



THÈSE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1
sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne

pour le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1
Mention : Traitement du Signal et Télécommunications

Ecole doctorale MATISSE

présentée par

Yonathan CORREDORES

préparée à l'unité de recherche UMR - CNRS 6164, IETR
Institut d'Électronique et de Télécommunications de Rennes
IUT de St-Brieuc, Département Science et Génie des Matériaux

**Etude et amélioration
des performances de
dispositifs
hyperfréquences
accordables à base
de films minces
ferroélectriques KTN
et diélectriques BZN**

**Thèse soutenue à Saint Brieuc
le 04 décembre 2012**

devant le jury composé de :

Valérie MADRANGEAS

Professeur, XLIM Limoges / *rapporteur*

Valérie VIGNERAS

Professeur, IMS Bordeaux / *rapporteur*

Jean-Pierre GANNE

Ingénieur, Thales TRT Palaiseau / *examineur*

Maryline GUILLOUX-VIRY

Professeur, ISCR Rennes / *examineur*

Gérard TANNE

Professeur, Lab-STICC Brest / *examineur*

Ratiba BENZERGA

Maître de Conférences, IETR St-Brieuc / *co-encadrante de thèse*

Xavier CASTEL

Maître de Conférences, IETR St-Brieuc / *co-directeur de thèse*

Ronan SAULEAU

Professeur, IETR Rennes / *directeur de thèse*

Résumé

Les dispositifs hyperfréquences reconfigurables sont une solution pertinente pour la réduction de l'encombrement et de la complexité des chaînes d'émission/réception dans les terminaux. Les travaux de ce manuscrit concernent l'étude de dispositifs hyperfréquences coplanaires accordables en fréquence à base de films minces ferroélectriques de KTN, matériau prometteur à forte agilité mais doté de pertes conséquentes. Des études numériques et expérimentales ont été engagées afin d'obtenir le meilleur compromis accordabilité/pertes. Dans un premier temps, les constantes diélectriques (ϵ_r , $\tan\delta_r$) des films de KTN de différentes épaisseurs ont été mesurées sur une large bande de fréquence (de 1 GHz à 40 GHz). Des résonateurs à stub ont ensuite été imprimés sur les échantillons et caractérisés en bande X . Enfin, des solutions permettant la réduction de leurs pertes globales sans altérer leur accordabilité en fréquence (54% en bande X et sous champ bias modéré (~ 75 kV/cm)) ont été proposées et étudiées. Elles concernent, (1) l'intégration du matériau diélectrique BZN à faibles pertes intrinsèques, (2) l'intégration de la couche tampon KNbO_3 , et (3) la localisation du matériau KTN par microgravure laser dans les zones actives des dispositifs réalisés. Cette dernière solution permet de conserver la forte accordabilité en fréquence du dispositif résonant (47%) tout en réduisant d'un facteur ~ 3 ses pertes globales.

Mots clés : Dispositifs microondes, Résonateurs, Couches minces, Matériaux diélectriques, Matériaux ferroélectriques, $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$, Agilité, Ablation laser.

Abstract

Reconfigurable devices are an attractive solution to reduce the complexity of radio front-ends in microwave wireless systems. In this framework, the objective of this work is to characterize coplanar tunable resonators printed on ferroelectric KTN thin films. In particular, the best trade-off between frequency tunability and insertion loss is investigated numerically and experimentally in X -band. Moreover, the main features of the KTN layer (relative permittivity and loss tangent) are determined up to 40 GHz for various KTN thickness values. Three original solutions are proposed to reduce the global loss of the resonators, *i.e.* to increase their figure of merit. They consist either in using a two-layer BZN/KTN or KTN/ KNbO_3 heterostructures, or in confining the KTN layer only in regions of interest through laser microetching. The KTN confinement enables to divide the global loss by a factor ~ 3 while keeping up the high frequency tunability (47%, against 54% before KTN localizing) under a moderate applied electric field (~ 75 kV/cm).

Keywords: Microwave devices, Resonators, Thin films, Dielectric materials, Ferroelectric materials, $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$, Tunability, Laser etching.