

Tripleur de fréquence à 250 GHz utilisant des diodes varactors à hétérostructures InGaAs/AlAs

X. Mélique¹, A. Maestrini², P. Mounaix¹, M. Favreau³, O. Vanbésien¹,
J. M. Goutoule³, G. Beaudin², T. Nähri⁴ and D. Lippens¹

¹ Institut d'Electronique et de Microélectronique du Nord, USTL, Avenue Poincaré BP 69,F-59652 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

² Observatoire de Paris Meudon DEMIRM, 61 Rue de l'Observatoire, 75014 Paris, France

³ Matra Marconi Space France, Département micro-ondes, 31avenue des Cosmonautes , 31402, Toulouse Cedex 4, France

⁴ Payload Systems Division, European Space Research and Technology Center, P.O. Box 299, 2000 AG Noordwijk, the Netherlands

Xavier.Mélique@IEMN.univ-Lille1.fr

Résumé: 9.5 dBm de puissance de sortie et un rendement maximal de conversion de 12.3 % ont été obtenus à la fréquence de 250 GHz pour un tripleur de fréquence. Ces performances records ont été obtenues avec des composants varactors à hétérostructure, fabriqués à partir d'épitaxies de type InGaAs/InAlAs/AlAs qui présentent des non linéarités de capacité extrêmement marquées. La capacité à zéro volt est en effet de 1fF/ μm^2 pour un contraste en capacité de 6 obtenu grâce à une tension de claquage de 12 V pour une structure associant deux barrières.

Conception et fabrication: Les composants sont fabriqués à l'Université de Lille en technologie InP. La structure de base utilise une barrière à trois couches semi-conductrices InAlAs/AlAs/InAlAs [1]. Ce motif alterné permet d'augmenter sensiblement la tenue en tension des composants avec pour une simple barrière une tension de claquage de l'ordre de 6V. Les composants, avec deux barrières élémentaires empilées au cours de l'épitaxie, sont ensuite intégrés suivant différentes configurations respectivement de type coaxial, guide coplanaire et microstrip (Figure 1). Le motif coaxial est utilisé principalement pour mesurer les caractéristiques C(V) et I(V). Un exemple de résultat obtenu à température ambiante est donné sur la figure 2. La caractéristique C(V) est symétrique permettant ainsi de rejeter les harmoniques pairs. Quant à la courbe G(V) on constate que les courants de fuites sont négligeables pratiquement jusque 10 V. Le motif coplanaire est employé pour caractériser l'environnement de la diode notamment la résistance série qui est un des paramètres clés pour la montée en fréquence. Les valeurs de résistance série s'échelonnent entre 2.5 Ω (60 μm^2 de surface pour la zone active) et 3.8 Ω (30 μm^2) correspondant à des fréquences de coupure supérieures au Terahertz [2].

Le troisième type de composant est illustré par la vue au microscope électronique à balayage reportée sur la figure 3. Dans ce cas les échantillons sont intégrés latéralement en configuration série. Cette intégration de deux diodes élémentaires (l'équivalent de quatre barrières) par techniques de pont à air permet de diminuer le niveau de capacité et d'augmenter la tenue en tension. Ces composants ont été montés dans une cellule conçue à Matra Marconi Space. La figure 4 donne un cliché du bloc de multiplication avec une vue du guide d'entrée et du guide croisé de sortie. Ces deux sections de guide sont connectés par un filtre passe bas réalisé sur quartz. L'adaptation d'impédance se fait en entrée comme en sortie par deux court circuits mobiles .

Mesures en tripleur: La figure 5 donne les variations de la puissance délivrée par un composant (2x 6 μm^2) ainsi que le rendement de conversion mesurés à l'observatoire de Paris entre 248 et 251.5 GHz. La puissance de pompe est délivrée par une diode Gunn Carlstrom accordable avec une puissance nominale de pompe de l'ordre de 30 mW. Pour les mesures à puissances plus élevées, nous avons utilisé un Carcinotron Thomson CSF pouvant sans difficulté délivrer 100 mW. Les résultats obtenus dans ce cas, en fonction de la puissance d'entrée, sont visualisés sur la figure 4. Le rendement maximal (12.3 %) est obtenu pour une puissance de 60 mW. Le dispositif délivre au maximum 9.5 dBm avec un rendement associé de 10.5%. A notre connaissance ces résultats constituent les performances les plus élevées obtenues à ce jour dans cette gamme de fréquence à partir de composants de type varactor à hétérostructure. Les effets de saturation sont très peu marqués [3] par opposition aux composants réalisés en technologie AsGa et laissent présager des améliorations tant en puissance qu'en fréquence.

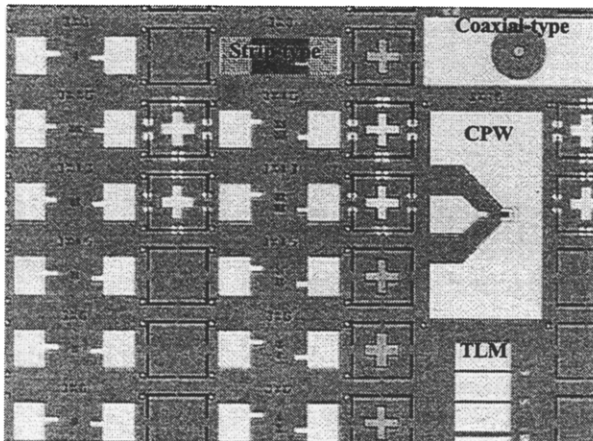


Figure 1: Illustration du jeu de masques au microscope optique

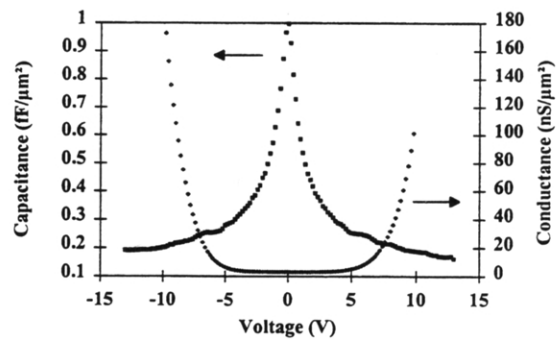


Figure 2 Caractéristique I(V) et C(V)

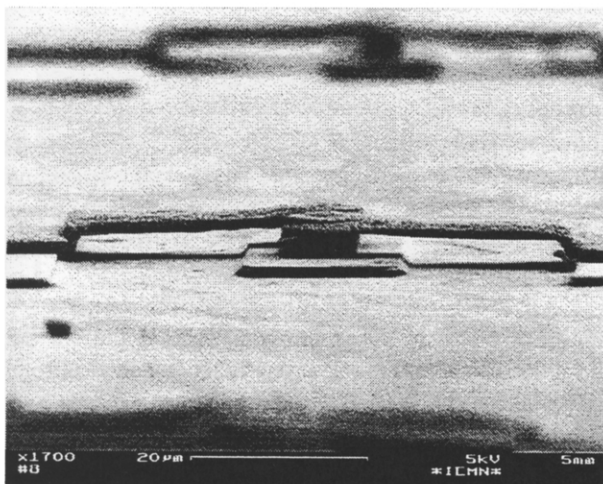


Figure 3 Microscopie à balayage d'un composant à quatre barrières

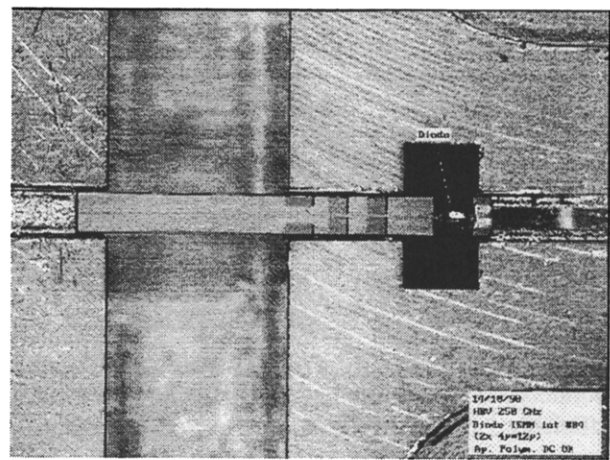


Figure 4 Bloc multiplicateur (Fréquence de sortie 250 GHz)

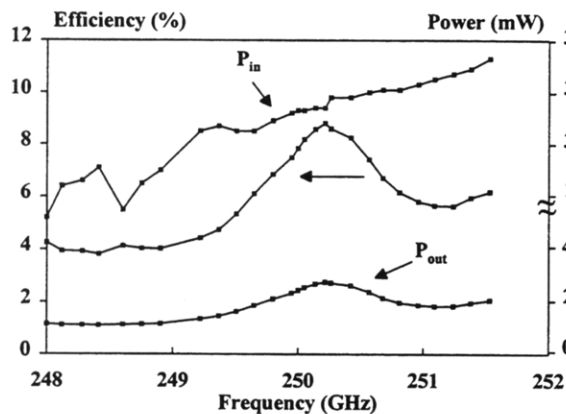


Figure 5 Etude en fonction de la fréquence (rendement et puissance)

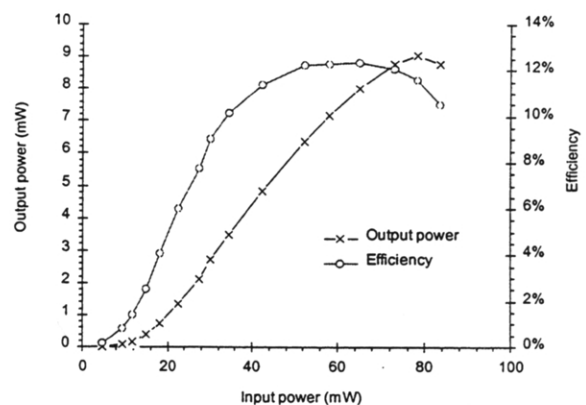


Figure 6: variations de η et P_{out} en fonction de la puissance d'entrée

Remerciements: Ce travail a été financé par l'Agence Spatiale Européenne (ESA) Contrat 9777/92/N1/PB

Références:

- [1] R. Havart, E. Lheurette, O. Vanbésien, P. Mounaix, F. Mollot and D. Lippens, "Step-like heterostructure barrier varactor" IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 45, N° 11, pp. 2291-2297, November 1998
- [2] X. Mélique, J. Carbonell, R. Havart, P. Mounaix, O. Vanbésien, and D. Lippens, "InGaAs/InAlAs/AlAs heterostructure barrier varactors for harmonic multiplication", IEEE Microwave and guided Wave Letters, vol. 8, pp. 254-256, July 1998
- [3] X. Mélique, C. Mann, P. Mounaix, O. Vanbésien, F. Mollot, and D. Lippens, "5mW and 5 % efficiency 216 GHz InP-based Heterostructure barrier vactor tripler", IEEE Microwave and guided Wave Letters, Vol. 8, N° 11, November 1998