmara de reacção.

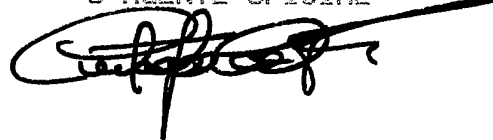
23 - Aparelho para produção de película por deposição, no processo de deposição química de vapor, caracterizado por compreender: (1) um dispositivo de alimentação de gás compreendendo um recipiente que tem um espaço destinado à descarga do gás de partida que contém um composto organometálico, por introdução de um gás portador para a formação da película por deposição; e um meio de injeção para a injeção do composto organometálico no recipiente na forma de uma névoa, (2) uma câmara de reacção ligada ao dispositivo de alimentação de gás para receber o gás de partida que lhe é alimentado, e (3) um meio de escape ligado à câmara de reacção para purga da câmara de reacção.

Lisboa,

26. SET. 1990

Por CANON KABUSHIKI KAISHA

- O AGENTE OFICIAL -



[Handwritten signature]

FIG. 1

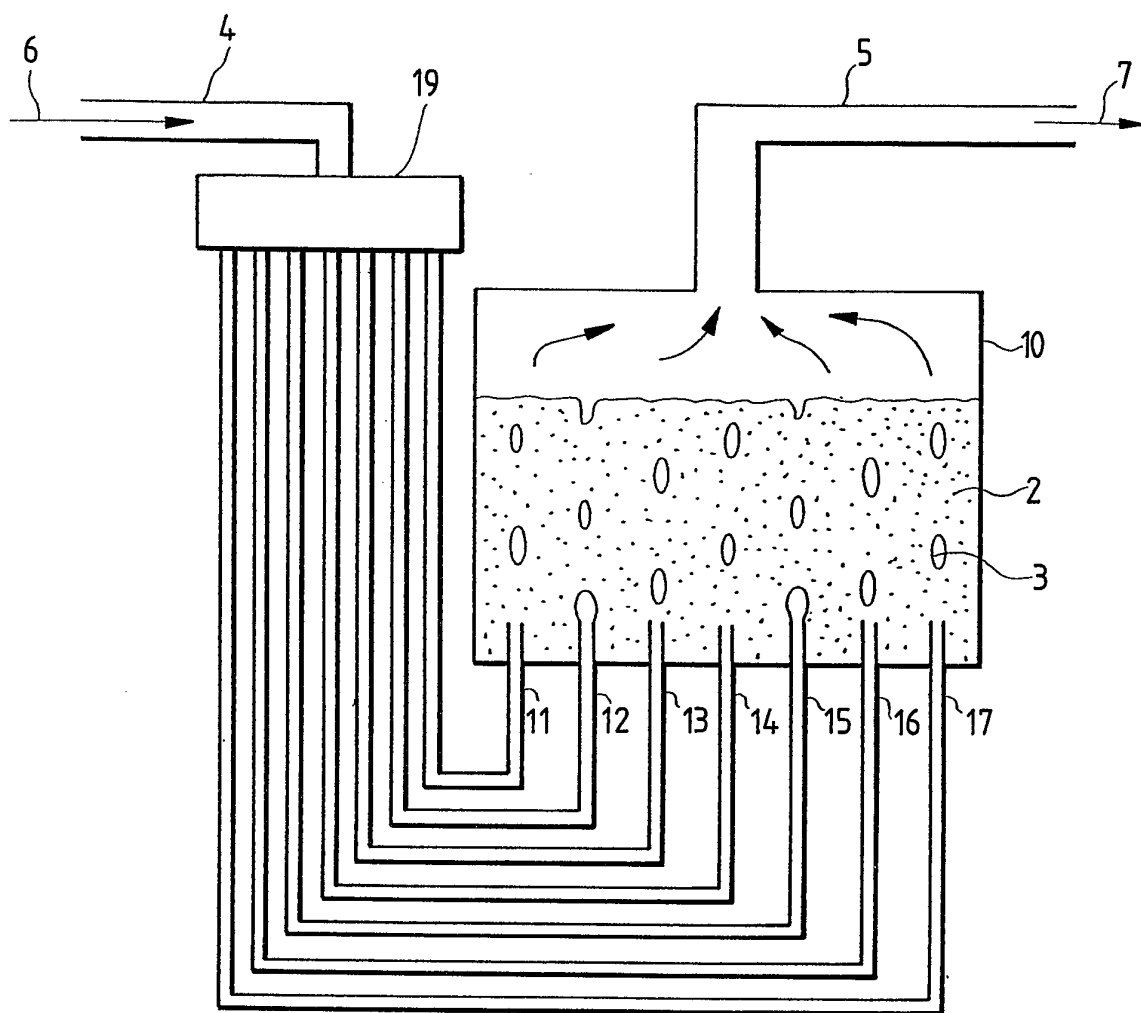


FIG. 2

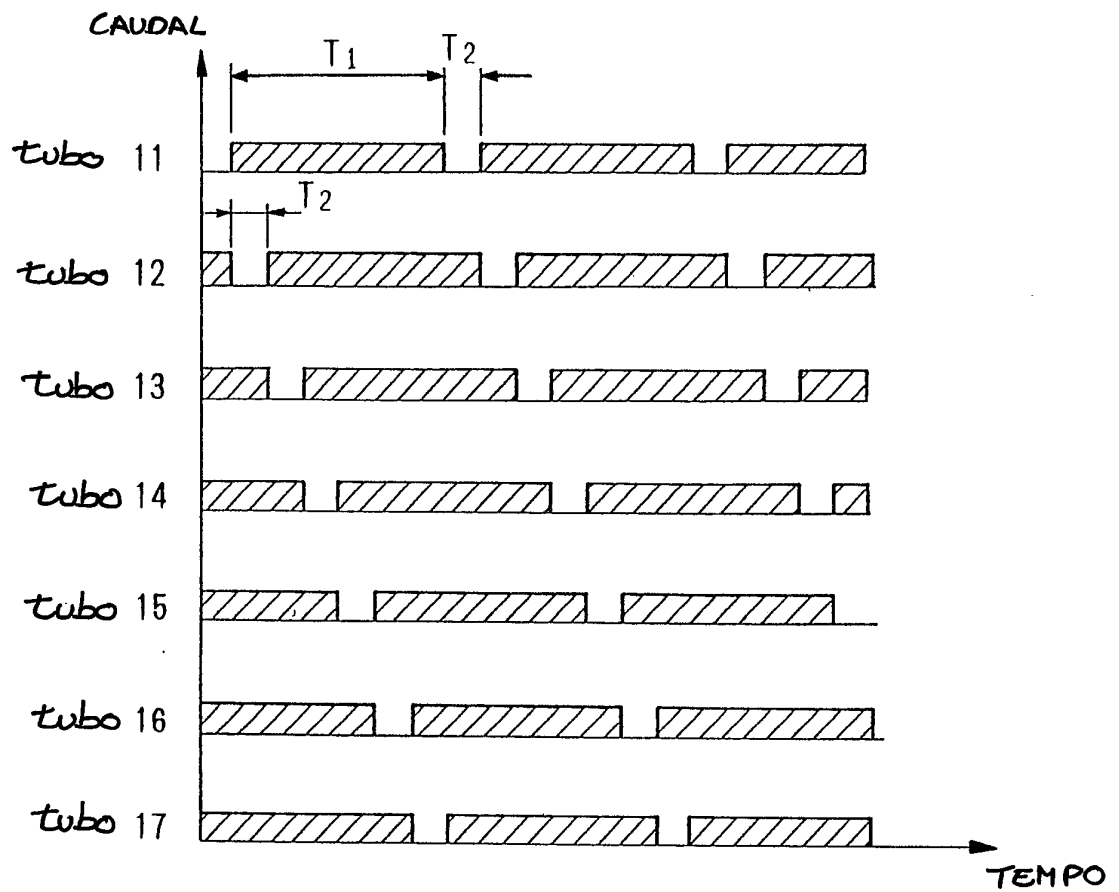




FIG. 3

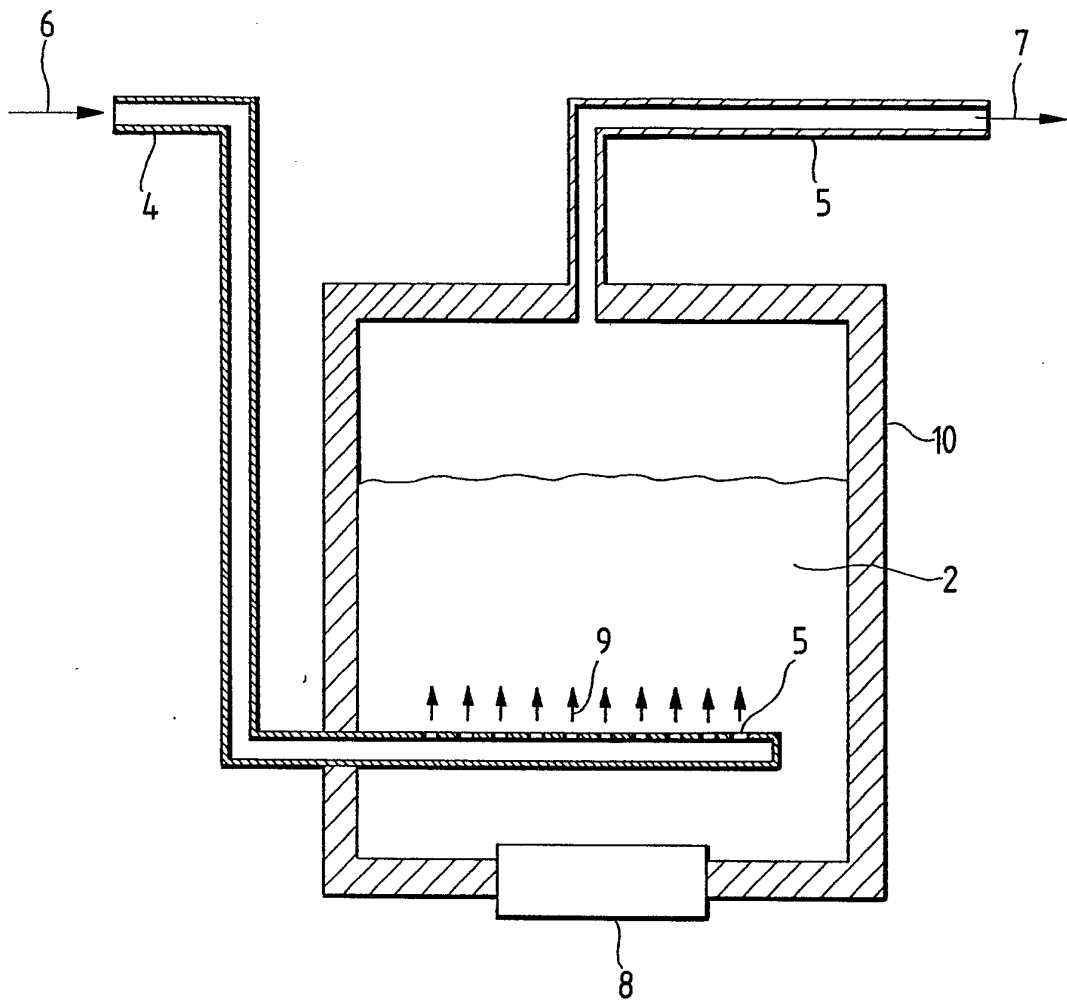


FIG. 5A

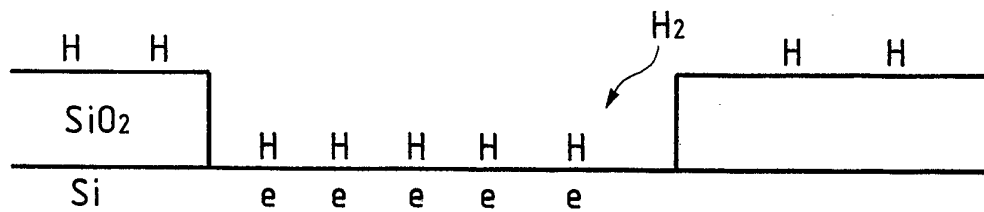


FIG. 5B

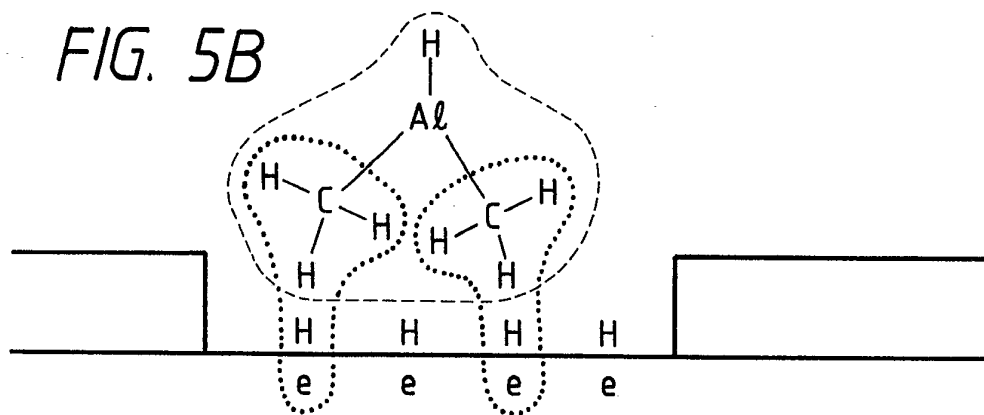


FIG. 5C

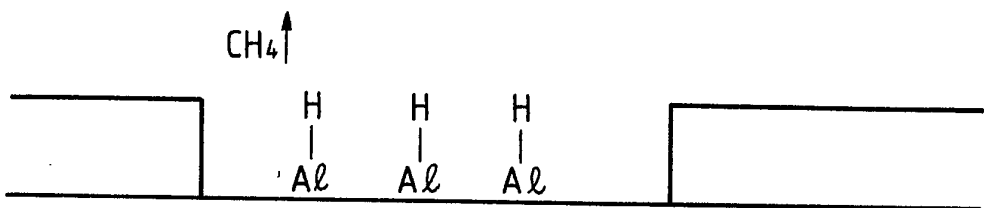


FIG. 5D

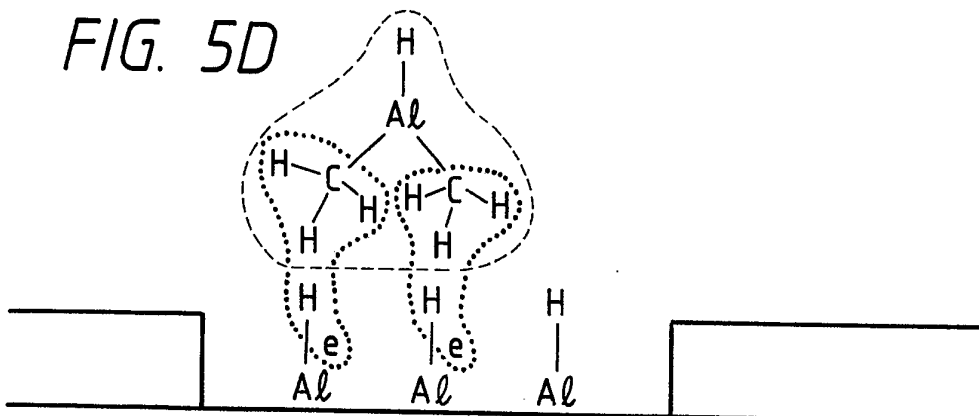
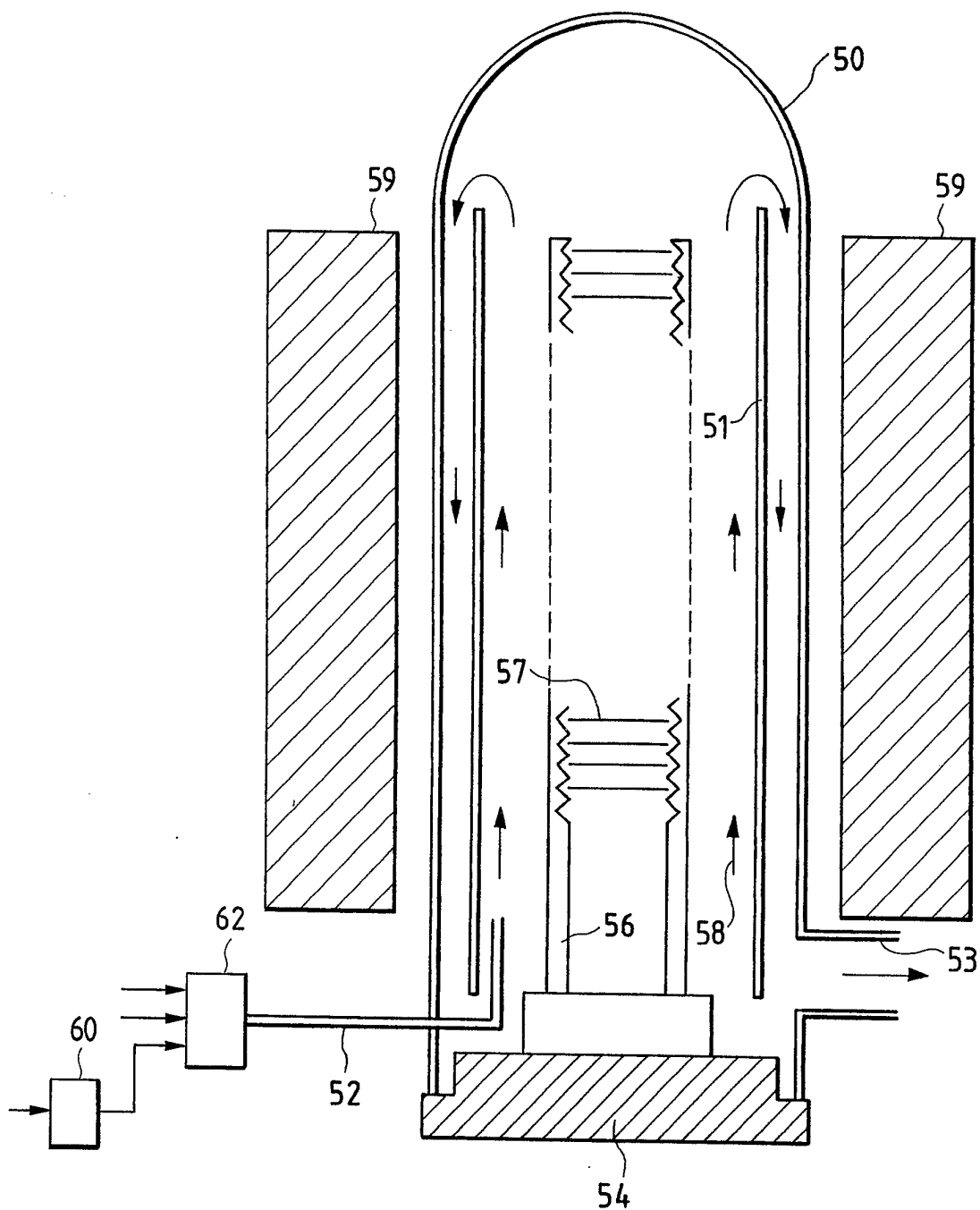




FIG. 6



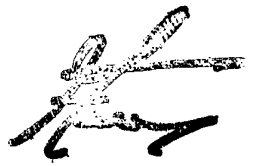


FIG. 7
ARTE ANTERIOR

