

“TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO, DISPOSITIVO EXIBIDOR, E, MÉTODO PARA FABRICAR UM TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO”

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção é relativa a um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como uma camada semicondutora, um método para fabricar o mesmo e um dispositivo exibidor. Em particular, a presente invenção é relativa a um transistor de efeito de campo que tem características de transistor que podem ser aplicadas a um dispositivo exibidor ou similar, um método para fabricar o mesmo e um dispositivo exibidor.

10 TÉCNICA FUNDAMENTAL

Um transistor de efeito de campo (FET) é um dispositivo de três terminais que tem um eletrodo de porta, um eletrodo de fonte e um eletrodo de dreno. Além disto, o transistor de efeito de campo é um dispositivo eletrônico ativo, em que uma corrente que escoia através de uma camada de canal (uma corrente entre um eletrodo de fonte e um eletrodo de dreno) é controlada por meio de voltagem aplicada a um eletrodo de porta. Em particular, um FET que utiliza como uma camada de canal um filme fino é chamado um FET de filme fino (transistor de filme fino TFT). O dispositivo pode ser formado sobre diversos substratos formados de cerâmica, vidro, plástico ou similar.

20 O TFT acima mencionado tem uma vantagem de ser facilmente formado sobre um substrato que tem uma área relativamente grande uma vez que o TFT utiliza tecnologia de filme fino, e é amplamente utilizado como um dispositivo de acionamento em um dispositivo exibidor de painel plano, tal como um dispositivo exibidor de cristal líquido. Mais especificamente, em um visor de cristal líquido ativo (ALCD), TFTs formados sobre um substrato de vidro são utilizados para ligar e desligar pixels individuais de imagem. Também em um visor LED orgânico de alto desempenho prospectivo (OLED), é imaginado efetivo para acionar com

corrente os pixéis por meio de TFTs. Além disto, um dispositivo exibidor de cristal líquido de alto desempenho é realizado no qual um circuito de TFT, que tem uma função de acionar e controlar toda a imagem, é formado sobre um substrato na vizinhança de uma região exibidora de imagem.

5 Um TFT que é atualmente mais amplamente utilizado é um dispositivo (MIS-FET) transistor de efeito de campo metal-isolante-semicondutor, que utiliza um filme de silício policristalino ou um filme de silício amorfo como um material de camada de canal. Um TFT de silício amorfo é praticamente utilizado para acionamento de pixéis e um TFT de
10 silício policristalino de alto desempenho é praticamente utilizado para controle de acionamento de toda a imagem.

Contudo, é difícil formar o TFT de silício amorfo e o TFT de silício policristalino sobre um substrato tal como uma placa plástica ou um filme plástico, uma vez que um processo de alta temperatura é essencial para
15 a formação do dispositivo.

Nos últimos anos, desenvolvimento ativo tem sido conduzido para realizar um visor flexível utilizando TFTs formados sobre um substrato tal como uma placa de polímero ou um filme de polímero para um circuito acionador de um LCD ou OLED. A atenção é focalizada em um filme
20 semicondutor orgânico que é feito de um material capaz de ser formado sobre um filme plástico ou similar, o qual pode ser formado a uma baixa temperatura.

Por exemplo, pentaceno tem estado sob pesquisa e desenvolvimento para o filme de semicondutor orgânico. O semicondutor orgânico tem um anel aromático. Grande mobilidade portadora é obtida na
25 direção da pilha do anel aromático no momento de cristalização. Por exemplo, é relatado que no caso onde o pentaceno é utilizado para uma camada ativa, a mobilidade portadora é aproximadamente $0,5 \text{ cm}^2(\text{VS})^{-1}$, que é igual àquela de um MOSFET de Si amorfo.

Contudo, o semicondutor orgânico, tal como o pentaceno, tem baixa estabilidade térmica (ele é instável quando a temperatura excede 150°C) e toxidez (é carcinogenicidade). Portanto, um dispositivo prático não foi realizado.

5 A atenção foi recentemente focalizada sobre um material óxido como um material que pode ser aplicado à camada de canal de um TFT.

 Por exemplo, um TFT que utiliza como sua camada de canal um filme fino policristalino de óxido condutivo transparente que contém ZnO como um ingrediente principal esteve sob desenvolvimento ativo. O filme
10 fino pode ser formado a uma temperatura relativamente baixa e, portanto, é possível formar um filme sobre um substrato tal como uma placa de plástico ou um filme plástico. Contudo, no caso de um composto que contém ZnO como um ingrediente principal, uma fase amorfa estável não pode ser formada a uma temperatura ambiente, e uma fase policristalina é formada. Portanto, é
15 difícil aumentar uma sua mobilidade de elétron devido à dispersão de limites de grão policristalino. Em adição, é difícil conseguir reprodutividade nas características de um dispositivo TFT, uma vez que uma forma de grão policristalino e uma sua interconexão são significativamente modificadas dependendo dos métodos de formação de filme.

20 Um transistor de filme fino que utilizam um óxido amorfo baseado no em In-Ga-Zn-O foi relatado por K. Nomura e outros, Nature, 432, 488 (2004). O transistor de filme fino pode ser formado sobre uma placa plástica ou um substrato de vidro a uma temperatura ambiente. O dispositivo mostra uma característica de normalmente desligado com mobilidade de
25 efeito de campo de aproximadamente 6 até 9. Existe também uma vantagem em que o transistor de filme fino é transparente à luz visível.

 Foi estudado na presente invenção um transistor de filme fino que utiliza um óxido que inclui um óxido amorfo de In-Ga-Zn-O. Como resultado, existe o caso onde uma variação em característica do transistor

(característica Id-Vg) de um TFT ocorre, embora uma extensão da variação seja dependente dos materiais de canal ou das condições de fabricação etc.

Quando o TFT é utilizado para, por exemplo, um circuito de pixel de um visor, a variação em característica provoca uma variação em operação de um LED orgânico ou de um elemento de cristal líquido que deve ser acionado, com isto reduzindo finalmente a qualidade de imagem do visor.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

À vista do acima, um objetivo da presente invenção é reduzir a variação acima mencionada na característica.

Exemplos de um fator da variação incluem:

1) uma resistência parasita provocada entre cada um de eletrodos fonte e dreno e um canal;

2) uma variação em relação de posição entre uma porta uma fonte e um dreno.

Especificamente, um primeiro objetivo da presente invenção é desenvolver uma conexão entre o canal de um transistor e cada um de seus eletrodos fonte e dreno, reduzindo com isto a variação em característica.

Um segundo objetivo da presente invenção é fornecer uma estrutura capaz de formar a relação de posição entre a porta, a fonte e o dreno com alta precisão e um seu método de fabricação, reduzindo com isto a variação em característica.

A presente invenção fornece um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como uma camada semicondutora, no qual o filme de óxido inclui um de uma parte de fonte e uma parte de dreno que é adicionada como um de hidrogênio ou de deutério.

A presente invenção também fornece um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como uma camada semicondutora, no qual o filme de óxido inclui uma parte de canal, uma parte de fonte e uma parte de dreno; e uma concentração de um de hidrogênio ou de deutério na

parte de fonte e a parte de dreno é maior do que uma concentração de um de hidrogênio ou de deutério na parte de canal.

O transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção é utilizado para um dispositivo exibidor de acordo com a presente invenção.

Além disto, a presente invenção fornece um método para fabricar um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como uma camada semicondutora que inclui as etapas de: formar o filme de óxido sobre um substrato; e adicionar um de hidrogênio e de deutério a uma porção do filme de óxido para formar uma parte de fonte e uma parte de dreno.

Além disto, a presente invenção fornece um método para fabricar um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como ou uma camada semicondutora, que inclui as etapas de: formar um filme de óxido sobre um substrato; formar um eletrodo de porta sobre o filme de óxido através de um filme de isolamento porta; e adicionar um de hidrogênio ou de deutério ao filme de óxido utilizando um padrão do eletrodo de porta como uma máscara para formar uma parte de fonte e uma parte de dreno no filme de óxido em auto-alinhamento com o padrão do eletrodo de porta.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As figuras 1A e 1B são vistas em seção transversal que ilustram exemplos estruturais de um transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção;

A figura 2 é um diagrama que ilustra uma mudança em resistividade de filme de óxido de In-Ga-Zn-O em um caso onde hidrogênio é adicionado a ele;

As figuras 3A e 3B são vistas em seção transversal que ilustram um método para fabricar um transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção, com a utilização de um método de auto-alinhamento;

As figuras 4A, 4B, 4C e 4D são vistas em seção transversal que ilustram um método para fabricar um transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção;

5 As figuras 5A e 5B são vistas em seção transversal que ilustram exemplos estruturais de um transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção;

A figura 6 é uma vista em seção transversal que ilustra um exemplo estrutural de um transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção;

10 As figuras 7A e 7B são gráficos que ilustram características de TFT de um transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção;

As figuras 8A e 8B são gráficos que ilustram uma característica de histerese do transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção;

15 A figura 9 é um gráfico que ilustra uma relação entre condutividade elétrica de um filme de óxido amorfo de In-Ga-Zn-O e uma pressão parcial de oxigênio durante a formação do filme;

A figura 10 é uma vista em seção transversal que ilustra um aparelho para formar um filme de óxido amorfo;

20 A figura 11 é uma vista em seção transversal que ilustra um exemplo de um dispositivo exibidor de acordo com a presente invenção;

A figura 12 é uma vista em seção transversal que ilustra um outro exemplo de um dispositivo exibidor de acordo com a presente invenção;

25 A figura 13 é um diagrama que ilustra uma estrutura de um dispositivo exibidor no qual pixels que incluem cada um dispositivo EL orgânico e um transistor de filme fino são arranjados de maneira bidimensional.

MELHOR MODO DE REALIZAR A INVENÇÃO

As figuras 1A e 1B são vistas em seção transversal que

ilustram exemplos estruturais de um transistor de efeito de campo de acordo com uma configuração da presente invenção. A figura 1A ilustra um exemplo de uma estrutura de porta superior e a figura 1B ilustra um exemplo de uma estrutura de porta inferior.

5 Nas figuras 1A e 1B são fornecidos sobre um substrato 10, uma camada de canal (filme fino de óxido) 11, uma camada isolante porta 12, um eletrodo de fonte 13, um eletrodo de dreno 14, um eletrodo de porta 15, uma parte de fonte 16, uma parte de dreno 17 e uma parte de canal 18. A camada de canal 11 inclui a parte de fonte 16, a parte de dreno 17 e a parte de canal 18.

10 Como ilustrado na figura 1A, a camada isolante porta 12 e o eletrodo de porta 15 são formados sobre a camada de canal 11 na ordem mencionada, obtendo com isto a estrutura de porta superior. Como ilustrado na figura 1B, a camada isolante porta 12 e a camada de canal 11 são formadas sobre o eletrodo de porta 15 na ordem mencionada, obtendo com isto a estrutura porta inferior. Na figura 1A a parte de fonte e a parte de dreno também servem como o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno, respectivamente. Na figura 1B a parte de canal do transistor e o eletrodo de fonte (eletrodo de dreno) são conectados um com o outro através da parte de fonte (parte de dreno).

15 Como ilustrado em cada uma das figuras 1A e 1B, no transistor de efeito de campo (FET) de acordo com esta configuração, o filme fino de óxido que é a camada de canal 11 inclui a parte de canal 18, a parte de fonte 16 e a parte de dreno 17. A parte de fonte 16 e a parte de dreno 17 são adicionadas com hidrogênio ou deutério para reduzir a sua resistividade. Quando a parte de canal 18 contém hidrogênio ou deutério, a concentração de hidrogênio ou deutério de cada uma da parte de fonte 16 e da parte de dreno 17 é ajustada para um valor maior do que a concentração de hidrogênio ou deutério da parte de canal 18. Existe o caso onde hidrogênio ou deutério é

ativamente adicionado à parte de canal 18 e o caso onde hidrogênio é contido nela sem adicionar o hidrogênio de maneira ativa. Como descrito mais tarde, a condutividade elétrica da parte de fonte (parte de dreno) pode ser aumentada pela adição a ela de hidrogênio ou deutério. Em adição, quando a
5 concentração de hidrogênio ou deutério da parte de fonte e parte de dreno é aumentada para um valor maior do que a concentração de hidrogênio ou deutério da parte de canal 18, a condutividade elétrica da parte de fonte (parte de dreno) pode ser ajustada para um valor maior do que a condutividade elétrica da parte de canal. De acordo com a estrutura, a parte de canal e o
10 eletrodo de fonte (dreno) podem ser eletricamente conectadas uma com a outra com alta confiabilidade, pelo que, um transistor de filme fino que tem pequena variação pode ser idealizado.

Em particular, de acordo com esta configuração, a parte de fonte e a parte de dreno são formadas no filme de óxido. Portanto, conexão
15 elétrica estável pode ser feita em comparação com o caso de uma estrutura convencional na qual o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno são formados diretamente sobre o filme de óxido.

Nesta configuração, uma estrutura de porta superior, uma estrutura de porta inferior, uma estrutura escalonada ou uma estrutura
20 coplanar, podem ser utilizadas de maneira arbitrária como a estrutura do transistor de efeito de campo. À vista da conexão elétrica estável, a estrutura coplanar ilustrada na figura 1A pode ser utilizada. Quando a estrutura coplanar é utilizada, os eletrodos fonte e dreno são diretamente conectados com uma interface entre a camada isolante porta e a camada de canal e
25 conexão elétrica de alta confiabilidade pode ser alcançada.

O transistor de acordo com esta configuração pode ter uma estrutura na qual o eletrodo de porta e a parte de fonte (dreno) são formadas em um auto-alinhamento. Isto é, como descrito mais tarde, hidrogênio é adicionado ao filme de óxido utilizando um padrão do eletrodo de porta como

uma máscara, pelo que, a parte de fonte e a parte de dreno em auto-alinhamento com relação ao padrão do eletrodo de porta são formadas no filme de óxido.

Quando o método de auto-alinhamento é o utilizado, um transistor pode ser realizado, no qual a superposição entre a parte de fonte (dreno) e o eletrodo de porta é pequena e uniforme. Como resultado, uma capacitância parasita do transistor, que é provocada em uma porção de superposição entre o eletrodo de porta e a parte de dreno, pode ser reduzida e tornada uniforme. Devido à pequena capacitância parasita, operação de alta velocidade pode ser realizada. Devido à capacitância parasita uniforme pode ser realizado um excelente transistor em características uniformes.

(Partes de fonte e dreno)

Como descrito anteriormente, a parte de fonte 16 e a parte de dreno 17 são adicionadas com hidrogênio ou deutério para reduzir a sua resistividade. Os inventores da presente invenção descobriram que quando oxigênio ou deutério é adicionado a um filme fino amorfo de In-Ga-Zn-O, a condutividade elétrica do filme fino de óxido se torna maior. No caso em que a parte de canal 18 contém hidrogênio ou deutério a concentração de hidrogênio ou deutério de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno é aumentada até um valor maior do que a concentração de hidrogênio ou deutério da parte de canal, de modo que a conexão elétrica pode ser melhorada.

A figura 2 é um gráfico característico que ilustra um exemplo de uma relação entre uma quantidade de implantação de íon hidrogênio e resistividade. A figura 2 ilustra uma mudança em condutividade elétrica para a quantidade de implantação de íon hidrogênio no caso onde íons são implantados em um filme fino de InGaZnO₄ que tem uma espessura de filme de aproximadamente 500 nm. A abscissa (eixo x) é uma representação logarítmica da quantidade de implantação de íon hidrogênio por área unitária

e a ordenada (eixo y) é uma representação logarítmica da resistividade. Portanto, hidrogênio pode ser adicionado ao filme de óxido amorfo para controlar a condutividade elétrica.

Quando hidrogênio ou deutério é adicionado à parte de fonte e à parte de dreno, a condutividade elétrica delas pode ser aumentada. Quando a parte de canal contém hidrogênio ou deutério, a concentração de hidrogênio de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno é aumentada até um valor maior do que a concentração de hidrogênio da parte de canal. Portanto, a condutividade elétrica de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno pode ser ajustada para um valor maior do que a condutividade elétrica da parte de canal. Como descrito acima, quando cada uma da parte de fonte e da parte de dreno é feita de um material substancialmente idêntico (exceto para a concentração de hidrogênio) àquele da parte de canal, conexão elétrica satisfatória entre a parte de canal e cada um do eletrodo de fonte e do eletrodo de dreno pode ser realizada. Isto é, o eletrodo de fonte (dreno) é conectado com a parte de canal através da parte de fonte (dreno) com isto realizando a conexão elétrica satisfatória.

Nesta configuração, qualquer resistividade que seja menor do que a resistividade da parte de canal pode ser utilizada como a resistividade de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno. A resistividade de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno pode ser igual a ou menor do que 1/10 da resistividade da parte de canal. Quando a resistividade de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno se torna igual a ou menor do que 1/1000 da resistividade da parte de canal, a parte de fonte (dreno) pode ser utilizada como um eletrodo de fonte (dreno).

A quantidade de mudança em resistividade para uma mudança em concentração de hidrogênio depende de uma composição do filme de óxido, de sua qualidade de filme, ou similar. Por exemplo, quando íons de hidrogênio de aproximadamente 10^{17} ($1/\text{cm}^3$) por volume são implantados em

um filme fino de In-Ga-Zn-O que tem aproximadamente 1000 Ωcm , a sua resistividade pode ser reduzida para aproximadamente alguns 50 Ωcm . Quando íons de hidrogênio de aproximadamente 10^{19} ($1/\text{cm}^3$) são implantados, a resistividade pode ser reduzida para aproximadamente 0,5 Ωcm . Uma faixa de concentração de hidrogênio adicionado a cada uma da parte de fonte e da parte de dreno depende da estrutura do filme de óxido, porém uma concentração pode ser igual a ou maior do que $10^{17}/\text{cm}^3$. Em particular, quando uma concentração igual a ou maior do que aproximadamente $10^{19}/\text{cm}^3$ é ajustada, a condutividade elétrica de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno se torna maior, de modo que a parte de fonte e a parte de dreno podem ser utilizadas como o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno.

Como descrito acima, dependendo de uma condição de formação do filme, o filme de óxido pode conter hidrogênio sem adição ativa de hidrogênio em alguns casos. Portanto, existe o caso onde a parte de canal contém hidrogênio sem adicionar hidrogênio de maneira ativa. Mesmo em tal caso, para formar a parte de fonte e a parte de dreno, hidrogênio é adicionado em um processo posterior, de tal modo que uma quantidade de hidrogênio que excede a quantidade de hidrogênio contido na parte de canal é introduzida para a parte de fonte e a parte de dreno. Portanto, a estrutura e o efeito como descritos acima podem ser realizados.

Um método de reduzir localmente uma quantidade de hidrogênio em uma porção do filme de óxido também pode ser empregada para utilizar a porção como a parte de canal.

A concentração de hidrogênio pode ser avaliada por meio da medição que utiliza SIMS (espectrometria de massa de íon secundário). Dependendo do aparelho de avaliação, um limite de detecção é aproximadamente $10^{17}/\text{cm}^3$. Um valor igual a ou menor do que o limite de detecção pode ser calculado de maneira indireta por meio de uma

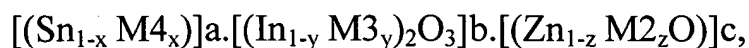
extrapolação com base em uma relação linear entre um parâmetro de processo de adição de hidrogênio (pressão parcial de oxigênio no momento de formação do filme ou quantidade de implantação de íon como descrito mais tarde) e a quantidade de hidrogênio contido no filme fino.

5 Em cada uma das figuras 1A e 1B a parte de fonte única e a parte de dreno único são formadas. Como ilustrado na figura 6, diversas partes de fonte 16a e 16b e diversas partes de dreno 17a e 17b podem ser fornecidas. As partes de fonte 16a e 16b têm diferentes condutividades elétricas. As partes de dreno 17a e 17b têm diferentes condutividades
10 elétricas. A condutividade elétrica pode aumentar em ordem para a parte de canal 18, a parte de fonte 16a e a parte de fonte 16b. Além disto, a condutividade elétrica pode aumentar em ordem para a parte de canal 18, parte de dreno 17a e parte de dreno 17b. Para obter tal estrutura é somente necessário aumentar a quantidade adicional de íon hidrogênio em ordem da
15 parte de canal 18, parte de fonte 16a e parte de fonte 16b para aumentar a quantidade adicional de hidrogênio em ordem da parte de canal 18, parte de dreno 17a e parte de dreno 17b.

(Camada de canal; filme de óxido)

20 Qualquer material que seja um óxido pode ser utilizado como o material da camada de canal (filme de óxido). Exemplos do material incluem óxido de In e óxido de Zn a partir dos quais uma grande mobilidade pode ser obtida. Além disto, a camada de canal pode ser feita de óxido amorfo. Quando o filme de óxido amorfo seguinte é adicionado com hidrogênio, a condutividade elétrica pode ser aumentada de maneira efetiva.

25 Em particular, componentes da camada de canal feita de óxido amorfo são representados por



$$\text{onde } 0 \leq x \leq 1; 0 \leq y \leq 1; 0 \leq z \leq 1,$$

$$0 \leq a \leq 1; 0 \leq b \leq 1; 0 \leq c \leq 1 \text{ e}$$

$$a + b + c = 1,$$

M4 é um elemento do grupo VI (Si, Ge ou Zr) que tem um número atômico menor do que aquele de Sn,

M3 é Lu ou um elemento do grupo III (B, Al, Ga ou Y)

5 que tem um número atômico menor do que aquele de In, e

M2 é um elemento do grupo II (Mg ou Ca) que tem um número atômico menor do que aquele de Zn.

Em particular, $[(In_{1-y} Ga_y)_2O_3]_b \cdot [(ZnO)]_c$, onde

$$0 \leq y \leq 1; 0 \leq b \leq 1, e 0 \leq c \leq 1 e$$

10 $[SnO_2]_a \cdot [(In_2O_3)]_b \cdot [(ZnO)]_c$, onde

$$0 \leq a \leq 1; 0 \leq b \leq 1, e 0 \leq c \leq 1 \text{ são preferíveis.}$$

Por exemplo, um filme de óxido amorfo pode ser realizado com base em uma composição unitária, binária ou ternária localizada em uma região interna de um triângulo no qual SnO_2 , In_2O_3 e ZnO são ajustados nos

15 vértices. Dependendo de uma relação de composição da composição ternária, existe o caso onde cristalização é feita em uma faixa de relação de composição. Por exemplo, com relação à composição binária que inclui dois de três tipos de compostos como descrito acima (composição localizada em um lado do triângulo), um filme amorfo de In-Zn-O pode ser formado com

20 uma composição na qual In é contido nela em porcentagem atômica igual a ou mais do que aproximadamente 80 % ou mais, e um filme amorfo de Sn-In-O pode ser formado com uma composição na qual In é contido nela em porcentagem atômica de aproximadamente 80%.

Além disto, um óxido amorfo pode conter In, Ga, e Zn.

25 Os inventores da presente invenção estudaram um transistor de filme fino no qual o óxido amorfo é aplicado à camada de canal. Como resultado do estudo foi descoberto que um filme de óxido amorfo semi-isolante que tem uma condutividade elétrica de 10 S/cm ou mais, e 0,0001 S/cm ou menos, pode ser aplicado ao canal, para obter excelentes

características de TFT. Dependendo de uma composição de material do canal, para obter a condutividade elétrica, um filme de óxido amorfo pode ser formado, o qual tem uma concentração de elétron portador de aproximadamente 10^{14} até $10^{18}/\text{cm}^3$.

5 Quando a condutividade elétrica é 10 S/cm ou mais, um transistor normalmente desligado não pode ser formado e a relação ligado/desligado não pode ser feita grande. Em casos extremos, mesmo se a voltagem de porta é aplicada, a corrente entre os eletrodos fonte e dreno não é computada ligada/desligada, e a operação do transistor não é observada.

10 Por outro lado, no caso de um isolante, em outras palavras, quando a condutividade elétrica é igual a ou menor do que 0,0001 S/cm, a corrente ligada não pode ser feita grande. Em casos extremos, mesmo se a voltagem de porta é aplicada, a corrente entre os eletrodos fonte e dreno não é comutada ligada/desligada e a operação do transistor não é observada.

15 Por exemplo, a condutividade elétrica de um óxido utilizado para a camada de canal pode ser controlada controlando a pressão parcial de oxigênio no momento de formação do filme. Mais especificamente, controlando a pressão parcial de oxigênio, a quantidade de vacância de oxigênio no filme fino é controlada de maneira principal, pelo que, a
20 concentração portadora de elétron é controlada. A figura 9 é um diagrama que ilustra a dependência tomada como exemplo da condutividade elétrica na pressão parcial de oxigênio quando um filme fino de óxido de In-Ga-Zn-O é formado por bombardeamento. Na realidade, controlando de maneira elevada a pressão parcial de oxigênio, um filme semi-isolante que é um filme de óxido
25 amorfo com uma propriedade semi-isolante que tem uma concentração de portador de elétron de 10^{14} até $10^{18}/\text{cm}^3$ pode ser obtido. Utilizando o filme fino como descrito acima para a camada de canal, um TFT satisfatório pode ser formado. Como ilustrado na figura 9, formando um filme com uma pressão parcial de oxigênio de tipicamente aproximadamente 0,005 Pa, um

filme fino semi-isolante pode ser obtido. Quando a pressão parcial de oxigênio é 0,001 Pa ou menos, o filme fino formado é isolante, ao mesmo tempo em que, quando a pressão parcial de oxigênio é 0,01 Pa ou mais, a condutividade elétrica é tão elevada que o filme é inadequado para uma
5 camada de canal de um transistor.

Diversos filmes de óxido amorfo formados em diferentes pressões parciais de oxigênio, foram preparados e suas propriedades de transporte foram comparadas. Na formação de um filme a atmosfera é ajustada para avaliar uma propriedade de transporte de elétron. Quando a
10 pressão parcial de oxigênio aumenta, existe a tendência de aumentar ambas, a concentração de portador e a mobilidade de elétron. Medição de mobilidade Hall é empregada para a avaliação.

No caso de um semiconductor genérico de Si, Ga, As, ZnO, etc., quando aumenta a concentração portadora a mobilidade de elétron reduz
15 devido a, por exemplo, a interação entre carreadores e dopante. Por outro lado, no caso do filme de óxido amorfo utilizado nesta configuração, a mobilidade de elétron aumenta com um aumento na concentração de portador de elétron. Quando uma voltagem é aplicada ao eletrodo de porta, elétrons podem ser implantados na camada de canal do óxido amorfo. Portanto, uma
20 corrente escoada entre o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno, um estado ligado é obtido entre ambos os eletrodos. No caso do filme de óxido amorfo nesta configuração, quando a concentração de portador de elétron aumenta, a mobilidade de elétron se torna maior, de modo que uma corrente que escoada para o transistor que está no estado ligado pode ser feita maior. Isto é, uma
25 corrente de saturação e uma relação ligado/desligado pode ser feita maior.

(Camada isolante porta)

No caso do transistor de efeito de campo de acordo com esta configuração, qualquer material que tem uma propriedade isolante satisfatória pode ser utilizado para a camada isolante porta 12. Por exemplo, Al_2O_3 , Y_2O_3 ,

HfO₂ ou um composto misturado que inclui no mínimo dois destes compostos, pode ser utilizado para a camada isolante porta 12. Portanto, cada uma de uma corrente de vazamento que escoar entre o eletrodo de fonte e o eletrodo de porta, e uma corrente de vazamento que escoar entre o eletrodo de dreno e o eletrodo de porta pode ser reduzida para aproximadamente 10⁻⁷ ampères.

(Eletrodos)

Qualquer material que tem condutividade elétrica satisfatória e pode fazer conexão elétrica com a parte de fonte 16 e a parte de dreno 17 pode ser utilizado para cada um do eletrodo de fonte 13, eletrodo de dreno 14. Qualquer material pode também ser utilizado para o eletrodo de porta 15. Por exemplo, um filme condutor transparente composto de In₂O₃:Sn, ZnO, ou similar, ou um filme de metal composto de Au, Pt, Al, Ni, ou similar, pode ser utilizado.

Quando cada uma da parte de porta e da parte de dreno tem condutividade elétrica suficiente, os eletrodos podem ser omitidos como mostrado na figura 1A.

As figuras 1B, 5A e 5B ilustram, cada uma, um exemplo estrutural no qual o eletrodo de fonte 13 e o eletrodo de dreno 14 são fornecidos. Na figura 5A uma camada isolante 19 é fornecida na estrutura e ilustrada na figura 1A, e o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno são conectados com a parte de fonte e a parte de dreno através de vias.

(Substrato)

Um substrato vidro, um substrato plástico, ou um filme plástico ou similar, pode ser utilizado como o substrato 10.

A camada de canal e a camada isolante porta, como descrito acima, são transparentes à luz visível. Portanto, quando um material transparente é utilizado para os eletrodos e o substrato, um transistor de filme fino transparente pode ser produzido.

(Características TFT)

O transistor de efeito de campo tem um dispositivo de três terminais que inclui o eletrodo de porta 15, o eletrodo de fonte 13 e o eletrodo de dreno 14. O transistor de efeito de campo é um dispositivo eletrônico ativo que tem uma função para controlar uma corrente I_d que escoar para o canal baseado em uma voltagem V_g aplicada ao eletrodo de porta. Isto possibilita controlar a corrente I_d que escoar entre o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno.

As figuras 7A e 7B ilustram características típicas do transistor de efeito de campo de acordo com esta configuração. Enquanto uma voltagem V_d de aproximadamente 5 V é aplicada entre o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno, a voltagem porta V_g a ser aplicada é comutada entre 0 V e 5 V, a corrente I_d (unidade μA) que escoar entre o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno pode ser controlada (comutada ligada/desligada). A figura 7A ilustra um exemplo de uma característica I_d - V_d em cada V_g , e a figura 7B ilustra um exemplo de característica I_d - V_g (característica de transferência) em V_d de 6 V.

(Histerese)

Redução em histerese, que é um dos efeitos desta configuração, será descrita com referência às figuras 8A e 8B. A histerese significa que, como mostrado nas figuras 8A e 8B, no caso onde uma característica de transferência TFT é avaliada, quando V_g é varrida (subida e descida) enquanto V_d é mantida, uma mudança em valor de I_d durante a subida da voltagem é diferente daquela durante a queda da voltagem. Quando a histerese é grande, o valor de I_d obtido ao ajustar V_g varia. Portanto, um dispositivo que tem pequena histerese pode ser utilizado.

As figuras 8A e 8B ilustram exemplos das características de transferência TFT no caso de uma estrutura convencional na qual o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno são diretamente formados sobre o filme de

óxido e a característica de transferência TFT no caso da estrutura nesta configuração na qual a parte de fonte e a parte de dreno, cada uma das quais tem uma alta concentração de hidrogênio, são fornecidas. A estrutura convencional apresenta característica de histerese como ilustrada na figura 8A. Em contraste com isto, quando a parte de fonte e a parte de dreno, cada uma das quais é adicionada com hidrogênio, são ainda fornecidas como nesta configuração, o dispositivo que tem pequena histerese como mostrado na figura 8B pode ser obtido.

Quando o canal é conectado com o eletrodo de fonte (dreno) através da parte de fonte (dreno) adicionada com hidrogênio, a quantidade de cargas aprisionadas em uma porção de conexão pode ser reduzida para reduzir a histerese.

(Método de fabricação)

O transistor de efeito de campo descrito acima pode ser fabricado pelo método de fabricação a seguir.

Isto é, o método de fabricação inclui uma etapa de formar o filme de óxido que é a camada de canal, e uma etapa de adicionar hidrogênio a porções do filme de óxido para formar a parte de fonte e a parte de dreno.

Um método para formar antecipadamente um filme de óxido que tem um valor de resistência adequado para fornecer a parte de canal e então adicionar hidrogênio a porções do filme de óxido para formar a parte de fonte e a parte de dreno pode ser utilizado.

Alternativamente, um método pode ser utilizado, no qual um filme de óxido que tem um valor de resistência ligeiramente menor do que o valor de resistência adequado para fornecer a parte de canal é formado antecipadamente e então uma concentração de hidrogênio de uma porção do filme de óxido é reduzida para formar a parte de canal. O método anterior é adequado porque ele é fácil para controlar a concentração de oxigênio.

Diversos métodos de deposição tal como um método de

bombardeamento (método SP), um método de deposição a pulso de laser (método PLD) ou um método de deposição com feixe de elétrons, podem ser utilizados como um método para formar o filme de óxido. O método SP é adequado à vista de produtividade em massa. Contudo, o método de formação de filme não está limitado a estes métodos. Uma temperatura de um substrato durante a formação de filme pode ser mantida substancialmente na temperatura ambiente, sem aquecimento intencional.

Método tal como implantação de íon de hidrogênio, processamento de plasma de hidrogênio, processamento de atmosfera de hidrogênio ou difusão a partir de um filme adjacente que contém hidrogênio, podem ser utilizados como um método de adicionar hidrogênio ao filme de óxido. Dos métodos, o método de implantação de íon é adequado à vista do controle de um teor hidrogênio. Um íon H^+ , um íon H^- , um íon D^+ , (íon de deutério), um íon H_2^+ (íon de hidrogênio molecular), ou similar, pode ser utilizado como espécimes de íon para o método de implantação de íon. Em contraste com isto, o processamento de plasma de hidrogênio é adequado à vista da produção.

Por exemplo, o processamento de plasma de hidrogênio pode ser realizado utilizando um aparelho CVD de plasma do tipo placa paralela ou um aparelho de gravação de plasma do tipo RIE.

Em seguida, um processo de auto-alinhamento nesta configuração será descrito.

Neste método, para formar a parte de fonte e a parte de dreno, hidrogênio é adicionado ao filme de óxido utilizando o padrão do eletrodo de porta localizado acima da camada de canal, como uma máscara. De acordo com o método, a parte de fonte e a parte de dreno podem ser formadas em auto-alinhamento com o eletrodo de porta.

O processo de auto-alinhamento nesta configuração com relação a um exemplo da ilustração de transistor de filme fino de porta

superior ilustrado na figura 1A será descrito com referência às figuras 3A e 3B.

Primeiro, o filme de óxido, que é a camada de canal 11, é formado sobre o substrato 10 por moldagem. Em seguida a camada isolante porta 12 é depositada. Então, o eletrodo de porta 15 é formado por moldagem. Em uma etapa de adição de hidrogênio, hidrogênio é adicionado ao filme de óxido por meio de um método tal como implantação de íon de hidrogênio ou processamento de plasma de hidrogênio utilizando o eletrodo de porta como a máscara (figura 3A), formando com isto a parte de fonte 16 e a parte de dreno 17 (figura 3B). Depois disto, recozimento pode ser realizado para uniformizar a quantidade de hidrogênio.

Portanto, o transistor coplanar pode ser facilmente produzido pelo método de auto-alinhamento de adicionar hidrogênio à camada de canal 11 utilizando o eletrodo de porta 15 como uma máscara.

Quando tal método é utilizado, a superposição entre o eletrodo de porta e cada uma das partes de fonte e dreno pode ser reduzida. A superposição inibe a operação de alta velocidade do transistor, uma vez que a superposição atua como um capacitor (capacitor parasita). Uma variação em superposição provoca uma variação na característica do transistor. Quando o processo de auto-alinhamento é utilizado, uma capacitância parasita do transistor que é provocada em uma porção de superposição entre o eletrodo de porta e cada uma das partes de fonte e dreno, pode ser reduzida e tornada uniforme. Como resultado é possível produzir um transistor que tem capacidade de acionamento elevada e uniformidade excelente.

Quando o método é utilizado, a relação de posição entre a porta, a fonte e o dreno pode se determinada de maneira automática sem alinhamento de máscara tem probabilidade de provocar um erro. Uma vez que o método de auto-alinhamento é utilizado, alinhamento de máscara em alta precisão é desnecessário. Uma margem de alinhamento de máscara para

permitir um erro provocado no alinhamento de máscara é também desnecessária, de modo que um tamanho do dispositivo pode ser reduzido.

O método pode ser realizado em processo de baixa temperatura, de modo que o transistor de filme fino pode ser formado sobre o substrato tal como placa de plástico ou o filme plástico.

De acordo com esta configuração, o número de processos de gravação e o número de processos de desprendimento podem ser reduzidos para formar a fonte e o dreno. Portanto, conexão de eletrodo semicondutor pode ser realizada em um processo de baixo custo com excelente estabilidade.

Um dispositivo exibidor pode ser produzido no qual o dreno que corresponde a um terminal de saída do transistor de efeito de campo é conectado com um eletrodo de um elemento exibidor tal como um elemento eletroluminescente (EL) orgânico ou inorgânico, ou um elemento de cristal líquido. Um exemplo estrutural de um dispositivo exibidor específico será descrito abaixo com referência a uma vista em seção transversal de dispositivo exibidor.

Por exemplo, como ilustrado na figura 11, um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido (camada de canal) 112, um eletrodo de fonte 113, um eletrodo de dreno 114, um filme isolante porta 115 e um eletrodo de porta 116, é formado sobre uma base 111. O eletrodo de dreno 114 é conectado com um eletrodo 118 através de uma intercamada de filme isolante 117. O eletrodo 118 está em contato com uma camada emissora de luz 119. A camada emissora de luz 119 está em contato com o eletrodo 120. De acordo com tal estrutura, uma corrente injetada na camada emissora de luz 119 pode ser controlada com base em um valor de corrente que escoar entre o eletrodo de fonte 113 e o eletrodo de dreno 114 através do canal formado no filme de óxido 112. Portanto, a corrente injetada para a camada emissora de luz 119 pode ser controlada com base em uma voltagem aplicada ao eletrodo de porta 116 do transistor de efeito de campo. O eletrodo 118, a

camada emissora de luz 119 e o eletrodo 120 compõem um elemento eletroluminescente inorgânico ou orgânico.

Alternativamente, como ilustrado na figura 12, o eletrodo de dreno 114 é estendido para também servir como um eletrodo 118, de modo que uma estrutura pode ser fornecida na qual o eletrodo de dreno 114 é utilizado como o eletrodo 118 para aplicar uma voltagem a uma célula de cristal líquido ou célula de partícula de eletroforese 123 ensanduichada entre filmes de alta resistência 121 e 122. A célula de cristal líquido ou célula de partícula de eletroforese 123, os filmes de alta resistência 121 e 122, o eletrodo 118 e o eletrodo 120 compõem um elemento exibidor. Uma voltagem aplicada ao elemento exibidor pode ser controlada com base em um valor de voltagem do eletrodo de dreno 114. Portanto, a voltagem aplicada a um elemento exibidor pode ser controlada com base em uma voltagem aplicada ao eletrodo de porta 116 do TFT. Quando um meio exibidor do elemento exibidor é uma cápsula na qual um fluido e partículas são vedadas em um revestimento isolante, os filmes de alta resistência 121 e 122 são desnecessários.

Nos dois exemplos acima mencionados do transistor de efeito de campo, a estrutura coplanar de porta superior é tipicamente mostrada. Contudo, esta configuração não é limitada necessariamente a esta estrutura. Por exemplo, a conexão entre o eletrodo de dreno que é o terminal de saída do transistor de efeito de campo e o elemento exibidor é topologicamente a mesma, uma outra estrutura tal como a estrutura escalonada pode ser empregada.

Nos dois exemplos, o exemplo no qual o par de eletrodos para acionar o elemento exibidor são fornecidos em paralelo com a base, está mostrado. Contudo, esta configuração não está necessariamente limitada a tal estrutura. Por exemplo, a conexão entre o eletrodo de dreno que é o terminal de saída do transistor de efeito de campo e o elemento exibidor é

topologicamente a mesma, qualquer um dos eletrodos ou ambos os eletrodos podem ser fornecidos perpendiculares à base.

Nos dois exemplos, somente um transistor de efeito de campo conectado com o elemento exibidor é mostrado. Contudo, esta configuração não está necessariamente limitada a tal estrutura. Por exemplo, o transistor de efeito de campo mostrado no desenho pode ser conectado com um outro transistor de efeito de campo de acordo com esta configuração. É apenas necessário que o transistor de efeito de campo ilustrado no desenho seja fornecido em um estágio final de um circuito que inclui transistores de efeito de campo.

No caso onde o par de eletrodos para acionar o elemento exibidor são fornecidos em paralelo com a base, quando o elemento exibidor é um elemento EL ou um elemento exibidor de reflexão tal como um elemento cristal líquido de reflexão, é necessário que qualquer um dos eletrodos seja transparente para o comprimento de onda da luz emitida ou o comprimento de onda da luz refletida. Alternativamente, no caso de um dispositivo exibidor tal como um elemento de cristal líquido do tipo de transmissão, é necessário que cada um dos eletrodos seja transparente à luz transmitida.

Todos os elementos que compõem o transistor de efeito de campo de acordo com esta configuração também podem ser feitos transparentes, com o resultado que um elemento exibidor transparente pode ser produzido. Tal elemento exibidor pode ser fornecido sobre uma base resistente a baixo calor, tal como um substrato plástico de resina que é de peso leve, flexível e transparente.

Em seguida, um dispositivo exibidor no qual pixels, cada um dos quais inclui um elemento EL (elemento EL orgânico neste caso) e transistores de efeito de campo, são arranjados bidimensionalmente, serão descritos com referência à figura 13.

Na figura 13, um transistor 181 aciona uma camada orgânica EL 184 e um transistor 182 seleciona um pixel. Um capacitor 183 que é utilizado para manter um estado selecionado e localizado entre uma linha de eletrodo comum 187 e a porção fonte do transistor 182, armazena cargas para
5 manter um sinal aplicado à porta do transistor 181. A seleção de pixel é determinada por uma linha de eletrodo de varredura 185 e uma linha de eletrodo de sinal 186.

Para ser mais específico, um sinal de imagem é aplicado como um sinal de pulso a partir de um circuito acionador (não mostrado) para um
10 eletrodo de porta através da linha de eletrodo de varredura 185. Ao mesmo tempo, um sinal de pulso é aplicado a partir de um outro circuito acionador (não mostrado) para o transistor 182 através da linha de eletrodo de sinal 186, com isto selecionando um pixel. Neste momento o transistor 182 é ligado para armazenar cargas no capacitor 183 localizado entre a linha de eletrodo de
15 sinal 186 e a fonte do transistor 182. Portanto, uma voltagem de porta do transistor 181 é mantida em uma voltagem desejável, de modo que o transistor é ligado. Tal estado é mantido até que um próximo sinal seja recebido. Durante um estado no qual o transistor 181 está sendo ligado, uma voltagem e uma corrente estão sendo supridas para a camada orgânica EL 184
20 para manter a emissão de luz.

No exemplo estrutural ilustrado na figura 13, cada pixel inclui dois transistores e um capacitor. Para melhorar o desempenho, um número maior de transistores e similares pode ser incorporado. É essencial que um transistor de efeito de campo de In-Ga-Zn-O que é o transistor de efeito de
25 campo transparente de acordo com esta configuração que pode ser formado em uma baixa temperatura seja utilizado para uma porção transistor. Portanto, um elemento EL efetivo é obtido.

A seguir, exemplos da presente invenção serão descritos com referência aos desenhos anexos.

(Exemplo 1)

Neste exemplo o dispositivo TFT porta superior que tem a estrutura coplanar como ilustrada na figura 1A foi fabricado.

5 Com relação a um método de fabricação, o método de auto-alinhamento ilustrado nas figuras 3A e 3B foi aplicado a este exemplo.

Um óxido amorfo de In-Ga-Zn-O foi utilizado para a camada de canal 11. Um método de implantação de íon de hidrogênio foi utilizado para formar a parte de fonte e a parte de dreno.

10 Primeiro, o filme de óxido amorfo como a camada de canal 11 foi formado sobre o substrato de vidro 10 (fabricado por Corning Incorporated, 1737). Neste exemplo o filme de óxido amorfo de In-Zn-Ga-O foi formado por bombardeamento com radio frequência sob uma atmosfera mista de gás argônio e gás oxigênio.

15 Um aparelho de bombardeamento para formação de filme como ilustrado na figura 10 que inclui uma amostra 51, um alvo 52, uma bomba de vácuo 53, um medidor de vácuo 54, um meio de sustentação de substrato 55, um meio de controle de vazão de gás 56 fornecido para os respectivos sistemas de produção de gás, um meio de controle de pressão 57 e uma câmara de formação de filme 58, foram utilizados.

20 Isto é, o aparelho de bombardeamento para formação de filme foi utilizado, o qual inclui a câmara de formação de filme 58, a bomba de vácuo 53 para evacuar a câmara de formação de filme, o meio de sustentação de substrato 55 para sustentar o substrato sobre o qual o filme de óxido é formado na câmara de formação de filme e a fonte de material sólido (alvo)
25 52 oposta ao meio de sustentação de substrato e ainda incluindo uma fonte de energia (fonte de energia de rádio frequência que não está mostrada), para evaporar um material da fonte de material sólido, e um meio para suprir um gás oxigênio para o interior da câmara de formação de filme.

Foram fornecidos três sistemas de introdução de gás para

argônio, oxigênio e gás misturado de argônio e oxigênio ($\text{Ar}:\text{O}_2 = 80:20$). Com o meio de controle de vazão de gás 56 capaz de controlar de maneira independente as vazões dos respectivos gases e o meio de controle de pressão 57 para controlar a velocidade de descarga, uma atmosfera de gás 5 predeterminada foi capaz de ser obtida na câmara de formação de filme.

Neste exemplo, um material sinterizado policristalino que tem uma composição de InGaO_3 (ZnO) que tem um tamanho de duas polegadas (5 cm) foi utilizado como o alvo (fonte de material) e a potência RF aplicada foi 100 W. A pressão total da atmosfera quando o filme foi formado era 0,5 Pa, 10 onde a relação de escoamento de gás era $\text{Ar}:\text{O}_2 = 100:1$. A velocidade de formação de filme era 13 nm/min, e a temperatura do substrato era 25°C.

Com relação ao filme obtido, quando observação do ângulo de difração de raios-X (método de filme fino, ângulo incidente era 0,5°) foi realizada aproximadamente na superfície do filme, nenhum pico de difração 15 claro foi detectado, o que mostra que o filme fabricado de In-Zn-Ga-O era um filme amorfo.

Além disto, como resultado de análise do padrão utilizando elipsometria espectroscópica aplicada, foi descoberto que a raiz média quadrada da rugosidade (R_{rms}) do filme fino era aproximadamente 0,5 nm, e 20 a sua espessura de filme era aproximadamente 60 nm. Como resultado de espectroscopia de fluorescência de raios-X (XRF), a relação de composição de metais no filme fino era $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 38:37:25$.

A condutividade elétrica era aproximadamente 10^{-2} S/cm, concentração de portador de elétron era 4×10^{16} / cm^3 e a mobilidade de elétron 25 estimada era aproximadamente 2 cm^2/Vs .

A partir da análise do espectro de absorção de luz, a largura de energia da banda proibida do filme de óxido amorfo fabricado era aproximadamente 3 eV.

Em seguida, a camada isolante porta 12 foi formada por

moldagem utilizando um método de fotolitografia e um método de desprendimento. A camada isolante porta foi obtida formando um filme de Y_2O_3 em uma espessura de 150 nm utilizando um método de deposição de feixe de elétrons. Uma constante dielétrica relativa do filme de Y_2O_3 era
5 aproximadamente 15.

Além disto, o eletrodo de porta 15 foi formado utilizando um método de fotolitografia e um método de desprendimento. O seu comprimento de canal era 40 μm enquanto sua largura de canal era de 200 μm . O eletrodo foi feito de Au e tinha uma espessura de 30 nm.

10 Em seguida, íon de hidrogênio (ou deutério) foi implantado no filme fino de óxido amorfo (figura 3A) para formar a parte de fonte e a parte de dreno na camada de canal (figura 3B). Durante a implantação de íon como ilustrado na figura 3A, íons de hidrogênio foram implantados na camada de canal através da camada isolante porta.

15 De acordo com tal maneira, o eletrodo de porta foi utilizado como uma máscara e a parte de fonte e a parte de dreno foram arranjadas em auto-alinhamento correspondendo ao padrão do eletrodo de porta.

Na implantação de íon, H^+ (próton) foi utilizado como o espécime de íon, e uma voltagem de aceleração foi 20 kV. Kaiser. Uma
20 quantidade de radiação de íon por área foi capaz de ser ajustada a aproximadamente 1×10^{13} ($1/cm^2$) até 1×10^{17} ($1/cm^2$). Um espécime ao qual íons de deutério D^+ são implantados foi preparado separadamente como no caso acima mencionado.

A análise de composição foi realizada utilizando um SIMS
25 para avaliar um teor de hidrogênio. Uma concentração de hidrogênio de um filme fino de um espécime irradiado com íons a 1×10^{15} ($1/cm^2$) era aproximadamente 2×10^{19} ($1/cm^3$). Portanto, por exemplo, no caso de um espécime no qual uma quantidade de radiação de íon era 1×10^{13} ($1/cm^2$), uma concentração de hidrogênio não era capaz de ser medida porque era igual ou

menor do que o limite de detecção. Contudo, foi capaz de ser avaliado que a concentração de hidrogênio era aproximadamente 2×10^{17} ($1/\text{cm}^3$).

A quantidade de irradiação de íon hidrogênio de cada um da parte de fonte e da parte de dreno no transistor de filme fino de acordo com este exemplo foi ajustada para 1×10^{16} ($1/\text{cm}^2$). A concentração de hidrogênio foi avaliada ser aproximadamente 2×10^{20} ($1/\text{cm}^3$). Condutividade elétrica de um espécime preparado separadamente foi avaliada. A condutividade elétrica era aproximadamente 80 S/cm. Neste exemplo cada um da parte de fonte e da parte de dreno tinha condutividade elétrica suficiente elevada, de modo que a estrutura ilustrada na figura 1A com a omissão de um eletrodo de fonte e um eletrodo de dreno foi empregada.

(Exemplo comparativo 1)

Em um exemplo comparativo, um dispositivo que tem uma estrutura na qual um eletrodo de fonte e um eletrodo de dreno foram formados diretamente sobre um filme de óxido, foi produzido. Uma camada de óxido amorfo foi formada sobre um substrato. Depois disto, o eletrodo de fonte, o eletrodo de dreno, uma camada isolante porta e um eletrodo de porta foram formados por moldagem. O método de auto-alinhamento não foi utilizado. A formação de cada camada foi realizada com base no exemplo 1. Um eletrodo de Au tendo uma espessura de 30 nm foi utilizado como cada um do eletrodo de fonte e do eletrodo de dreno.

(Avaliação de características do dispositivo TFT)

As figuras 7A e 7B ilustram características de corrente-voltagem tomadas como exemplo do dispositivo TFT, medidas a uma temperatura ambiente. A figura 7A ilustra as características I_d - V_d enquanto a figura 7B ilustra as características I_d - V_g . Como mostrado na figura 7A, quando a voltagem de porta predeterminada V_g foi aplicada e a dependência da corrente I_d fonte-dreno na voltagem dreno V_d juntamente com variação de V_d foi medida, o comportamento de um transistor semiconductor típico, isto é,

saturação (pinçamento) em um momento quando V_d era aproximadamente 6 V, foi exibida. Com relação às características de ganho, quando V_d de 4 V foi aplicada, o valor limiar da voltagem porta V_g foi aproximadamente

5 - 0,5 V. Quando V_g foi 10 V, a corrente I_d de aproximadamente $1,0 \times 10^{-5}$ A voou.

10 A relação liga/desliga do transistor era 10^6 ou mais. Além disto, quando a mobilidade de efeito de campo foi calculada a partir das características de saída, a mobilidade do efeito de campo de aproximadamente $8 \text{ cm}^2(\text{Vs})^{-1}$ foi obtida em uma região de saturação. O dispositivo fabricado foi irradiado com luz visível e a mesma medição foi feita. Nenhuma mudança nas características do transistor foi observada.

15 Uma variação em características de uma pluralidade dos dispositivos produzidos sobre o mesmo substrato foi avaliada. A variação neste exemplo foi menor do que aquela no exemplo comparativo. Por exemplo, uma variação em correntes ligadas foi avaliada. A variação foi aproximadamente $\pm 15\%$ no exemplo comparativo. Em contraste com isto, a variação foi aproximadamente $\pm 10\%$ neste exemplo.

20 No transistor de efeito de campo de acordo com este exemplo, a camada de canal (filme fino de óxido) incluiu a parte de canal e a parte de fonte e a parte de dreno, cada uma das quais tinha uma concentração de hidrogênio maior do que aquela da parte de canal. Portanto, é esperado que conexão elétrica estável fosse capaz de ser feita entre a parte de canal e cada um do eletrodo de fonte e do eletrodo de dreno melhorando com isto a uniformidade e a confiabilidade do dispositivo.

25 O TFT de acordo com este exemplo tinha histerese menor do que aquela do TFT do exemplo comparativo. As figuras 8A e 8B ilustram as características I_d - V_g neste exemplo e exemplo comparativo para comparação entre elas. A figura 8A ilustra o exemplo comparativo e a figura 8B ilustra o exemplo das características de TFT neste exemplo. Como mostrado nos

desenhos, quando hidrogênio foi adicionado à camada de canal, a histerese do TFT foi capaz de ser reduzida.

5 Isto é, de acordo com este exemplo, a conexão elétrica satisfatória que era resistente a aprisionar cargas, foi capaz de ser realizada entre cada um do eletrodo de fonte e dreno e o canal, de modo que o transistor de filme fino que tem pequena histerese foi capaz de ser realizado.

10 Em seguida, as características dinâmicas do transistor de filme fino de porta superior foram avaliadas. Uma voltagem de 5 V foi aplicada entre a fonte e o dreno. Voltagens de +5 V e -5 V foram aplicadas ao eletrodo de porta, cada uma das quais tinha uma largura de pulso de 30 μ s e um período de 30 μ s foram comutadas de maneira alternada para medir uma resposta de uma corrente de dreno. Neste exemplo a subida de corrente foi excelente e uma variação em tempos de subida entre dispositivos foi pequena.

15 Isto é, de acordo com este exemplo, a relação de posição entre a porta, a fonte e o dreno foi capaz de ser realizada com alta precisão pelo método de auto- alinhamento. Portanto operação de alta velocidade foi possível e o dispositivo que tem alta uniformidade foi capaz de ser realizado.

20 Uma grande diferença de característica não foi observada entre o caso de implantação do íon hidrogênio e o caso de implantação de íon deutério.

Pode ser esperado que o transistor de efeito de campo que tem uma mobilidade de efeito de campo relativamente grande de acordo de com este exemplo, seja utilizado para, por exemplo, um circuito para operar um diodo orgânico emissor de luz.

25 (Exemplo 2)

Neste exemplo uma estrutura e um método de fabricação foram baseados no exemplo 1. Contudo, uma quantidade de implantação de hidrogênio foi controlada de tal modo que a concentração de hidrogênio de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno se tornaram aproximadamente

1×10^{18} (1/cm³).

Neste exemplo, a condutividade elétrica de cada uma da parte de fonte e da parte de dreno foi insuficiente e, portanto, a corrente ligada foi ligeiramente menor do que aquela no exemplo 1. Condutividade elétrica de um espécime preparado separadamente na concentração de hidrogênio mencionada acima foi avaliada para obter uma condutividade elétrica de aproximadamente 0,01 S/cm.

Quando a concentração de hidrogênio relativamente baixa foi aplicada à parte de fonte e à parte de dreno, a camada isolante 19, o eletrodo de fonte e o eletrodo de dreno foram ainda fornecidos como ilustrado na figura 5A, de modo que as características de transistor satisfatórias foram capazes de ser realizadas como no caso do exemplo 1. A característica de histerese, a uniformidade e o desempenho de operação em alta velocidade também foram preferíveis.

(Exemplo 3)

Este exemplo é um exemplo no qual o dispositivo TFT porta inferior que tem a estrutura coplanar como ilustrado na figura 1B foi fabricado. Neste exemplo, o dispositivo foi produzido utilizando o método de fabricação ilustrado nas figuras 4A a 4D. O método de auto-alinhamento não foi utilizado.

Uma camada de canal feita de óxido amorfo de In-Ga-Zn-O foi formada utilizando um método PLD. A parte de fonte e a parte de dreno foram formadas utilizando processamento de plasma de hidrogênio.

Primeiro o eletrodo de porta 15 foi modelado utilizando um método de fotolitografia e um método de desprendimento sobre um substrato de vidro 10 (fabricado por Corning Incorporated, 1737). O eletrodo foi feito de Ta e tinha uma espessura de 50 nm.

Em seguida a camada isolante porta 12 foi formada por modelagem utilizando o método de fotolitografia e um método de

desprendimento. A camada isolante porta foi obtida formando um filme de HfO_2 em uma espessura de 150 nm utilizando o método de deposição a laser.

Além disto, um filme de óxido amorfo de In-Zn-Ga-O que é a camada de canal foi formado por modelagem utilizando um método de fotolitografia e um método de desprendimento.

Um filme de óxido amorfo de In-Zn-Ga-O foi depositado por meio de um método PLD utilizando um laser excímero de KrF.

O filme de óxido amorfo de In-Zn-Ga-O foi depositado com utilização de um material sinterizado policristalino que tem uma composição de $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_4$ como um alvo. A pressão parcial do oxigênio quando o filme foi formado era 7 Pa. Deveria ser observado que a energia do laser excímero KrF era $1,5 \times 10^{-3} \text{ mJ/cm}^2/\text{pulso}$, sua largura de pulso era 20 ns e a frequência de repetição era 10 Hz. Além disto, a temperatura do substrato era 25°C .

Como resultado de espectroscopia de fluorescência de raios-X (XRF) a relação de composição de metais no filme fino era In:Ga:Zn = 0,97:1,01:4. Além disto, como um resultado de análise de padrão utilizando elipsometria espectroscópica foi descoberto que a raiz média quadrada da rugosidade do filme fino (R_{rms}) era aproximadamente 0,6 nm e sua espessura de filme era aproximadamente 100 nm. Com relação ao filme obtido, quando o ângulo de observação de difração por raios-X (método de filme fino, ângulo incidente = 0,5 graus) foi realizada aproximadamente na superfície do filme, nenhum pico de difração claro foi detectado, o que mostra que o filme fabricado de In-Zn-Ga-O era um filme amorfo.

Em seguida, uma máscara resistente 20 que tem o mesmo padrão que aquele do eletrodo de porta foi formada por modelagem (figura 4A).

Depois disto, hidrogênio foi adicionado ao filme fino amorfo de In-Zn-Ga-O, o qual era a camada de canal, por meio de processamento de

plasma de hidrogênio utilizando um aparelho de processamento de plasma. O processamento de plasma de hidrogênio pode ser realizado utilizando um aparelho CVD de plasma do tipo de placa paralela, ou um aparelho de gravação de plasma do tipo RIE (figura 4B).

5 Um espécime a ser processado (substrato obtido depois da etapa acima) foi armazenado em um aparelho que foi evacuado. Depois disto, um gás contendo hidrogênio foi introduzido a partir de uma porta de introdução de gás reativo e energia de radiofrequência foi introduzida para um recipiente de processamento por meio de uma fonte de energia de
10 radiofrequência, com isto gerando plasma. Por exemplo, um intervalo de eletrodo foi ajustado para 5 cm, uma temperatura de substrato foi ajustada para 100°C, uma vazão de gás H₂ foi ajustada para 500 sccm, e uma pressão interna da câmara foi ajustada para 1 Torr. Um teor de hidrogênio do filme fino submetido ao processamento de plasma de hidrogênio aumentou e uma
15 sua resistividade reduziu.

Em seguida o eletrodo de dreno 14 e o eletrodo de fonte 13 foram formados por modelagem. Cada um dos eletrodos foi feito de Au e tinham uma espessura de 30 nm (figura 4C).

20 Finalmente, a máscara 20 foi gravada para formar um transistor de filme fino ilustrado na figura 4B. Um comprimento de canal era 50 µm e uma largura de canal era 180 µm.

(Exemplo comparativo 2.)

Um espécime não submetido ao processamento de plasma de hidrogênio mencionado acima foi preparado. Isto é, a camada de canal tinha
25 uma concentração de hidrogênio substancialmente uniformes sobre toda a sua região de filme e não incluía a parte de fonte e a parte de dreno. Outras estruturas e métodos de fabricação foram baseados no exemplo 2.

(Avaliação característica do dispositivo TFT)

O transistor de filme fino de acordo com esta configuração

apresentou um comportamento de um transistor semicondutor típico que saturou (“pinçou”) em $V_d = 6 \text{ V}$.. Uma relação liga/desliga do transistor era 10^6 ou mais, e um seu efeito de mobilidade de campo era aproximadamente $7 \text{ cm}^2 (\text{Vs})^{-1}$.

5 Quando uma pluralidade de dispositivos foi produzida, uma variação em característica dos TFTs de acordo com o exemplo 3 foi menor do que aquela dos TFTs de acordo com o exemplo comparativo 2. A característica de histerese e o desempenho de operação em alta velocidade dos dispositivos do exemplo 3 também foram preferíveis.

10 No transistor de efeito de campo de acordo com este exemplo, a camada de canal (filme fino de óxido) incluiu a parte de canal e a parte de fonte e a parte de dreno, cada uma das quais tinha uma concentração de hidrogênio maior do que aquela da parte de canal. Portanto, é esperado que a conexão elétrica estável seja capaz de ser feita entre a parte de canal e cada
15 um do eletrodo de fonte e do eletrodo de dreno, melhorando com isto a uniformidade e confiabilidade do dispositivo.

Pode ser esperado que o transistor de efeito de campo que tem uma mobilidade de efeito de campo relativamente grande de acordo com este exemplo, seja utilizado para, por exemplo, um circuito para operar um diodo
20 orgânico emissor de luz.

(Exemplo 4)

Este exemplo é um exemplo no qual um dispositivo TFT porta superior, como ilustrado na figura 5B foi formado sobre um substrato de plástico.

25 Um filme de polietileno tereftalato (PET) foi utilizado como um substrato.

Primeiro uma camada de canal foi formada sobre o substrato por meio de moldagem.

Além disto, neste exemplo, na formação da camada de canal

um material sinterizado policristalino tendo uma composição de $\text{In}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$ que tem uma dimensão de 2 polegadas (5 cm) foi utilizado como um alvo (material fonte) e a energia RF aplicada foi 100W. A pressão total da atmosfera quando o filme foi formado era 0,4 Pa, onde a relação de escoamento de gás era $\text{Ar}:\text{O}_2 = 100:2$. A velocidade de formação do filme era 12 nm/min e a temperatura do substrato era 25°C. Com relação ao filme obtido quando o ângulo de observação de difração de raios-X (método de filme fino, ângulo incidente = 0,5 graus) foi realizada aproximadamente na superfície do filme e nenhum pico de difração claro foi detectado, o que mostra que o filme fabricado de In-Zn-O era um filme amorfo. Como resultado de espectroscopia de fluorescência de raios-X (XRF), a relação de composição de metais era $\text{In}:\text{Zn} = 1,1:0,9$.

Em seguida, uma camada isolante porta e um eletrodo de porta foram empilhados. A camada isolante porta e o eletrodo de porta são formados para serem o mesmo padrão. O eletrodo de porta é um filme condutor transparente composto de $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$.

Em seguida, processamento de plasma de hidrogênio foi realizado como no caso do exemplo 3. A parte de fonte 16 e a parte de dreno 17 foram formadas em auto-alinhamento utilizando o eletrodo de porta como uma máscara.

Um eletrodo de fonte e um eletrodo de dreno foram formados por modelagem. Um filme condutivo transparente composto de $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ foi utilizado como cada um do eletrodo de fonte e do eletrodo de dreno e uma sua espessura era 100 nm.

(Avaliação característica de dispositivo TFT)

O TFT formado no filme de PET foi medido a uma temperatura ambiente. Uma relação liga/desliga do transistor é 10^3 ou mais. Mobilidade de efeito de campo calculada era aproximadamente $3 \text{ cm}^2(\text{VS})^{-1}$. Como no caso do exemplo 1, a variação em características entre dispositivos,

a característica de histerese, e o desempenho de operação em alta velocidade foram preferíveis.

Enquanto o dispositivo formado no filme de PET foi dobrado em um raio de curvatura de 30 mm, a característica do transistor foi medida da mesma maneira. Uma grande mudança em característica do transistor não foi observada. A mesma medição foi realizada com irradiação visível. Uma mudança em característica do transistor não foi observada. O transistor de filme fino produzido nesta configuração era transparente à luz visível e formado sobre um substrato flexível.

(Exemplo 5)

Neste exemplo, um dispositivo exibidor utilizando o transistor de efeito de campo ilustrado na figura 12 será descrito. No transistor de efeito de campo uma ilha de um filme ITO que serve como o eletrodo de dreno foi estendida desde um seu lado curto até 100 μm . Uma porção correspondente a 90 μm de uma porção estendida foi deixada para assegurar fiações para o eletrodo de fonte ou eletrodo de porta. Então o TFT foi revestido com uma camada isolante. Um filme de poliimida foi aplicado sobre a camada isolante e submetido a uma etapa de esfregação. Por outro lado, um substrato plástico no qual um filme ITO e um filme de poliimida foram formados sobre ele, e uma etapa de esfregação foi preparada. O substrato plástico era oposto ao substrato sobre o qual cada transistor de efeito de campo foi formado em um espaço de 5 μm e então cristal líquido nemático foi injetado nele. Um par de placas de polarização foi fornecido em ambos os lados de tal estrutura. Quando uma voltagem foi aplicada ao eletrodo de fonte do transistor de efeito de campo, uma voltagem aplicada ao seu eletrodo de porta foi ajustada, transmitância de luz foi mudada somente em uma região de 30 μm x 90 μm que era a porção da ilha do filme ITO que foi estendida a partir do eletrodo de dreno. A transmitância foi capaz de ser moldada de maneira contínua por uma voltagem fonte-dreno durante a aplicação da voltagem porta na qual o

transistor de efeito de campo se tornou um estado ligado. Portanto, um dispositivo exibidor utilizando uma célula de cristal líquido como um elemento exibidor, como ilustrado na figura 12, foi produzido.

5 Em um outro exemplo, um substrato plástico branco foi utilizado como o substrato sobre o qual cada TFT foi formado. Um material de cada um dos eletrodos do TFT foi substituído por ouro. O filme de poliimida e as placas de polarização foram omitidas. Um espaço entre o substrato plástico branco e o substrato plástico transparente foi enchido com cápsulas nas quais partículas e um fluido foram revestidos com um
10 revestimento isolante. No caso de um dispositivo exibidor que tem tal estrutura, uma voltagem entre o eletrodo de dreno estendido e o filme ITO localizado aí acima foi controlado pelo transistor de efeito de campo, de modo que as partículas nas cápsulas movem na direção longitudinal. Portanto, a refletância da região dreno estendida quando vista a partir do lado do
15 substrato transparente foi capaz de ser controlada para visor.

Em um outro exemplo, uma pluralidade de transistores de efeito de campo foram formados adjacentes um ao outro para produzir, por exemplo, um circuito de controle de corrente normal incluindo quatro transistores e um capacitor. Portanto, o TFT ilustrado na figura 11 foi capaz
20 de ser utilizado como um dos transistores de estágio final para acionar um elemento EL. Por exemplo, o transistor de efeito de campo que utiliza o filme ITO como o eletrodo de dreno foi empregado. Um elemento de eletroluminescência orgânico que inclui uma camada de injeção de carga e uma camada de emissão de luz foi formado na região de $30\ \mu\text{m} \times 90\ \mu\text{m}$ que
25 era a porção da ilha do filme ITO que foi estendida a partir do eletrodo de dreno. Assim, o dispositivo exibidor que utiliza o elemento EL foi capaz de ser produzido.

(Exemplo 6)

Elementos exibidores e transistores de efeito de campo, cada

um dos quais corresponde àquele no exemplo 5, foram arranjados de maneira bidimensional. Por exemplo, 7425 x 1790 pixéis, cada um dos quais incluiu o elemento exibidor tal como a célula de cristal líquido ou o elemento EL e o transistor de efeito de campo no exemplo 5 que tinha uma área de 30 μm x 115 μm foram arranjados em uma forma quadrada em um passo de 40 μm em uma direção de lado curto, e em um passo de 120 μm em uma direção de lado longo. Então 1790 fiações de porta passando através dos eletrodos porta de 7425 transistores de efeito de campo na direção de lado longo foram fornecidas e 7425 fiações de sinal passando através de porções dos eletrodos fonte de 1790 TFTs que se salientam de ilhas do filme semicondutor de óxido amorfo por 5 μm na direção de lado curto foram fornecidas. As fiações foram conectadas com um circuito acionador de porta e um circuito acionador de fonte. No caso do elemento exibidor de cristal líquido, quando filtros de cor, cada um dos quais era igual ao elemento exibidor de cristal líquido em dimensão e alinhado com ele, que foram fornecidos sobre as superfícies dos dispositivos de tal modo que filtros vermelho R, verde (G) e azul (B) foram repetidos na direção do lado longo, um dispositivo exibidor de imagem colorida de matriz ativa (de aproximadamente 211 ppi e dimensão A4) foi capaz de ser construído.

No caso do elemento EL, entre dois transistores de efeito de campo incluídos em um elemento EL o eletrodo de porta de um primeiro transistor de efeito de campo foi conectado com uma linha de porta e o eletrodo de fonte de um segundo transistor de efeito de campo foi conectado com a linha de sinal. Os comprimentos de onda de emissão de luz dos elementos EL foram repetidos na ordem de luzes R, G e B na direção do lado longo. Portanto, um dispositivo exibidor de imagem colorida de emissão de luz tendo a mesma resolução foi capaz de ser construído.

Um circuito acionador para acionar um circuito de matriz ativa pode ser construído utilizando o TFT de acordo com esta configuração que é

idêntica ao transistor de efeito de campo do pixel ou construído utilizando um chip IC existente.

O transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção pode ser formado sobre o material flexível que inclui o filme PET. Isto é, comutação pode ser realizada com um estado de dobramento. Em 5
adição, o transistor de efeito de campo é transparente a luz visível e luz infravermelha que tem um comprimento de onda de 400 nm ou mais, de modo que o transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção pode ser aplicado como um elemento de comutação de um visor LCD ou um visor 10
EL orgânico. O transistor de efeito de campo de acordo com a presente invenção pode ser amplamente aplicado a um visor flexível, a um visor transparente, a um cartão IC, a uma etiqueta ID, e similares.

De acordo com o transistor de efeito de campo da presente invenção, a camada de canal (filme de óxido) inclui a parte de fonte e a parte 15
de dreno que são adicionadas com hidrogênio ou deutério. Alternativamente, a camada de canal (filme de óxido) inclui a parte de canal que contém hidrogênio ou deutério e a parte de fonte e a parte de dreno que têm a concentração de hidrogênio maior do que aquela da parte de canal. Portanto, a conexão elétrica estável pode ser feita entre a parte de canal e cada um do 20
eletrodo de fonte e eletrodo de dreno, melhorando com isto a uniformidade e a confiabilidade do dispositivo. A conexão elétrica satisfatória resistente a aprisionar cargas pode ser realizada entre cada um do eletrodo de fonte e eletrodo de dreno e o canal, de modo que o transistor de efeito de campo que tem pequena histerese e excelente característica de estabilidade pode ser 25
realizado.

De acordo com a presente invenção, quando o transistor de efeito de campo deve ser fabricado, hidrogênio é adicionado ao filme de óxido utilizando o padrão do eletrodo de porta como a máscara. Portanto, a parte de fonte e a parte de dreno podem ser formadas em auto-alinhamento

com o padrão do eletrodo de porta, com o resultado que a relação de posição entre a porta, a fonte, e o dreno pode ser realizada com precisão elevada.

Este pedido reivindica prioridade do Pedido de Patente Japonesa Número 2006-074630, depositado em 17 de março de 2006, o qual é
5 aqui com isto incorporado para referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Transistor de efeito de campo, caracterizado pelo fato de compreender um filme de óxido como uma camada semicondutora,

em que o filme de óxido inclui um de uma parte de fonte e
5 uma parte de dreno, a qual um de hidrogênio e deutério é adicionado.

2. Transistor de efeito de campo, caracterizado pelo fato de compreender um filme de óxido como uma camada semicondutora,

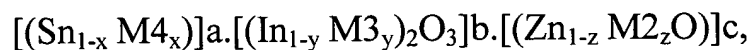
em que o filme de óxido inclui uma parte de canal, uma parte
de fonte e uma parte de dreno, e

10 em que, uma concentração de um de hidrogênio e deutério na parte de fonte e na parte de dreno é maior do que uma concentração de um de hidrogênio e deutério na parte de canal.

3. Transistor de efeito de campo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a parte de fonte e a parte de dreno
15 serem colocadas em auto-alinhamento com um eletrodo de porta e ter uma estrutura coplanar.

4. Transistor de efeito de campo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de uma resistividade de um da parte
de fonte e da parte de dreno ser 1/10 ou menos de uma resistividade da parte
20 de canal.

5. Transistor de efeito de campo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o filme de óxido ser formado de um óxido amorfo representado por:



onde $0 \leq x \leq 1$; $0 \leq y \leq 1$; $0 \leq z \leq 1$,

25 $0 \leq a \leq 1$; $0 \leq b \leq 1$; $0 \leq c \leq 1$ e

$a + b + c = 1$; M4 é um elemento do grupo VI selecionado dentre o grupo que consiste de Si, Ge e Zr menor em número atômico do que Sn; M3 é Lu ou um elemento do grupo III selecionado dentre o grupo que

consiste de B, Al, Ga ou Y menor em número atômico do que In; e M2 é um elemento do grupo II selecionado dentre o grupo que consiste de Mg ou Ca menor em número atômico do que Zn.

5 6. Dispositivo exibidor, caracterizado pelo fato de compreender:

um elemento exibidor que inclui um eletrodo; e

um transistor de efeito de campo como definido na reivindicação 1,

10 em que, um de uma parte de fonte e uma parte de dreno do transistor de efeito de campo é eletricamente conectada com o eletrodo do dispositivo exibidor.

15 7. Dispositivo exibidor de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de uma pluralidade de elementos exibidores e uma pluralidade de transistores de efeito de campo serem arranjados de maneira tridimensional sobre um substrato.

8. Método para fabricar um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como uma camada semicondutora, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

20 formar o filme de óxido sobre um substrato; e

adicionar um de hidrogênio ou deutério a uma porção do filme de óxido para formar uma parte de fonte e uma parte de dreno.

9. Método para fabricar um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como uma camada semicondutora, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

25 formar o filme de óxido sobre um substrato;

formar um filme isolante porta sobre o filme de óxido; formar um eletrodo de porta sobre o filme isolante porta; e

adicionar um de hidrogênio ou deutério ao filme de óxido utilizando um padrão do eletrodo de porta como uma máscara para formar

uma parte de fonte e uma parte de dreno no filme de óxido em auto-alinhamento com o padrão do eletrodo de porta.

10. Transistor de efeito de campo, caracterizado pelo fato de compreender:

5 uma camada semicondutora de óxido que inclui uma região canal;

um eletrodo de porta;

um isolante de porta;

um eletrodo de dreno; e

10 um eletrodo de fonte,

em que a camada semicondutora de óxido ainda inclui um par de regiões dopadas adjacentes ao eletrodo de fonte ou dreno, cada uma das regiões dopadas tendo no mínimo um de hidrogênio ou deutério, e

15 em que uma concentração de um de hidrogênio e deutério na região dopada é maior do que uma concentração de um de hidrogênio e deutério na região canal.

FIG. 1A

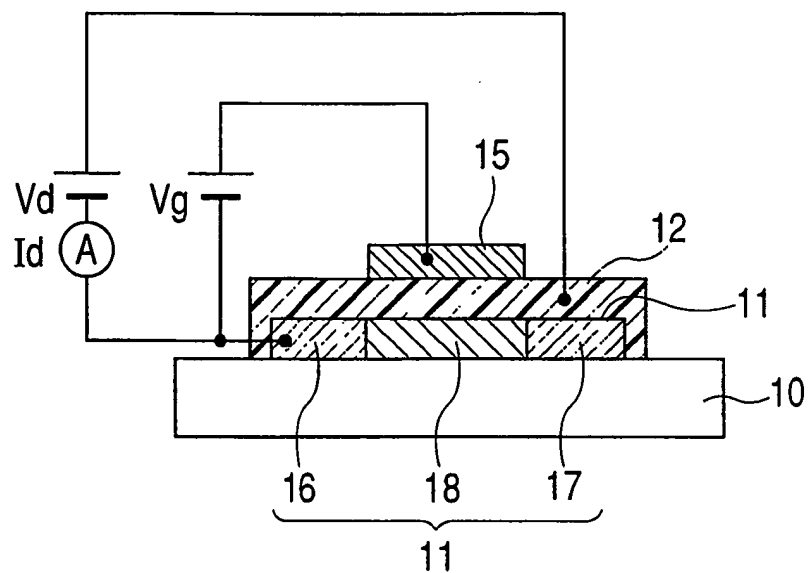


FIG. 1B

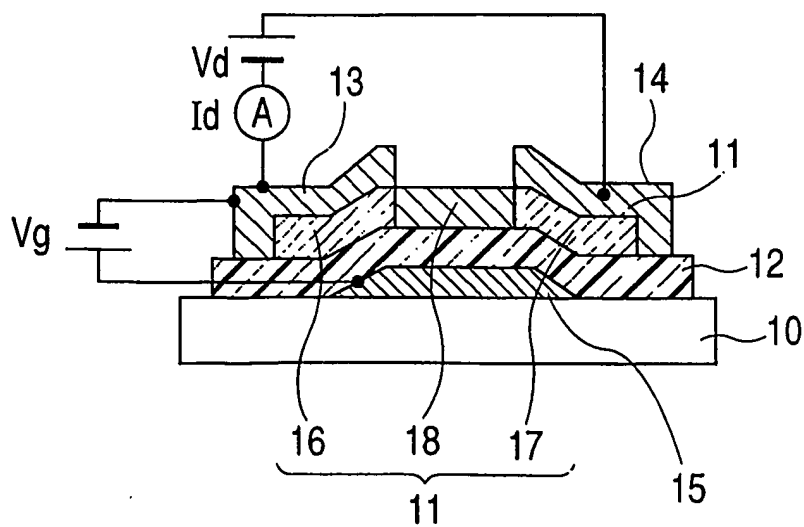


FIG. 2

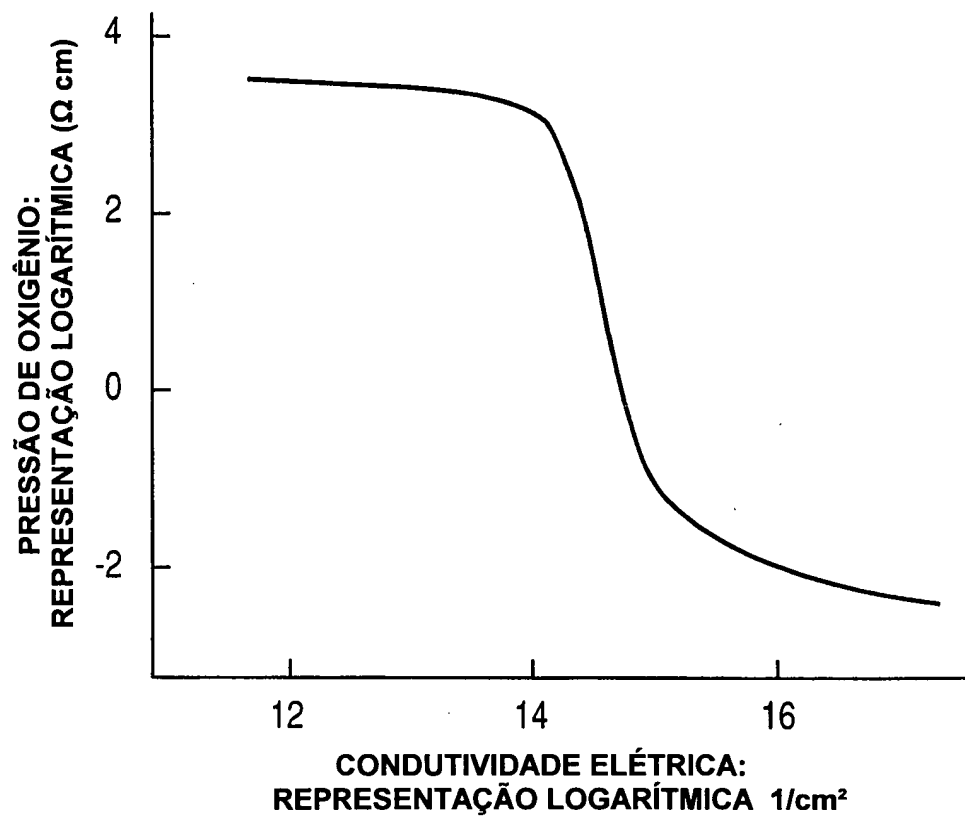


FIG. 3A

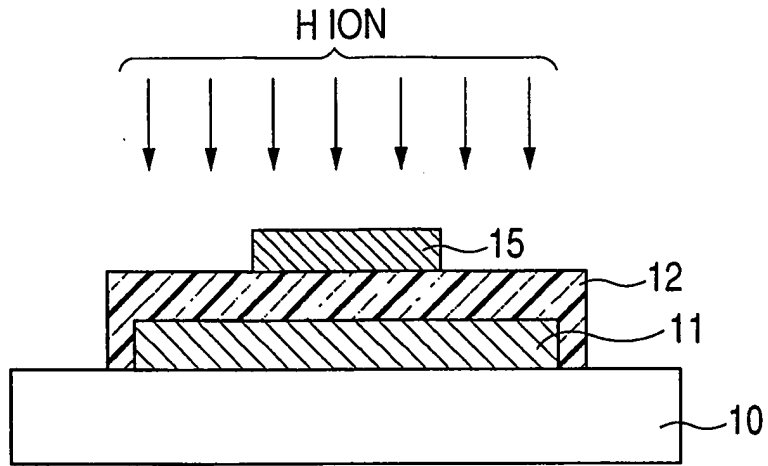


FIG. 3B

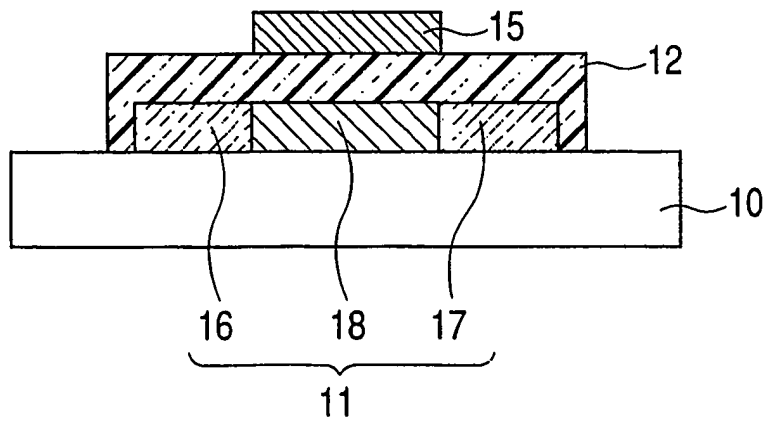


FIG. 4A

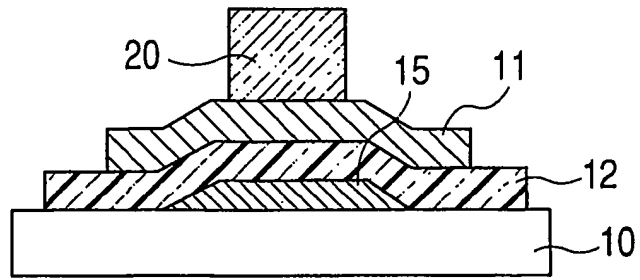


FIG. 4B

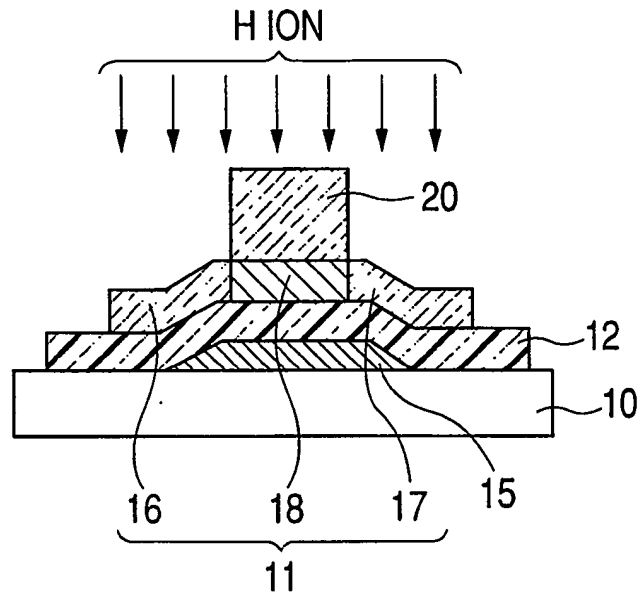


FIG. 4C

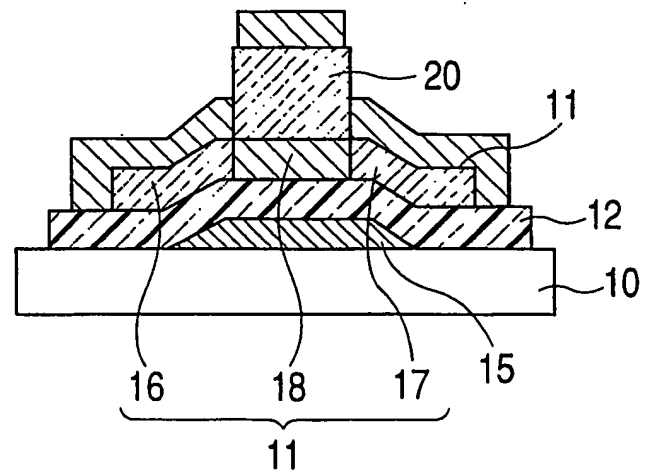


FIG. 4D

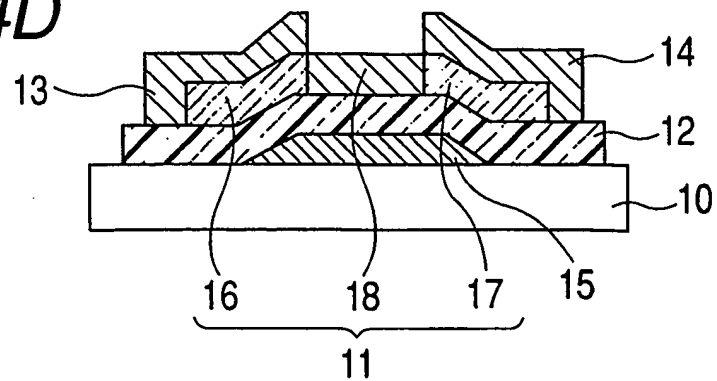


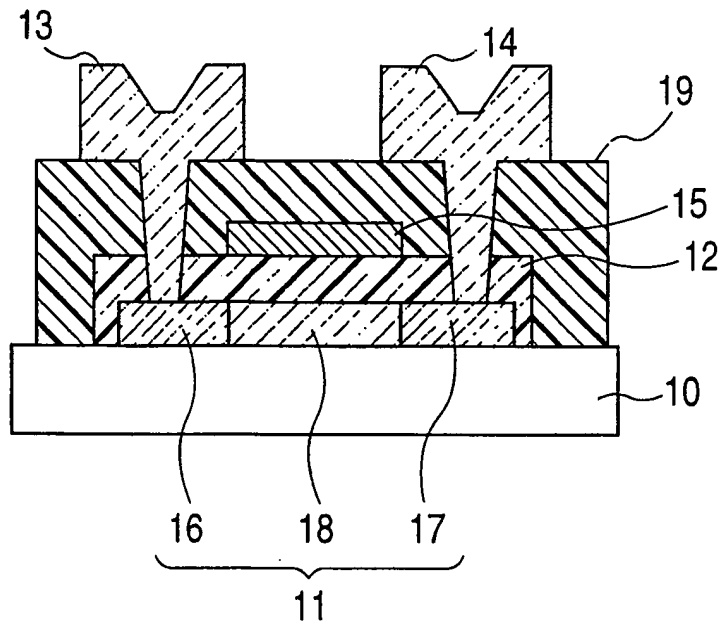
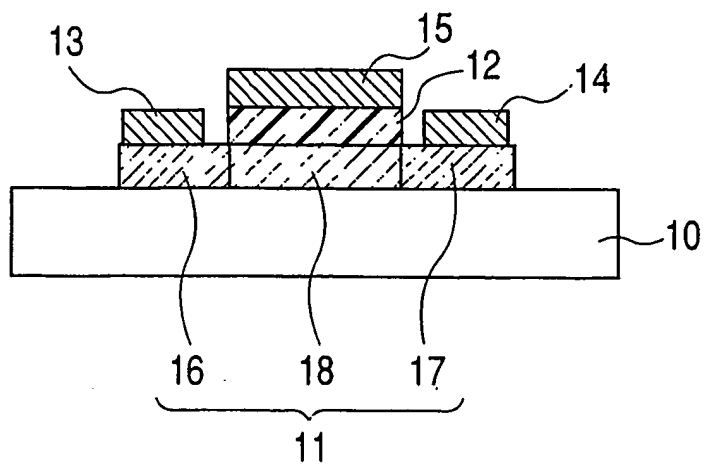
FIG. 5A**FIG. 5B**

FIG. 6

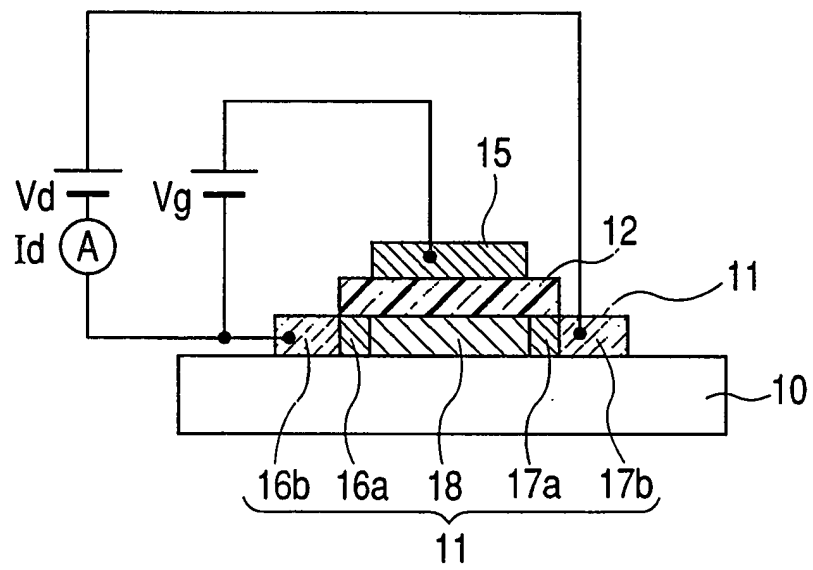


FIG. 7A

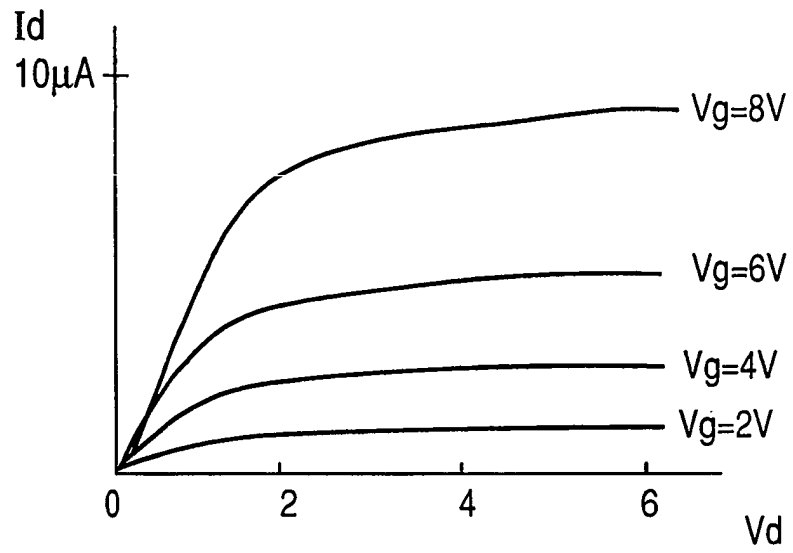


FIG. 7B

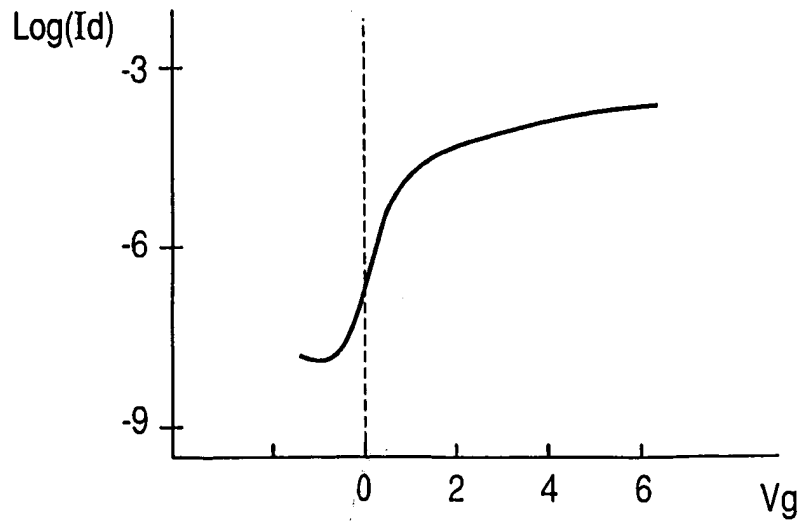


FIG. 8A

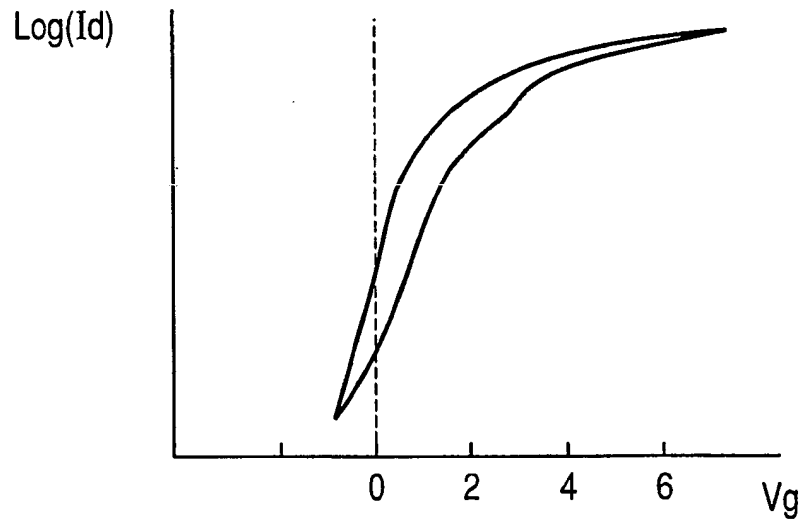


FIG. 8B

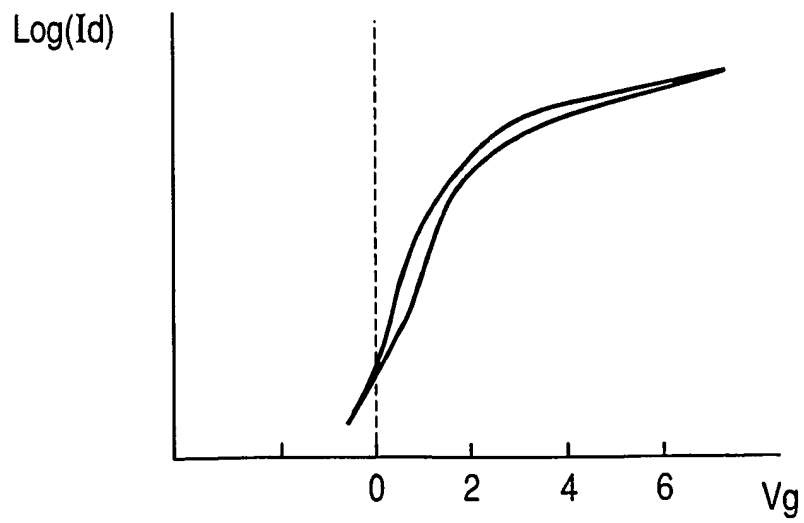


FIG. 9

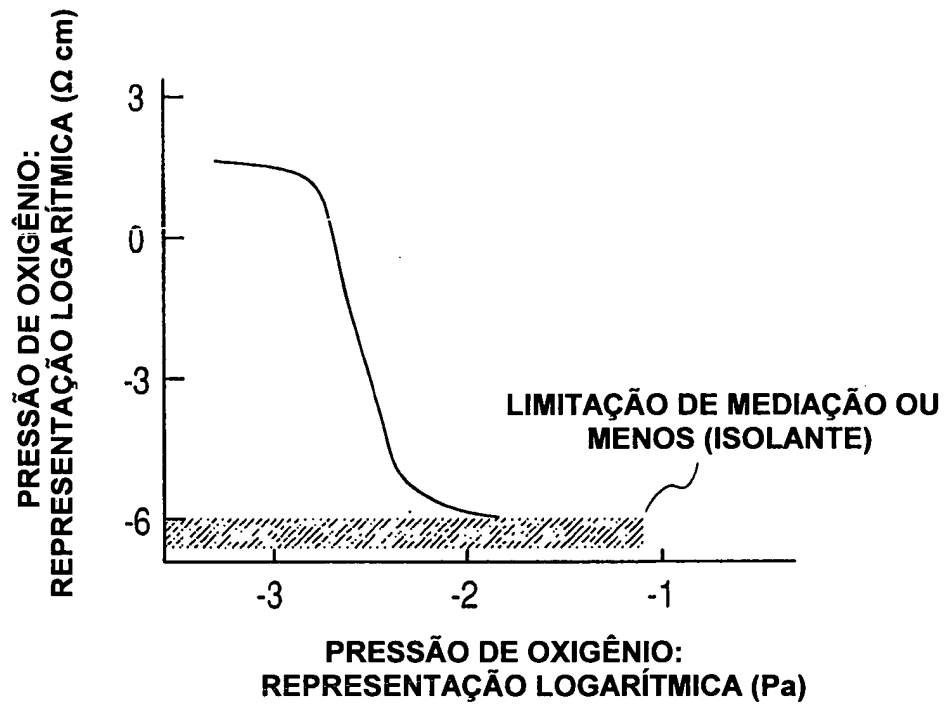


FIG. 10

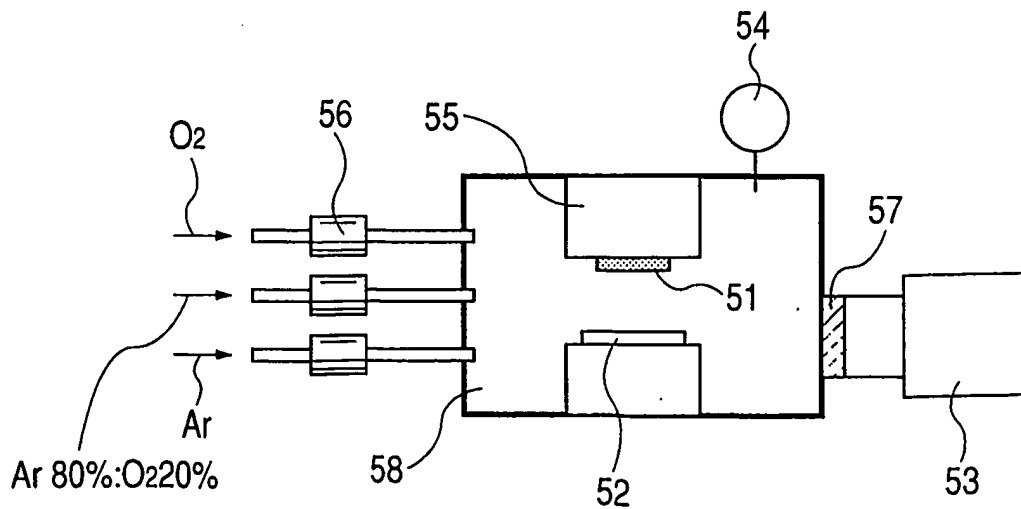


FIG. 11

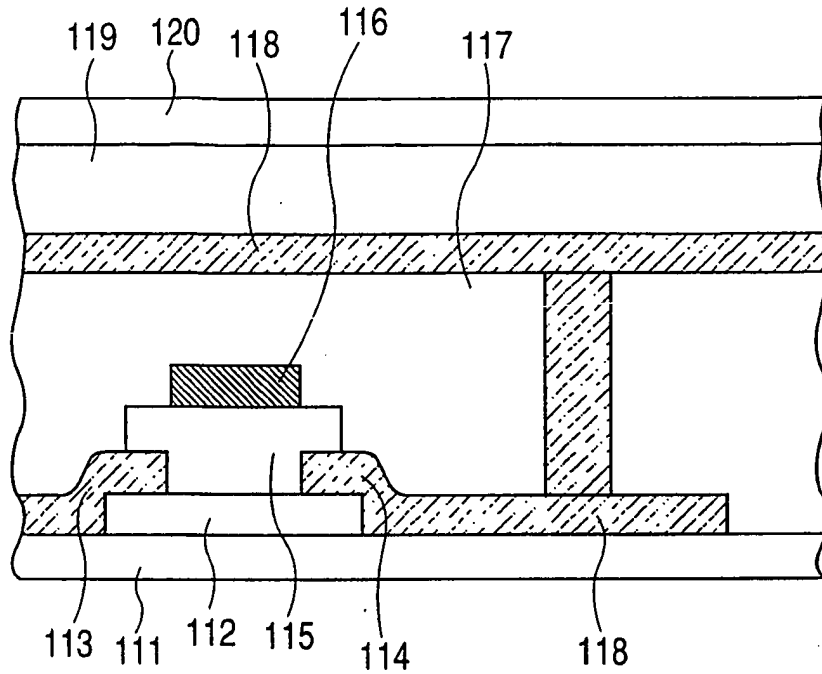


FIG. 12

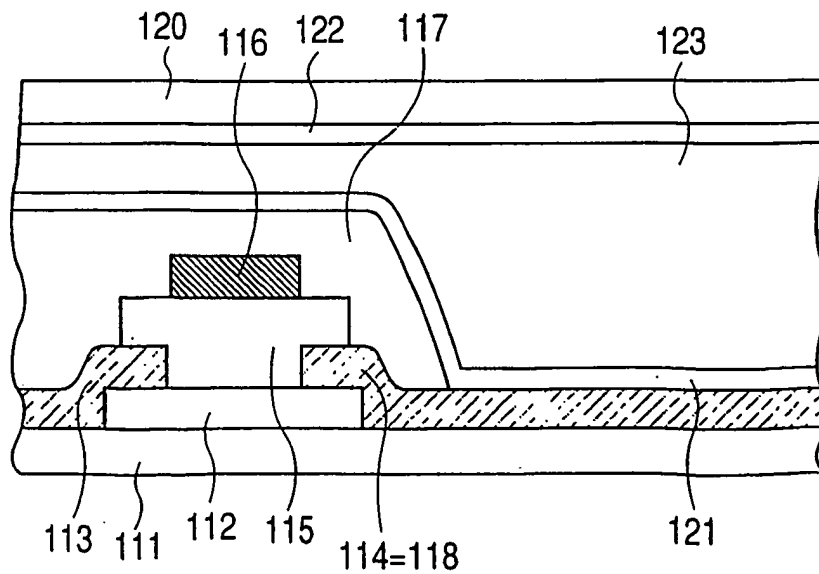
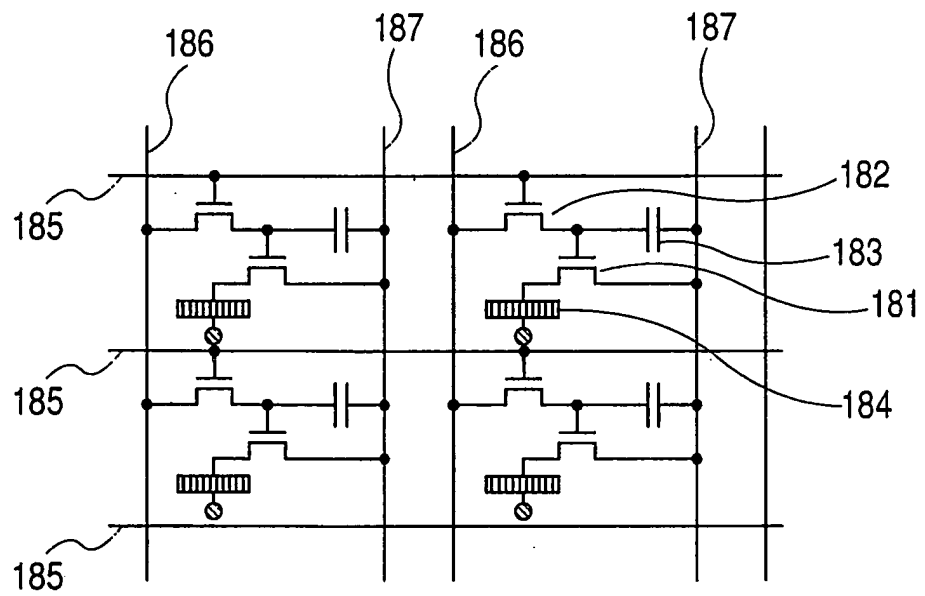


FIG. 13



RESUMO

“TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO, DISPOSITIVO EXIBIDOR, E, MÉTODO PARA FABRICAR UM TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO”

5 A presente invenção fornece um transistor de efeito de campo que inclui um filme de óxido como uma camada semicondutora, no qual o filme de óxido inclui uma de uma parte de fonte e uma parte de dreno à qual um dentre hidrogênio ou deutério é adicionado.