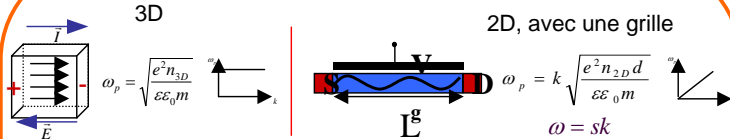


Ondes de Plasma



Nano-Transistors et radiations THz

M.I. Dyakonov, M.S. Shur, Phys. Rev. Lett. 67 (8), 1137 (1993)

Si les conditions de bords dans le canal sont asymétriques:

- Les ondes de plasma peuvent être générées dans le canal du transistor à effet de champ par un courant constant. Le canal agit comme une Cavity résonante pour les ondes de plasma. Emission THz à partir d'un seuil de courant
- Excitation des ondes de plasma dans le canal produit une tension continue entre la source et le drain, proportionnelle à la puissance de la radiation extérieure.

Fréquence dépend de la dimension & de la tension de grille $f_0 = \frac{1}{4L} \sqrt{\frac{eV_g}{m^*}}$

FET GaInAs - 60 nm $V_g = 1V \implies f_0 \sim 2THz$

Equipement

- Sources: Carcinotrons (200-700 GHz), Laser CO₂
- Détecteurs: InSb, GaAs, Si bolomètre
- Spectromètres: Spectromètres Fourier; spectromètre à résonance cyclotronique (0.3-8 THz)
- Cryogénie: 4K -300K
- Champ Magnétique: 0-10T

Transistors

1) Fujitsu FHX06X GaAs/AlGaAs HEMT, Lg=0.25mm, W=200mm



2) InAlAs/InGaAs/InP HEMT Lg=60-300nm, Wg=50μm

$\mu=27000\text{cm}^2/\text{Vs}$, $n=3.3 \cdot 10^{11} \text{ cm}^{-2}$

3) MOSFET Silicium STMicroelectronics Lg=20-100nm $\mu=300\text{cm}^2/\text{Vs}$

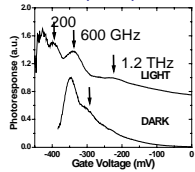


4) AlGaIn/GaN HEMT Lg=150nm, Wg=200μm $n=1.2 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2}$

Détection

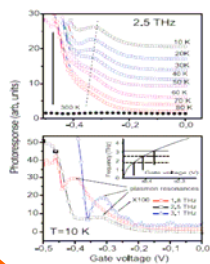
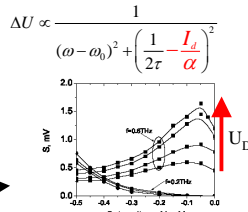
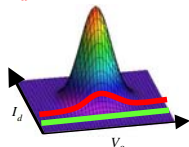
Sous illumination, la mobilité des électrons augmente et les pics deviennent plus prononcés

Influence du courant de drain à 300K GaAs/GaAlAs, 250 nm gate



$$\omega\tau \rightarrow \omega\tau_{\text{eff}}$$

$$\frac{1}{\tau_{\text{eff}}} = \frac{1}{\tau} - \frac{I_d}{\alpha}$$



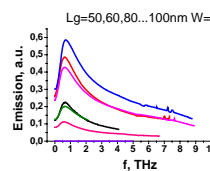
Lorsque la température décroît, la mobilité, donc le facteur de qualité augmente et la détection entre dans son régime résonant et les pics deviennent plus marqués.

Le décalage des pics observés en fonction de la fréquence de radiation extérieure est en accord avec la théorie.

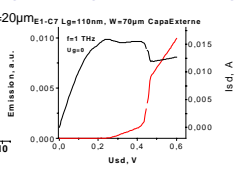
Emission

AlGaAs/InGaAs HEMT

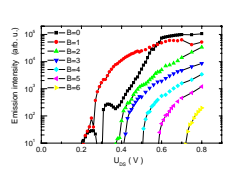
- Transistors avec capacitance incorporée
- Transistors de longueur de grille différente Lg : 50-300 nm



Spectre d'émission

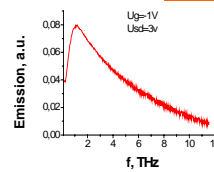


I(V)/Seuil d'émission

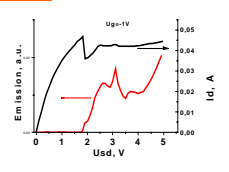


Influence du champ magnétique

HEMT AlGaIn/GaN 220nm



Spectre d'émission



I(V)/Seuil d'émission

Collaborations

PICS "Terahertz oscillations of two-dimensional plasma in nanometre semiconductor systems".

E-GDR: "Détecteurs et Emetteurs de Radiations TéraHertz à Semiconducteurs"

ST Microelectronics: "Nano-2008"

Publications

2005

Nonresonant detection of terahertz radiation in Sol MOSFETs, Electronic Letters, 41, No. 7, pp. 89-90, 2005
Room-temperature plasma waves resonant detection of sub-terahertz..., Appl. Phys. Lett. 87, 052107, 2005.
Plasma wave resonant detection of femtosecond pulsed terahertz..., Appl. Phys. Lett. 87, 022102, 2005.
Magnetic field effect on the terahertz emission from nanometer..., J. Appl. Phys., V 97, N 11, p.4313, 2005.
Voltage tuneable terahertz emission from ballistic nanometer ..., J. Appl. Phys., V 97, N 6, p.64307, 2005.

2004

J. Appl. Phys., V 96, N 10, pp.5761 - 5765, 2004.
J. Appl. Phys., V 96, N 7, pp.3845 - 3847, 2004.
Appl. Phys. Lett., V. 85, N 4, pp.675-677, 2004.

Appl. Phys. Lett., V. 84, N 13, pp.2331, 2004.
Phys. Solid State, 46(1), pp.138-145, 2004
Phys. Solid State, 46(1), pp.146-149, 2004