

ANÁLISE DA METALIZAÇÃO SOBRE LASERS SEMICON- DUTORES

F.C. Prince, K.M. Ito, V.S. Sundaram e N.B.
Patel - IFGW/UNICAMP - Campinas - SP

O contato metal-semicondutores é de - grande importância na fabricação de lasers semicondutores. Neste estudo foi feita a - análise de contato "multi-metal" sobre lasers de InGaAsP, através das técnicas de microsonda eletrônica e espectroscopia de Auger.

Testes de durabilidade destes contatos foram feitos pelo aquecimento dos mesmos a temperatura de 300°C por 72 horas no ar. A análise das amostras assim tratadas, mostraram que a difusão de Zn da interface metal/semicondutor à superfície é a principal causa do aumento da resistência de contato.

METALIZAÇÃO, ESPECTROSCOPIA AUGER

I - Introdução

Os dispositivos semicondutores se tornam cada vez mais complexos e as tolerâncias admissíveis mais exigentes. A técnica AES (Auger Electron Spectroscopy) permite um conhecimento da composição química de camadas muito finas, e sua associação com "sputtering" por meio de ions inertes torna possível o levantamento de perfis composicionais com grande precisão. A aplicação desta técnica para análise dos contatos metal-semicondutor dos lasers semicondutores nos permite detectar o mecanismo de degradação destes contatos, e extrapolar a confiabilidade para operação na temperatura ambiente.

II - Procedimento Experimental

a) Preparação do dispositivo

Durante todo o processo de preparação, limpeza e preci-

são são fatores essenciais. Faz-se o polimento do substrato com solução de Bromo-metanol 1%, controlando sua espessura e brilho e processando a seguir o crescimento epitaxial, por Liquid Phase Epitaxy (LPE) que consiste na precipitação de material de uma solução sobre um substrato. Enquanto o forno atinge a temperatura escolhida para o crescimento, a solução é saturada com o material que irá ser depositado, é então feito o contato entre a solução e o substrato, e faz-se o resfriamento num tempo apropriado para a obtenção da camada desejada. Todo este processo de precipitação ocorre em atmosfera de hidrogênio altamente puro; e este controle de temperatura deve ser bem rigoroso, tanto em estabilidade quanto em uniformidade. A superfície crescida é examinada por microscopia óptica, e em seguida, clivado uma pequena parte para verificar a espessura das camadas no microscópio eletrônico de varredura (SEM). Após completado satisfatoriamente o crescimento, o cristal é coberto por uma camada de SiO_2 evaporado por "electron beam" e processa-se uma fotografação, ou seja, reveste-se toda a superfície com "photoresist" (no caso, tipo positivo) sensível à luz ultravioleta; protegendo as regiões onde não se deseja sensibilizar, expõe-no à luz e em seguida, retira-a com banho em solução reveladora e uma solução tampão de HF retira a camada de SiO_2 , definindo assim a faixa onde se deseja contato, limitando dessa forma, a passagem de corrente para 10 μm . Uma difusão é feita para aumentar a dopagem na superfície do cristal. Introduce-se o dopante Zn e o cristal num tubo de quartzo, evacua-o e sela-o, e introduzido no forno por um tempo e temperatura previamente estabelecidos, de modo a ter a maior quantidade possível de Zn, prevendo que este não atinja a região ativa. Em seguida é feita a metalização, com deposição de Cromo e Alumínio. Faz-se a redução da espessura do lado N e o polimento com solução de Bromo-metanol 1%. Após a limpeza, procede-se a metalização deste lado com Ouro-Germanio (20% peso) e Níquel, seguindo-se de um tratamento térmico a 430°C por 2 minutos. Uma deposição de Cromo e Ouro é então feita para proteção. Todo o processo de metalização é feito em vácuo cuja pressão é $\pm 10^{-6}$ torr

b) Testes de Durabilidade

Estes testes estão sendo feitos de modo acelerado por ser difícil testar um laser, por exemplo, por 1.000 horas; o que se faz é tratá-lo a uma temperatura mais alta que a de seu uso; estão sendo feitas para 150, 200, 250 e 300°C para diversos tempos. Como a resistência de contato é medida com o dispositivo livre de qualquer fixação, paralelamente são tratados outros, fixos de modo a poder obter micrografias superficiais a partir do SEM; estas micrografias são tiradas antes e após o tratamento, para verificar possíveis modificações em sua estrutura superficial. Por microsondagem eletrônica verifica-se qualitativa e quantitativamente tais modificações; as modificações não superficiais podem ser verificadas por processo Auger, obtendo um perfil da distribuição dos elementos, em profundidade. Estes tratamentos estão sendo feitos em ar e em N_2 com contatos tipo P-N e N-N (tipo N-N para estudar sua contribuição na degradação). Esta resistência de contato é um valor inversamente proporcional ao número de átomos de zinco na superfície. (1)

Na figura 1 mostramos um diagrama esquemático do laser semicondutor contendo todas as camadas depositadas.

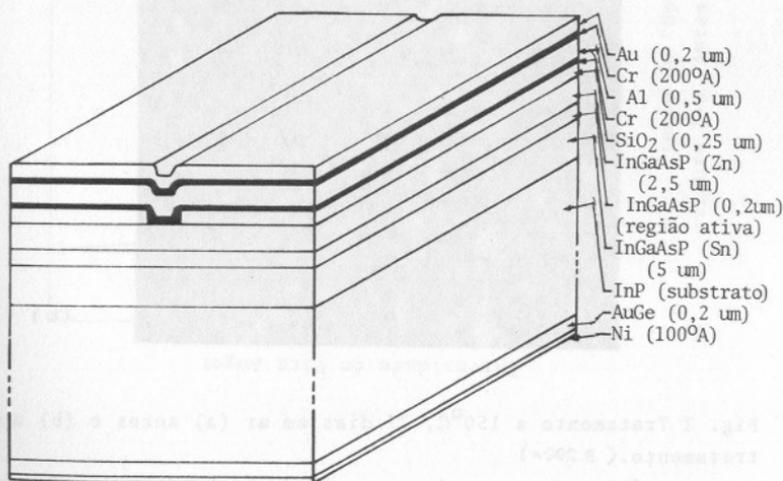
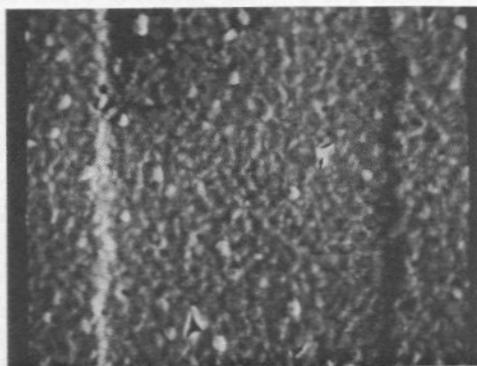


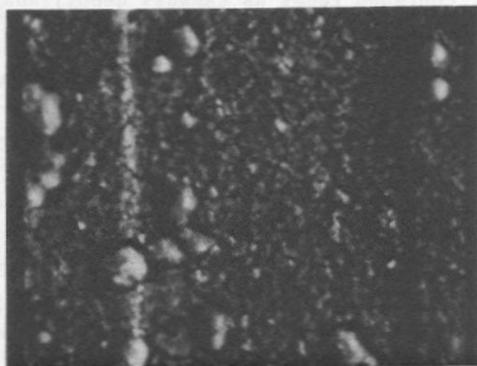
Figura 1 - Dispositivo, semiescala

III - Resultados e Discussão

Fotografias obtidas no SEM mostrando mudanças na morfologia do contato, provocadas pelo tratamento térmico, são mostrados na fig. 2.



(a)

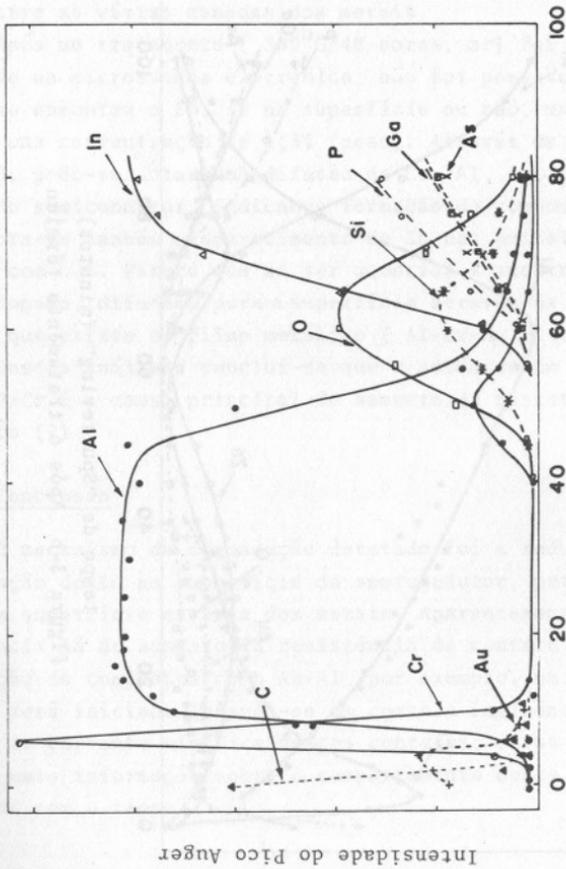


(b)

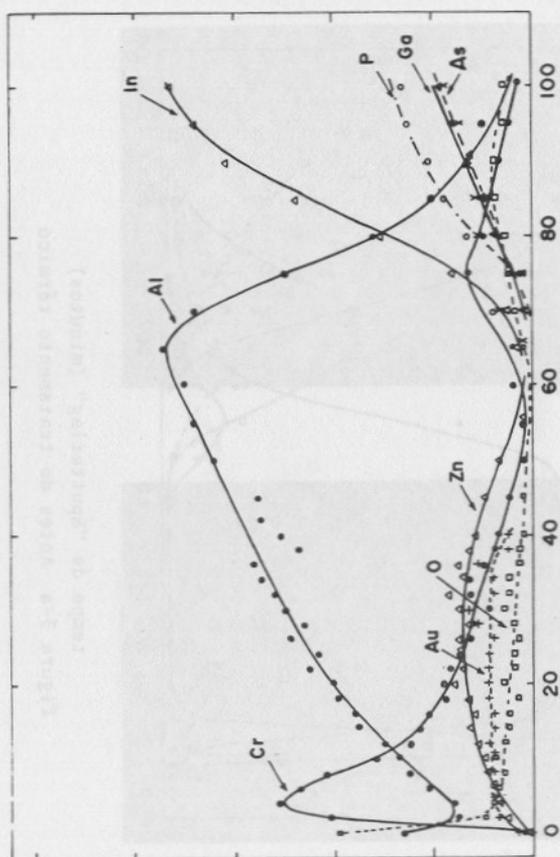
Fig. 2 Tratamento a 150°C , 27 dias em ar (a) antes e (b) após tratamento. (3.200 \times)

A análise Auger se faz através do bombardeamento da superfície por um feixe de eletrons primários, provocando a saída dos chamados eletrons Auger, cuja energia é característica

dos átomos presentes na superfície da amostra. A energia desses elétrons é analisada, através de um espectro (derivada da energia versus energia dos elétrons).



tempo de "Sputtering" (minutos)
 figura 3-a Antes do tratamento térmico



tempo de "Sputtering" (minutos)
 figura 3-b Após o tratamento térmico

Intensidade do Pico Auger

A medida que se processava o "sputtering", foram sendo tirados espectros da intensidade de pico Auger, com feixe de 3KeV, e obtidos os gráficos da fig. 3; na fig. 3-a com Cr (529eV), Al (1396eV), Au (2.024eV), Si (1.619eV), O (503eV), C (272eV), In (404eV), P (120eV), As (1.228eV), Ga (1.070eV) pode-se observar a interface entre metal-semicondutor e também entre as várias camadas dos metais.

Após um tratamento (300°C/48 horas, ar) foi feita uma análise na microsonda eletrônica; não foi possível verificar onde se encontra o Zn, se na superfície ou não, mas foi detectada uma concentração de 1,5% (peso). Através de análises no AES, pode-se notar uma difusão de Cr, Al, Au, para o interior do semicondutor, indicando formação de compostos Al-Cr-Au; nota-se também o aparecimento do Zn nas primeiras camadas junto com o O. Parece que ao ser aquecida a amostra, o Zn que fora dopado, difundiu para a superfície através da descontinuidade que existe no filme metálico (Al-Cr-Au). (fig. 3-b).

Destas análises conclui-se que a saída de Zn da interface InP/Cr é a causa principal do aumento da resistência de contato (2)

IV - Conclusão

O mecanismo de degradação detectado foi a redução da concentração de Zn na superfície do semicondutor, por difusão, para a superfície externa dos metais. Aparentemente nenhuma evidência há do aumento da resistência de contato devido a formação de compostos como Au-Al, por exemplo. um estudo similar será iniciado levando-se em conta a influência da passagem de corrente elétrica nestes contatos; dessa maneira teremos mais informação sobre o comportamento deste tipo de contato com o tempo.

Este trabalho conta com o apoio financeiro da Telebrás.

- (1) W.D. Edwards, W.A. Hartman, A.B. Torrens
Solid-State Electronics, 15 (1972), 391
- (2) W.D. Edwards, W.A. Hartman, A.B. Torrens
Solid-State Electronics, 15 (1972), 390