

Etude de la Capacité de diffusion

Ce chapitre est consacré à l'étude de la capacité de diffusion de la photopile éclairée par une lumière monochromatique en modulation de fréquence. Nous y proposons le module de la capacité en fonction de la vitesse recombinaison à la jonction pour différentes valeurs du taux de dopage puis de la pulsation. Nous terminons ce chapitre par l'étude des diagrammes de Bode, de Bode de la phase et de la représentation de Nyquist de la capacité.

Lorsque la photopile est illuminée, les porteurs de charges photogénérés diffusent dans la base. La capacité qui apparait est alors assimilée à une capacité de diffusion, l'équation de la capacité total [20-23] est alors donnée par :

$$C(\omega, Nb, Sf) = q \cdot \frac{\delta(0, \omega, Nb, Sf)}{V_{ph}(\omega, Nb, Sf)} \quad (\text{III.1})$$

Le développement de cette expression fait apparaitre deux termes :

$$C(\omega, Nb, Sf) = \frac{q \cdot (n_i^2)}{N_b \cdot V_T} + \frac{q \cdot \delta(0, \omega, Nb, Sf)}{V_T} \quad (\text{III.2})$$

$$C(\omega, Nb, Sf) = C_0(N_b) + C_d(\omega, Nb, Sf) \quad (\text{III.3})$$

$$\text{Avec } C_0(N_b) = \frac{q \cdot (n_i^2)}{N_b V_T} \quad (\text{III.4})$$

$$C_d(\omega, Nb, Sf) = \frac{q \cdot \delta(0, \omega, Nb, Sf)}{V_T} \quad (\text{III.5})$$

Le premier terme représente la capacité de transition et le second, la capacité de diffusion

Capacité en fonction de la vitesse de recombinaison

A la figure III.1, nous représentons le module de la capacité en fonction de la vitesse de recombinaison à la jonction pour différentes valeurs de la fréquence.

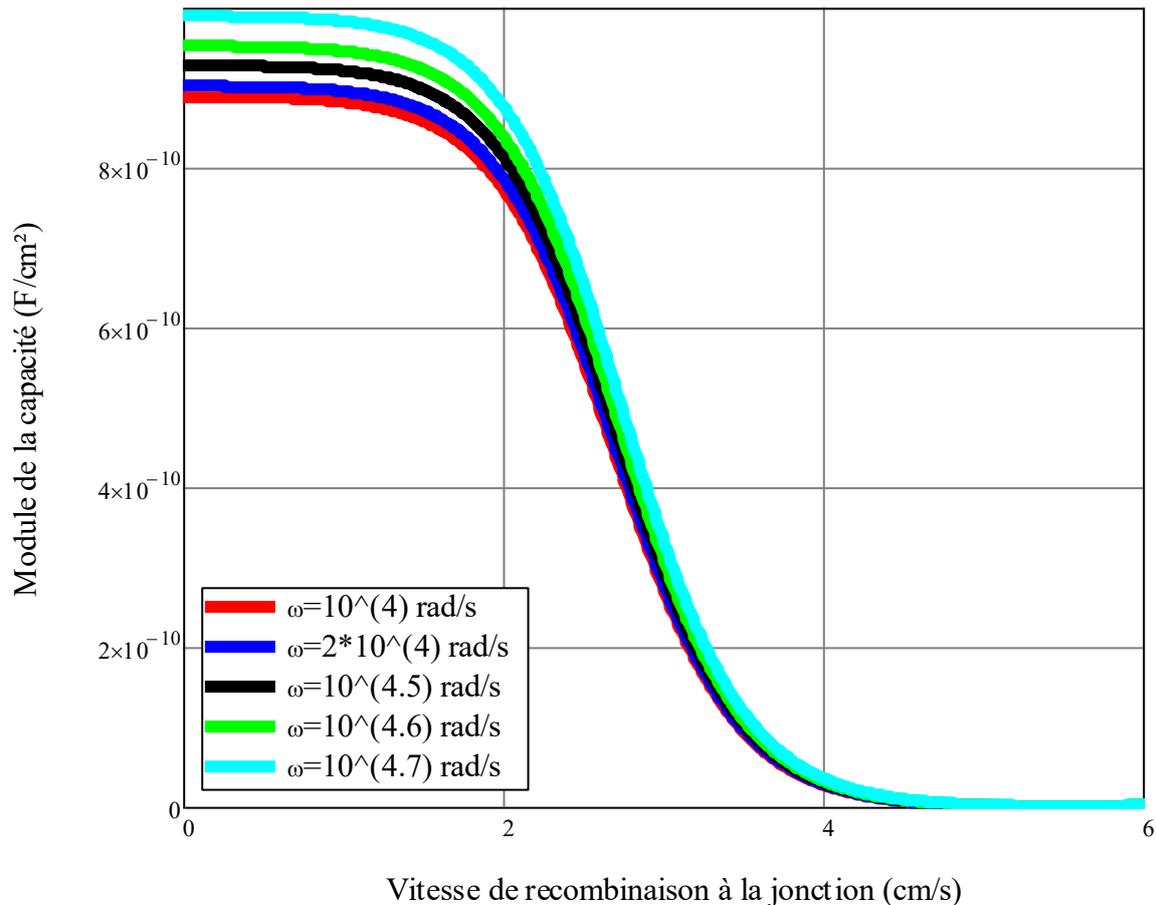


Figure III. 1 : Module de la capacité en fonction de la vitesse de recombinaison pour différentes valeurs de la fréquence ($z=0.002$ cm ; $\lambda=0,58$ μm , $N_b=10^{15}$ cm^{-3})

On constate que la capacité diminue avec S_f et avec l'augmentation de la fréquence. Cela s'explique par le fait que la vitesse de recombinaison à la jonction matérialise le flux de porteur traversant la jonction pour être collecté et participé au photocourant.

III.3.2 : Pour différentes valeurs du taux de dopage pour une courte longueur d'onde

A la figure III.2, nous représentons le module de la capacité en fonction de la vitesse de recombinaison à la jonction pour différentes valeurs du taux de dopage.

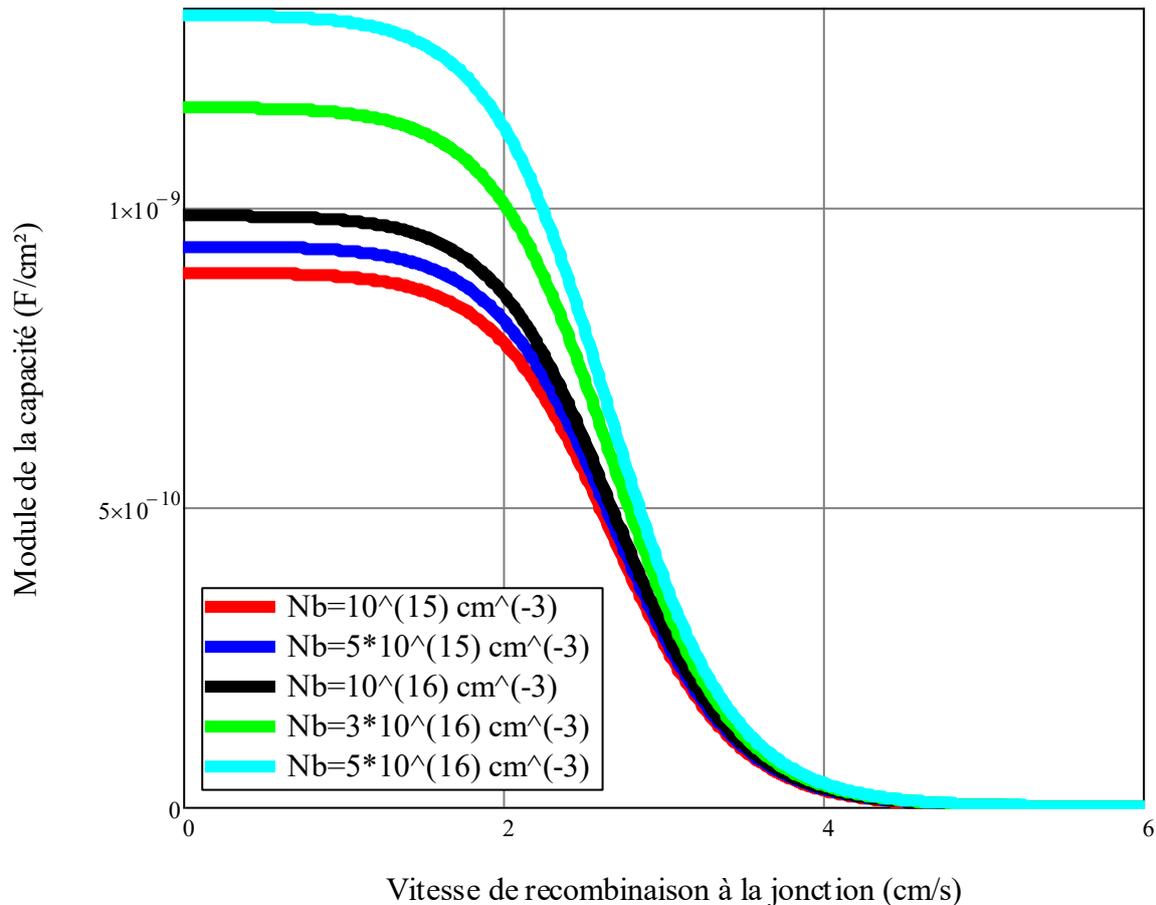


figure III. 2 : Module de la phototension en fonction de la fréquence pour différentes valeurs du taux de dopage ($z=0.002$ cm ; $\lambda=0,58$ μm , $\omega=10^4$ rad/s)

La capacité diminue avec le dopage de la base. Cette diminution est plus nette avec les taux de dopage plus élevés. En effet, un dopage fort augmente la probabilité de recombinaison des porteurs minoritaires stockés à la jonction est important d'où la diminution de la capacité avec le dopage.

Etude des Diagrammes de Bode, de la Phase et la représentation de Nyquist de la capacité

III.4.1 : Diagramme de Bode, de la Phase et la représentation de Nyquist de la capacité pour une courte longueur d'onde (en situation de circuit ouvert)

III.4.1.1: Diagramme de Bode de la capacité

A la figure III.3, nous représentons le diagramme de Bode de la capacité pour différentes valeurs du taux de dopage en situation de circuit ouvert.

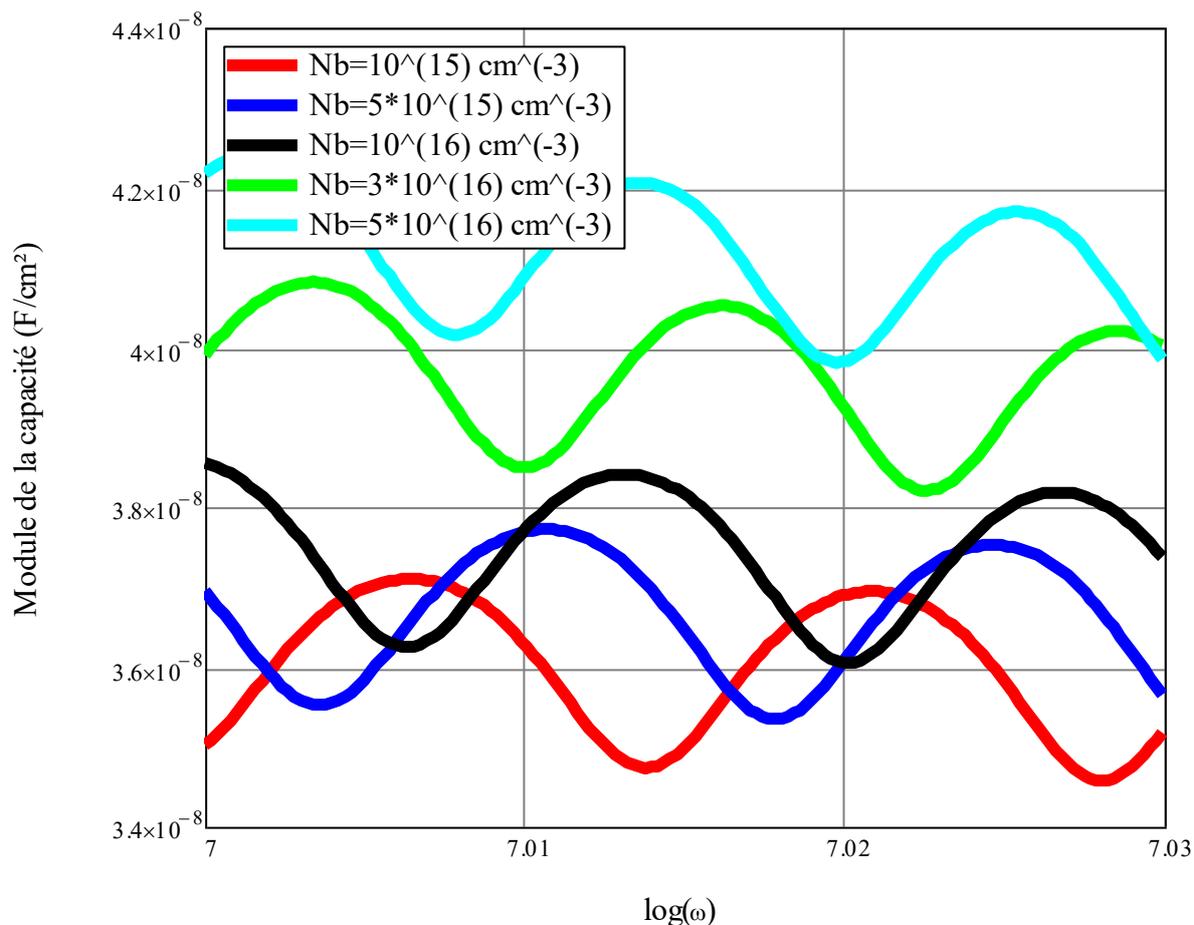


Figure III. 3 : Module de la capacité en fonction de logarithme décimal de la pulsation différents taux de dopage en situation de circuit ouvert

Le diagramme de Bode de la capacité montre la présence des harmoniques pour différentes valeurs du taux de dopage lorsque la photopile est en circuit ouvert.

III.4.1.2 : Diagramme de Bode de la phase de la capacité

A la figure III.4, nous représentons le diagramme de Bode de la phase de la capacité pour différentes valeurs du taux de dopage en situation de circuit ouvert.

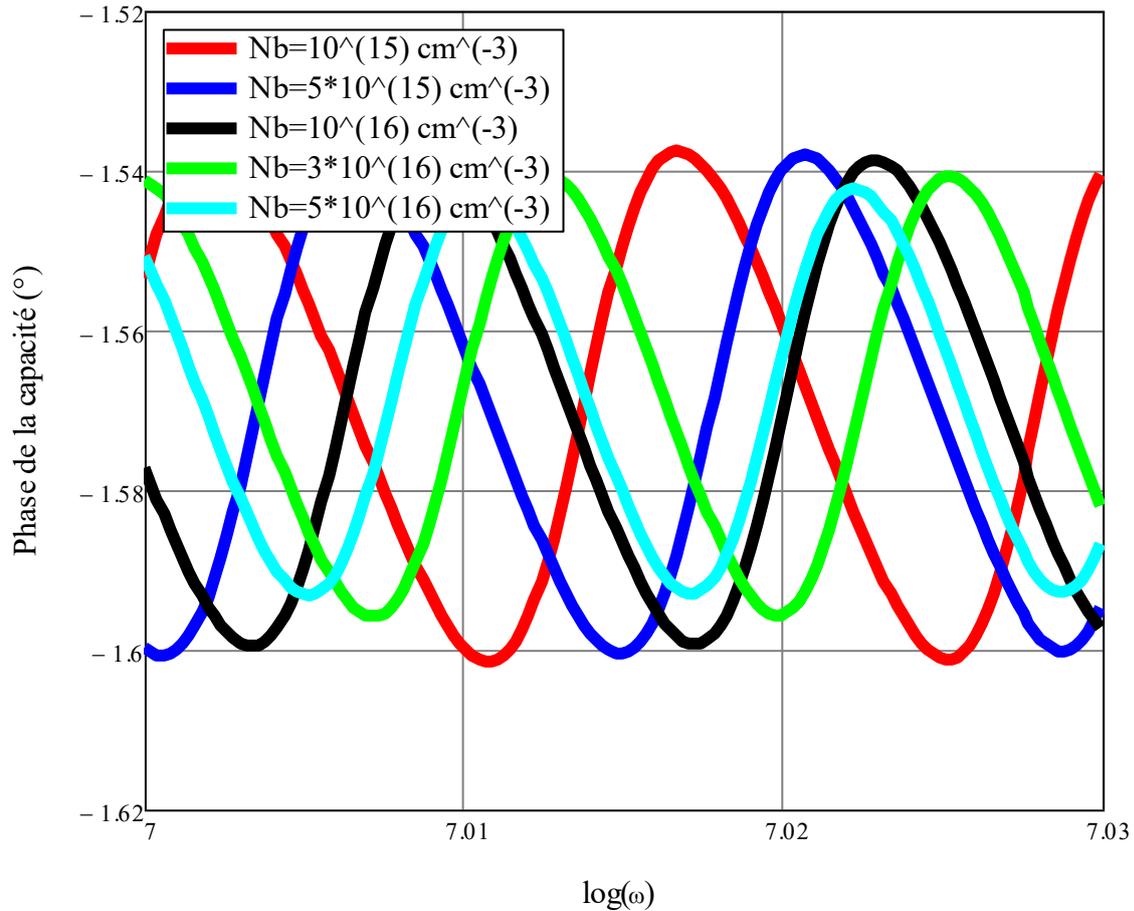


figure III. 4 : Phase de la capacité en fonction de logarithme décimal de la pulsation différents taux de dopage en situation de circuit ouvert

Le diagramme de phase de la capacité au point de fonctionnement de circuit ouvert montre le déplacement de la fréquence de résonance pour différentes valeurs du taux de dopage.

III.4.1.3 : Représentation de Nyquist de la capacité

A la figure III.5, nous représentons la représentation de Nyquist de la capacité pour différentes valeurs du taux de dopage en situation de circuit ouvert.

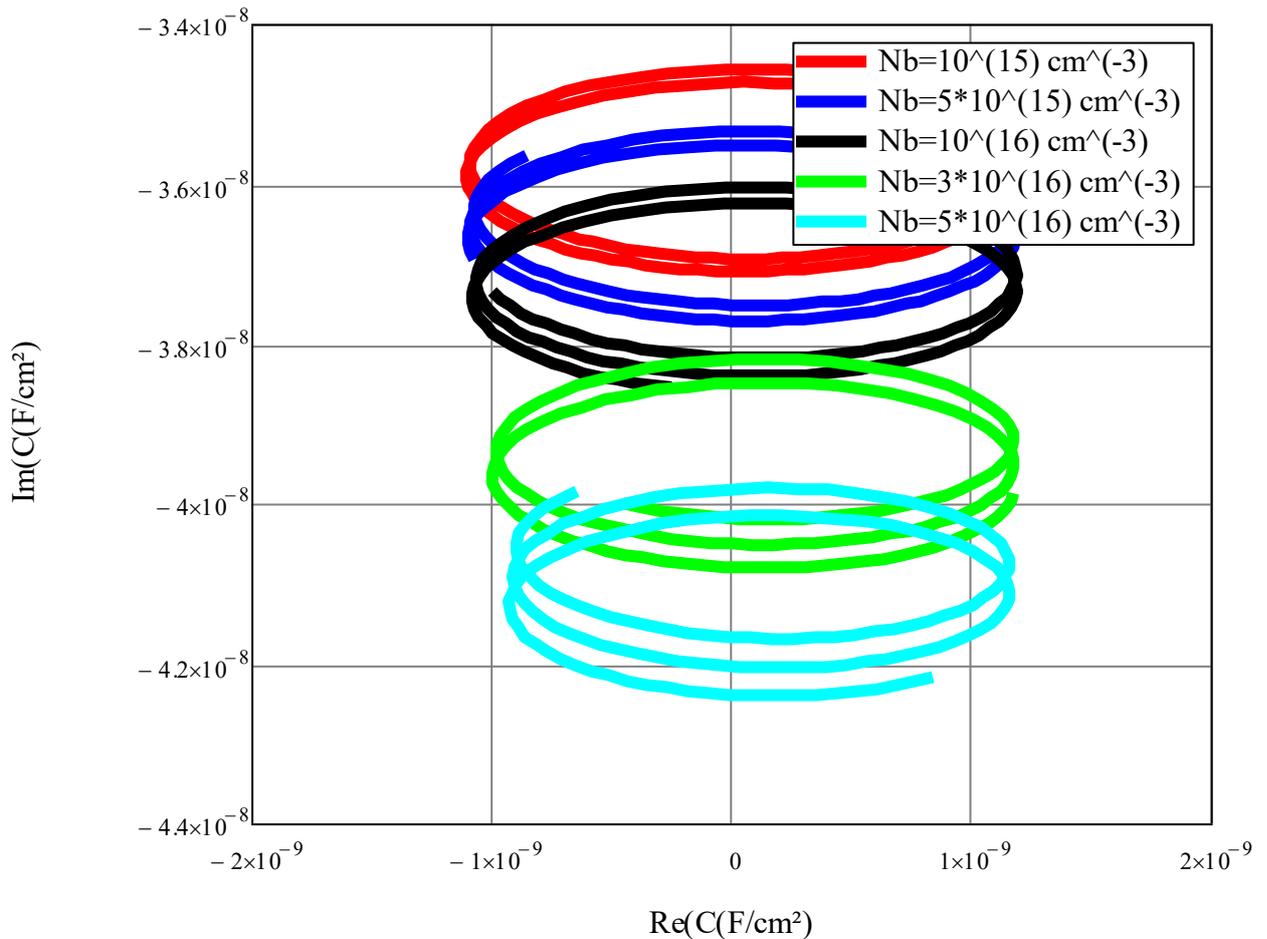


Figure III. 5 : La partie imaginaire de la capacité en fonction de sa partie Réelle différents taux de dopage en situation de circuit ouvert. $S_f = 2.10^2 \text{ cm/s}$

Cette figure donnant la représentation de Nyquist de la capacité confirme les résultats des diagrammes de Bode et de Bode de la phase en circuit ouvert.

III.4.2 : Diagramme de Bode, de la Phase et la représentation de Nyquist de la capacité pour une courte longueur d'onde (en situation de court-circuit)

III.4.2.1 : Diagramme de Bode de la capacité

A la figure III.6, nous représentons le diagramme de Bode de la capacité pour différentes valeurs du taux de dopage en situation de court-circuit.

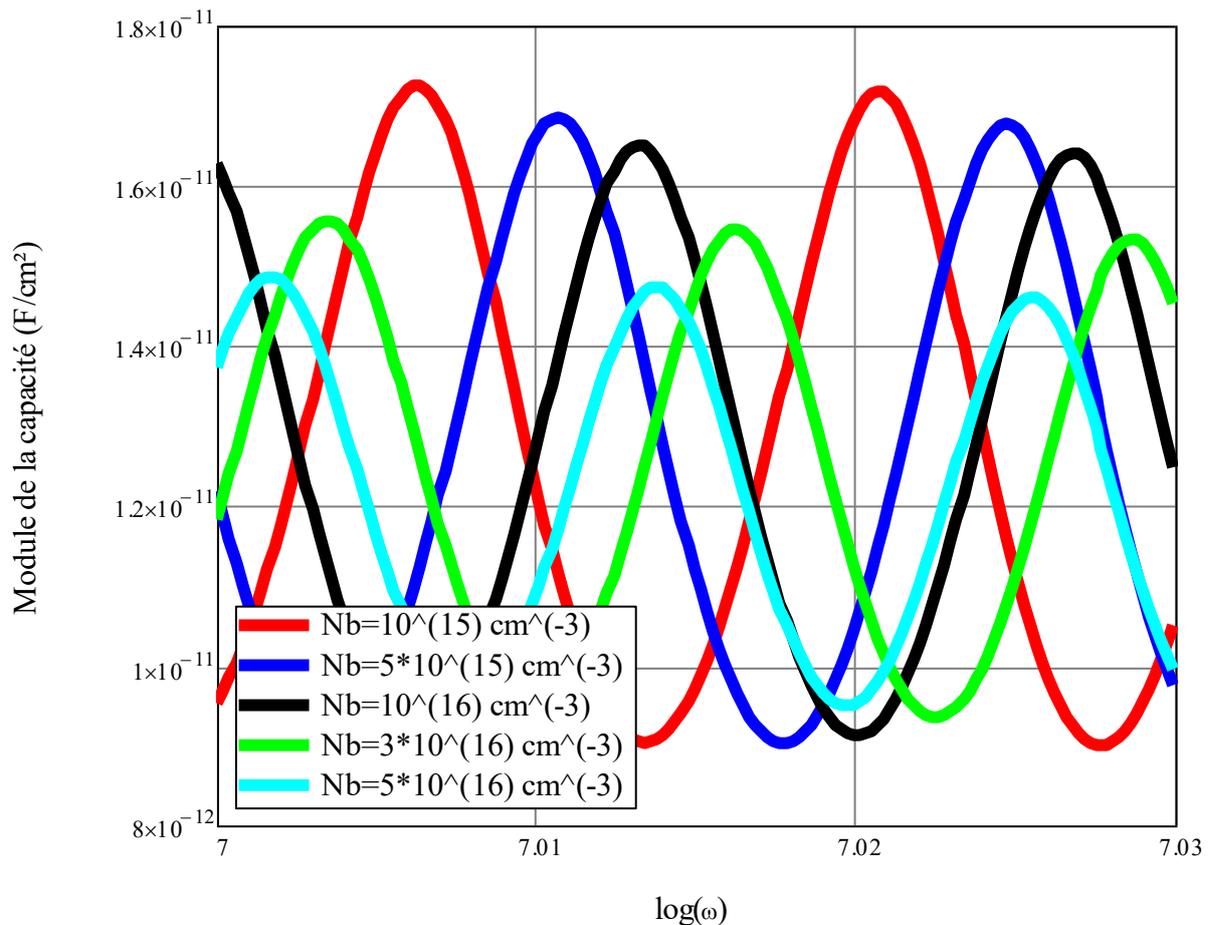


Figure III. 6 : Module de la capacité en fonction de logarithme décimal de la pulsation différents taux de dopage en situation de court-circuit. $S_f = 6.10^6$ cm/s

Comme le point fonctionnement précédent, ici nous avons aussi des harmonies lorsqu'on en court-circuit.

III.4.2.2 : Diagramme de Bode de la phase de la capacité

A la figure III.7, nous représentons le diagramme de Bode de la phase de la capacité pour différentes valeurs du taux de dopage en situation de court-circuit.

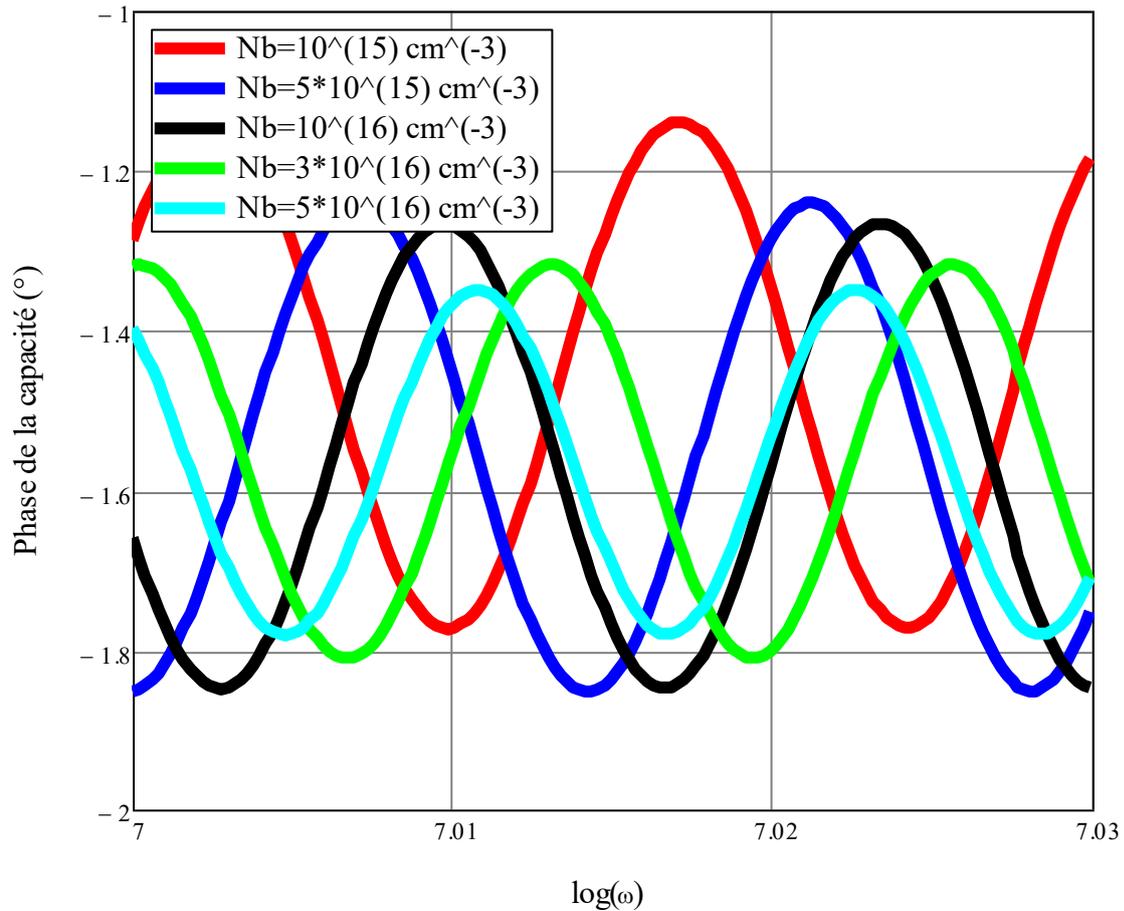


Figure III. 7 : la phase de la capacité en fonction de logarithme décimal de la pulsation différents taux de dopage en situation de court-circuit. $S_f = 6 \cdot 10^6 \text{ cm/s}$

Nous remarquons ici que la phase de la capacité en court-circuit montre une alternance des fréquences de résonance.

III.4.2.3 : Représentation de Nyquist de la capacité

A la figure III.8, nous représentons la représentation de Nyquist de la capacité pour différentes valeurs du taux de dopage en situation de court-circuit.

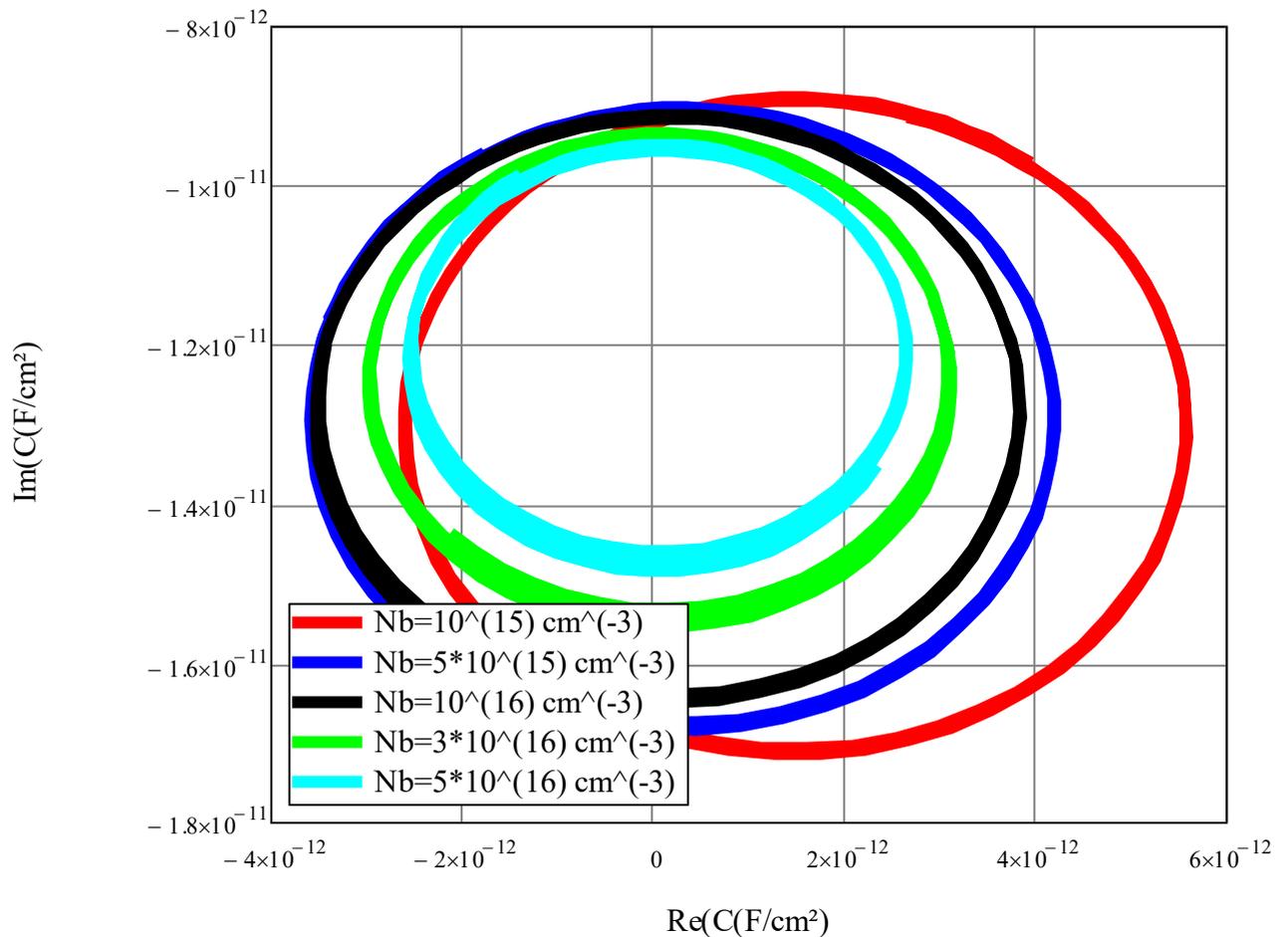


Figure III. 8 : La Partie Imaginaire de la capacité en fonction de sa partie réelle pour différents taux de dopage en situation de court-circuit. $S_f=6.10^6 \text{ cm/s}$

Cette représentation de Nyquist de la capacité en court-circuit fait correspondre les fréquences caractéristiques obtenues dans les diagrammes de Bode et de Bode de phase.

III.5 Conclusion :

L'utilisation de la courte longueur d'onde, conduit à une faible pénétration dans le matériau

Effet du taux de dopage et de la fréquence est présenté à travers le profil de la capacité en fonction de la vitesse de recombinaison à la jonction indiquant les situations de de fonctionnement de circuit ouvert et de court-circuit de la photopile. La capacité croît avec le taux de dopage, de même que la fréquence.

En partant du fonctionnement de circuit ouvert au court-circuit, la capacité de la photopile décroît et confirme l'extension de la zone de charge d'espace.

Aussi à travers le diagramme de Nyquist de la capacité, cette variation est observée, par un déplacement horizontalement (court-circuit) et verticalement (circuit-ouvert) du centre des cercles.

Les diagrammes de Bode de la capacité et de la phase présentent des sinusoides, comportant des harmoniques, en demeurant dans des valeurs négatives.

Conclusion générale

Etude de la capacité de la photopile à jonction verticale série au silicium cristallin, sous éclairage monochromatique en modulation de fréquence et pour différents taux de dopage de la base a été effectuée :

- a) En présentant l'état de l'art sur les travaux concernant la capacité de différents type de photopiles, sous différents modes d'éclairages et de conditions internes et externes
- b) En résolvant l'équation de continuité relative à la densité des porteurs minoritaires dans la base en régime dynamique fréquentiel, pour différents taux de dopage.
- c) En produisant le profil des courbes de cette densité avec la profondeur de la base, suivant les conditions de court-circuit et de circuit ouvert de la photopile
- d) En établissant les équations de courant et de la tension, en fonction de la vitesse de recombinaison à la jonction conduisant les courbes des caractéristiques courant-tension.
- e) En établissant l'équation de la capacité (transitionnelle et de diffusion) de la photopile, pour présenter son évolution à travers les diagrammes de Bode(amplitude et phase) et Nyquist pour les points de fonctionnement de circuit ouvert et de court-circuit.

Extension de la zone de charge d'espace est confirmée par la capacité en fonction de la vitesse de recombinaison

En perspectives,

Faire une extension sur les grandes longueurs d'onde

Pour un éclairage polychromatique

Sous champ magnétique(B) pour apparaitre les fréquences de résonance

Sous l'effet de la température(T)

Etude de la vitesse de recombinaison à la face arrière sous l'impact de :

- ω , N_b , T

- ω , N_b , B ; T

-Irradiation(Φ_p , KI) de particules chargées

D'autres combinaison des facteurs externes peuvent être envisagées dans le cadre des études en modélisation, pour la caractérisation de la photopile.

References:

- [1] Masse Samba Diop, Hamet Yoro Ba , Ndeye Thiam, Ibrahima Diatta, Mamadou Lamine Ba, Youssou Traore, Mamadou Lamine Ba, El Hadji Sow, Oulymata Mballo And Grégoire Sissoko, (2019)
Surface recombination concept as applied to determinate silicon solar cell base optimum thickness with doping level effect.
World Journal of Condensed Matter Physics, 9, 102-111,
<http://www.scirp.org/journal/wjcmp>
- [2] Gora Diop, Hamet Yoro Ba, Ndeye Thiam, Youssou Traore, Babou Dione, Mamour Amadou Ba., Pape Diop, Masse Samba Diop , Oulimata Mballo and Gregoire Sissoko
Base Thickness Optimization Of A Vertical Series Junction Silicon Solar Cell Under Magnetic Field By Theconcept Of Back Surface Recombination Velocity Of Minority Carrier
ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 14, NO. 23, pp.4078-4085, December 2019
- [3] Mamadou Lamine Ba, Ndeye Thiam, Moustapha Thiame, Youssou Traore, Masse Samba Diop, Mamour Ba, Cheikh Tidiane Sarr Mamadou Wade and Gregoire Sissoko
Base thickness optimization of a ($n^+ - p - p^+$) silicon solar cell in static mode under irradiation of charged particles
Journal of Electromagnetic Analysis and Applications, 2019, 11, 173-185
<https://www.scirp.org/journal/jemaa>
- [4] Gokhan SAHIN, Moustapha DIENG, Mohamed Abderrahim OULD EL MOUJTABA, Moussa Ibra NGOM, Amary THIAM, Grégoire SISSOKO.
Capacitance Of Vertical Parallel Junction Silicon Solar Cell Under Monochromatic Modulated Illumination
Journal of Applied Mathematics and Physics, 2015, 3, 1536-1543
- [5] Ibrahima Diatta, Ibrahima Ly, Mamadou Wade, Marcel Sitor Diouf, Senghane Mbodji, Grégoire Sissoko, (2016)
Temperature Effect on Capacitance of a Silicon Solar Cell under Constant White Biased Light
World Journal of Condensed Matter Physics, 6, 261-268 www.scirp.org/journal/wjcmp
- [6] Nzonzolo, D. Lilonga-Boyenga, G. Sissoko, (2014)
Illumination Level Effects on Macroscopic Parameters of a Bifacial Solar Cell,
Energy and Power Engineering, 6, 25-36, <http://www.scirp.org/journal/epe>,
- [7] Matar Gueye, Hawa Ly Diallo, Attoumane Mamadou Moustapha, Youssou Traore, Ibrahima Diatta and Gregoire Sissoko, (2018)
Ac Recombination velocity in a lamella silicon Solar Cell
World Journal of Condensed Matter Physics, 8, 185-196
<http://www.scirp.org/journal/wjcmp>
- [8] Youssou Traore, Ndeye Thiam, Moustapha Thiame, Amary Thiam, Mamadou Lamine Ba, Marcel Sitor Diouf, Ibrahima Diatta, Oulymata Mballo, El Hadji Sow, Mamadou Wade, Grégoire Sissoko, (2019)

AC Recombination Velocity in the Back Surface of a Lamella Silicon Solar Cell under Temperature,
Journal of Modern Physics, 10, 1235-1246

[9] Massamba Dieng, Boureima Seibou, Ibrahima LY, Marcel Sitor Diouf, Mamadou Wade, Grégoire Sissoko, (2017).

Silicon Solar Cell Emitter Extended Space Charge Region Determination under Modulated Monochromatic Illumination by using Gauss's Law.

International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering Vol. 6, issue 2, pp. 17-20

[10] Fatimata Ba, Boureima Seibou, Mamadou Wade, Marcel Sitor Diouf, Ibrahima Ly And Grégoire Sissoko, (2016)

Equivalent Electric Model of the Junction Recombination Velocity limiting the Open Circuit of a Vertical Parallel Junction Solar Cell under Frequency Modulation

IPASJ International Journal of Electronics & Communication (IJEC), Volume 4, Issue 7, pp.1-11

[11] M. Ndiaye, Z. Nouhou Bako, I. Zerbo, A. Dieng, F. I. Barro, G. Sissoko, (2008)

Détermination des paramètres électriques d'une photopile sous éclairage Monochromatique en modulation de fréquence, à partir des diagrammes de bode et de nyquist.

J. Sci. Vol. 8, N° 3, 59 – 69.

[12] R. A. Kumar, M. S. Suresh, J. Nagaraju, (2001)

Measurement of AC parameters for Gallium Arsenide (GaAs/Ge) solar cell by impedance spectroscopy

IEEE Transactions On Electron Devices. Vol.48, No.9, pp.2177-2179

[13] H. Ly Diallo, M. Wade, I. Ly, M. NDiaye, B. Dieng, O.H. Lemrabott, A.S. Maïga and G. Sissoko, (2012)

1D Modeling of a Bifacial Silicon Solar Cell under Frequency Modulation, Monochromatic Illumination: Determination of the Equivalent Electrical Circuit Related to the Surface Recombination Velocity

Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology (4)1672-1676.

[14] Amadou Diao, Ndeye Thiam, Martial Zoungrana, Gokhan Sahin, Mor Ndiaye, Grégoire Sissoko, (2014)

Diffusion Coefficient in Silicon Solar Cell with Applied Magnetic Field and under Frequency : Electric Equivalent Circuits

World Journal of Condensed Matter Physics, 4, pp 84 - 92

[15] Richard Mane, Ibrahima Ly, Mamadou Wade, Ibrahima Datta, Marcel S. Douf,

Youssou Traore, Mor Ndiaye, Seni Tamba, Grégoire Sissoko, (2017)

Minority Carrier Diffusion Coefficient $D^*(B, T)$: Study in Temperature on a Silicon Solar Cell under Magnetic Field

Energy and Power Engineering, 9, 1-10

[16] Seydina Diouf , Mor Ndiaye, Ndeye THIAM, Youssou Traore, Mamadou Lamine Ba, Ibrahima Diatta, Marcel Sitor diouf, Oulimata Mballo, Amary Thiam and Grégoire Sissoko, (2019)

Influence of Temperature and Frequency on Minority Carrier Diffusion Coefficient in a Silicon Solar Cell Under Magnetic Field

Energy and Power Engineering, 11, 355-361, <http://www.scirp.org/journal/epe>

[17] Marcel Sitor Diouf, Gohan Sahin, Amary Thiam, Khady Faye, Moussa Ibra Ngom, Doudou Gaye, Grégoire Sissoko, (2015)

Determination of The Junction Surface recombination Velocity Limiting the Open Circuit (Sfoc) For A Bifacial Silicon Solar Cell Under External Electric Field

IJSET- International Journal of Informative Science, Engineering & Technology, Vol.2 Issue 9

[18] B. H. Rose And H. T. Weaver. (1983)

Determination of effective surface recombination velocity and minority carrier lifetime in high-efficiency Si solar cells.

J. Appl. Phys . 54. Pp 238-247,

[19] I.Ly, M. Ndiaye, M. Wade, Ndeye Thiam, Segue Gueye, G. Sissoko, (2013)

concept of recombination velocity s_{fcc} at the junction of a bifacial silicon solar cell, in steady state, initiating the short-circuit condition

Research Journal Of Applied Sciences, Engineering And Technology 5(1): 203-208,

Phys. J. Appl. Phys. 42 203–11

[20] Ali Moissi, Martial Zoungrana, Abdourrahmane Diallo, Senghane Mbodji, Hawa Ly Diallo, Ali Hamidou, Mor Ndiaye and Grégoire Sissoko, (2014)

Base Transceiver Station (BTS) Antenna Electric Field Influence on the Space Charge Region in a Silicon Solar Cell

Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 7(12): 2554-2558

[21] B. Dieng, I. Diagne, M. Dieng, A. Kane, And G. Sissoko (2012)

Charaterization of a cold battery with double heat exchanger in a dry mode

IOSR Journal of Engineering, Vol. 2, Issue 12, PP 49-54,

[22] M. M. Deme, S.Sarr, R.Sam, S.Gueye, M. L. Samb, F. I. Barro, G.Sissoko, (2009)

Influence de la taille de grain, de la vitesse de recombinaison aux joints de grain et de l'angle d'incidence de l'éclairement sur l'élargissement de la zone de charge d'espace d'une photopile monofaciale,

J. Sci. Vol. 9, N° 2, 17 – 27.

[23] M.C. Halder And T.R. Williams, (1983)

Grain boundary effects in polycrystalline silicon solar cells I: Solution of the three dimensional diffusion equation by the green's function method,

Solar Cells, Vol. 8, Pp 201-223,

Annexe Mathématique

Equation de continuité :

$$D(\omega, Nb) \cdot \frac{\partial^2 \delta(x, \omega, Nb, t)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x, \omega, Nb, t)}{\tau} = -G(z, \omega, t) + \frac{\partial \delta(x, \omega, Nb, t)}{\partial t} \quad (\text{II.1})$$

avec :

$$\delta(x, \omega, Nb, t) = \delta(x, Nb) e^{j\omega t} \quad (\text{II.2})$$

$$G(z, \omega, t) = \alpha_t (1 - R(\lambda)) e^{-\alpha_t z} e^{-j\omega t} \quad (\text{II.3})$$

$D(\omega, Nb)$: est le coefficient de diffusion

$\delta(x, \omega, Nb, t)$: Décrit la densité des porteurs minoritaires de charges photogénérées

$G(z, t)$: est le taux global de génération

L'expression du taux de génération est de la forme :

$$G(z, \omega, t) = g(z) e^{j\omega t} \quad (\text{II.4})$$

$g(z)$: est la composante spatiale

$e^{j\omega t}$: est la composante temporelle

$$\frac{\partial \delta(x, \omega, Nb, t)}{\partial x} = \frac{\partial [\delta(x, Nb) e^{j\omega t}]}{\partial x} = \delta'(x) e^{j\omega t} \quad (\text{II.5})$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial}{\partial x} \delta(x, Nb) e^{j\omega t} \right] = \frac{\partial^2 \delta(x, Nb)}{\partial x^2} e^{j\omega t} \quad (\text{II.6})$$

$$\frac{\partial \delta(x, \omega, Nb, t)}{\partial t} = j\omega \delta(x, Nb) \cdot e^{j\omega t} \quad (\text{II.7})$$

En simplifiant par $e^{j\omega t}$ on obtient l'expression suivante :

$$D(\omega, Nb) \frac{\partial^2 \delta(x)}{\partial x^2} - \left[\frac{1}{\tau} + j\omega t \right] \delta(x) = -\frac{g(z)}{D(\omega)} \quad (\text{II.8})$$

En divisant de part et d'autre $D(\omega)$ on a :

$$\frac{\partial^2 \delta(x)}{\partial x^2} - \left[\frac{1 + \tau j\omega t}{\tau D(\omega)} \right] \delta(x) = -\frac{g(z)}{D(\omega)} \quad (\text{II.9})$$

$$\frac{1}{L(\omega)^2} = \frac{1 + \tau j\omega t}{\tau D(\omega)} \quad (\text{II.10})$$

Ainsi on a l'équation de continuité qui est de forme :

$$\frac{\partial^2 \delta(x)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x)}{L(\omega)^2} = -\frac{g(z)}{D(\omega)} \quad (\text{II.11})$$

La solution particulière :

On a $\delta(x)$ est constant

$$\delta_2(x) \boxtimes = g(z) \frac{L(\omega)}{D(\omega)} \quad (\text{II.12})$$

$$\delta_1(x) = A \cosh\left(\frac{x}{L(\omega)}\right) + B \sinh\left(\frac{x}{L(\omega)}\right) \quad (\text{II.13})$$

Ainsi on a la solution de l'équation générale qui est de la forme :

$$\delta(x) = \delta_1(x) + \delta_2(x) \quad (\text{II.14})$$

$$\delta(x, t) = [\delta_1(x) + \delta_2(x)]e^{j\omega t} \quad (\text{II.15})$$

$$\delta(x) = A \cosh\frac{x}{L(\omega)} + B \sinh\frac{x}{L(\omega)} + \frac{L(\omega)}{D(\omega)}\alpha_t(1 - R(\lambda))Fe^{-\alpha_t t} \quad (\text{II.16})$$

$$\delta(x, t) = \left(A \cosh\frac{x}{L(\omega)} + B \sinh\frac{x}{L(\omega)} + \frac{L(\omega)}{D(\omega)}\alpha_t(1 - R(\lambda))Fe^{-\alpha_t t}\right)e^{j\omega t} \quad (\text{II.17})$$

Recherche des coefficients A et B

Les conditions aux limites

La densité de courant est de la forme :

A la jonction on a

$$D(\omega)\frac{\partial\delta(x)}{\partial x}\Big|_{x=0} = S_f\delta(x) \quad (\text{II.18})$$

A la face arrière (x=H)

$$D(\omega)\frac{\partial\delta(x)}{\partial x}\Big|_{x=H} = -S_b\delta(x) \quad (\text{II.19})$$

S_f : est la vitesse recombinaison à la jonction

S_b : est la vitesse de recombinaison à la face arrière

H : est l'épaisseur de la photopile à la base

Ainsi à la jonction (x=0) on a

$$D(\omega)\frac{\partial\delta(x)}{\partial x}\Big|_{x=0} = S_f\delta(x) \quad (\text{II.20})$$

$$\frac{\partial\delta(x)}{\partial x} = \frac{A}{L(\omega)}\sinh\frac{x}{L(\omega)} + \frac{B}{L(\omega)}\cosh\frac{x}{L(\omega)} \quad (\text{II.21})$$

$$B\frac{D(\omega)}{L(\omega)} = S_f\left[A + \frac{L(\omega)^2}{D(\omega)}\alpha_t(1 - R(\lambda))Fe^{-\alpha_t t}\right] \quad (\text{II.22})$$

$$B = AS_f\frac{L(\omega)}{D(\omega)} + S_f\frac{L(\omega)^3}{D(\omega)^2}\alpha_t(1 - R(\lambda))Fe^{-\alpha_t t} \quad (\text{II.23})$$

➤ A la face arrière on a :

$$D(\omega)\frac{\partial\delta(x)}{\partial x}\Big|_{x=H} = -S_b\delta(x) \quad (\text{II.24})$$

$$D(\omega) \left[\frac{A}{L(\omega)} \sinh \frac{H}{L(\omega)} + \frac{B}{L(\omega)} \cosh \frac{H}{L(\omega)} \right] = -S_b \left[A \cosh \frac{H}{L(\omega)} + B \sinh \frac{H}{L(\omega)} + \frac{L(\omega)^2}{D(\omega)} \right] \alpha_t (1 - R(\lambda)) F e^{-\alpha_t t} \quad (II.25)$$

$$B \left[\frac{D(\omega)}{L(\omega)} \cosh \frac{H}{L(\omega)} + S_b \sinh \frac{H}{L(\omega)} \right] = -A \left[S_b \cosh \frac{H}{L(\omega)} - \frac{D(\omega)}{L(\omega)} \sinh \frac{H}{L(\omega)} \right] - S_b \frac{L(\omega)^2}{D(\omega)} \alpha_t (1 - R(\lambda)) F e^{-\alpha_t t} \quad (II.26)$$

$$B = \frac{-A \left[S_b \cosh \frac{H}{L(\omega)} - \frac{D(\omega)}{L(\omega)} \sinh \frac{H}{L(\omega)} \right] - S_b \frac{L(\omega)^2}{D(\omega)} \alpha_t (1 - R(\lambda)) F e^{-\alpha_t t}}{\frac{D(\omega)}{L(\omega)} \cosh \frac{H}{L(\omega)} + S_b \sinh \frac{H}{L(\omega)}} \quad (II.27)$$

En égalisant les deux expressions de B on obtient :

$$\frac{-A \left[S_b \cosh \frac{H}{L(\omega)} - \frac{D(\omega)}{L(\omega)} \sinh \frac{H}{L(\omega)} \right] - S_b \frac{L(\omega)^2}{D(\omega)} \alpha_t (1 - R(\lambda)) F e^{-\alpha_t t}}{\frac{D(\omega)}{L(\omega)} \cosh \frac{H}{L(\omega)} + S_b \sinh \frac{H}{L(\omega)}} = A S_f \frac{L(\omega)}{D(\omega)} + S_f \frac{L(\omega)^3}{D(\omega)^2} \alpha_t (1 - R(\lambda)) F e^{-\alpha_t t} \quad (II.27)$$

Donc nous avons ainsi l'expression finale de A

$$A = \frac{\left[D(\omega) S_b + D(\omega) S_f \cosh \frac{H}{L(\omega)} + L(\omega) S_b S_f \sinh \frac{H}{L(\omega)} \right] L(\omega)^3 \alpha_t (1 - R(\lambda)) F e^{-\alpha_t t}}{D(\omega)^2 L(\omega) (S_b + S_f) \cosh \frac{H}{L(\omega)} + (D(\omega)^3 + D(\omega) L(\omega)^2 S_b S_f) \sinh \frac{H}{L(\omega)}} \quad (II.28)$$

Pour trouver l'expression de B, on remplace l'expression de A dans l'équation (26), donc on a :

$$B = \frac{\left[D(\omega) \sinh \frac{H}{L(\omega)} + L(\omega) S_b \cosh \frac{H}{L(\omega)} - L(\omega) S_b \right] L(\omega)^3 S_f \alpha_t (1 - R(\lambda)) F e^{-\alpha_t t}}{D(\omega)^2 L(\omega) (S_b + S_f) \cosh \frac{H}{L(\omega)} + (D(\omega)^3 + D(\omega) L(\omega)^2 S_b S_f) \sinh \frac{H}{L(\omega)}} \quad (II.29)$$

MEMOIRE DE MASTER

Option : Energie solaire, Matériaux et systèmes

Présenté par :

M. Malick NDIAYE

Spécialité : Energie Renouvelable

Sujet : Effet du taux dopage de la base dans l'étude de la capacité de diffusion d'une photopile au silicium à JVS sous éclairage monochromatique ($\lambda=0.58\mu\text{m}$) en modulation de fréquence

Soutenu publiquement le 18/01/2020 devant le jury composé de :

Président	Moustapha	DIENG	Professeur Titulaire FST/UCAD
Membres	Marcel Sitor	DIOUF	Dr Assistant Vacataire FST/UCAD
	Youssou	TRAORE	Dr Assistant Vacataire FST/UCAD
	Ibrahima	DIATTA	Dr Assistant Vacataire FST/UCAD
Co-directeur	Mor	NDIAYE	Maitre-Assistant FST/UCAD
Directeur	Grégoire	SISSOKO	Professeur Titulaire FST/UCAD

Résumé : La base de la photopile au silicium à jonction verticale série (JVS) de dopage Nb, est sous illumination monochromatique ($\lambda=58\mu\text{m}$) en modulation de fréquence. La résolution de l'équation de diffusion relative à la densité des porteurs photogénérés est établie. Les conditions aux limites d'espace prenant en compte les vitesses de recombinaisons surfaciques à la jonction et à la face avant ont permis de compléter la solution de l'équation de diffusion des porteurs photogénérés.

L'équation est constituée de termes tels que:

-le coefficient de diffusion $D(\omega, \text{Nb})$ et de recombinaison, fonction de la fréquence de modulation de l'excitation lumineuse et du taux de dopage Nb

-le taux de génération $G(\omega)$

De la densité des porteurs minoritaires $\delta(x, t)$ solution de l'équation de diffusion, obtenue d'une base de taux de dopage Nb, la capacité de diffusion $C(\omega, \alpha(\lambda), S_f, S_b, \text{Nb})$ est déduite.

Pour une courte longueur d'onde ($\lambda=0.58\mu\text{m}$), sa réponse capacitive à travers son amplitude et de sa phase, est étudiée lorsqu'elle est en mode de fonctionnement de court-circuit ou de circuit ouvert, à travers le diagramme de Bode et de Nyquist, pour différents cas de taux de dopage de la base.

Mots clés : photopile-Silicium-JVS- Courte Longueur d'onde-Capacité de diffusion-Diagrammes de Bode et Nyquist-Taux de dopage.