

# Corrugated copper membranes for use in reconfigurable ground plane antenna

## Membranes de cuivre ondulées pour usage dans les antennes reconfigurables à plans de mises à la masse

Dwayne D. Chrusch, C. Shafai, L. Shafai, and S. Sharma

Thin-film copper membranes on silicon substrates were constructed using micromachining techniques. Membranes possessed surface corrugations  $10\ \mu\text{m}$  deep and ranged in size from 1.04 mm to 10.0 mm in diameter. Membranes were released using a combination of both KOH and xenon difluoride ( $\text{XeF}_2$ ) backside etching. Surface corrugations were made using KOH etching on the frontside of the wafer. The membranes were electrostatically actuated using a high-voltage dc supply, and flexibility was studied as a function of diameter. Measured data were compared to simulations of flat and corrugated membranes. Copper membranes were used as a reconfigurable ground plane under a microstrip transmission line. Actuation of the membranes induced phase shift in the transmitted signal. An array of five 4.3 mm-diameter membranes was tested, as was a single 10.0 mm membrane, over frequencies ranging from 9.95 GHz to 35 GHz. A phase shift of  $55.63^\circ$  at 34.42 GHz was achieved for the array of five 4.3 mm membranes, and a phase shift of  $57.93^\circ$  at 35.0 GHz was achieved for the 10.0 mm membrane.

Des membranes de cuivre en couche mince sur des substrats de silicium ont été construites en utilisant des techniques micro-machinage. Les membranes sont caractérisées par des plis de  $10\ \mu\text{m}$  de profondeur et de diamètre variant de 1,04 mm à 10,0 mm. Les membranes sont obtenues par gravure à l'eau-forte en utilisant une combinaison de KOH et de difluorure de xénon ( $\text{XeF}_2$ ) sur la face arrière. Les plis extérieurs sont réalisés par gravure à l'eau-forte de KOH sur la face avant de la gaufrette. Les membranes sont activées électrostatiquement en utilisant une source continue à haute-tension. Leur flexibilité a été étudiée en fonction de leur diamètre. Des données mesurées ont été comparées aux simulations des membranes plates et ondulées. Des membranes de cuivre ont été utilisées comme antennes reconfigurables à plans de mises à la masse sur une ligne de transmission de micro-ruban. L'activation des membranes induit un déphasage dans le signal transmis. Une rangée de cinq membranes de 4,3 mm en diamètre a été examinée, de même qu'une membrane simple de 10,0 mm, à des fréquences s'étendant de 9,95 GHz à 35 GHz. Un déphasage de  $55,63^\circ$  à 34,42 GHz a été obtenu pour la rangée des cinq membranes de 4,3 mm, et un déphasage de  $57,93^\circ$  à 35,0 GHz a été obtenu pour la membrane de 10,0 mm.

**Keywords:** membrane, MEMS, micromachining, microstrip, phase shifter, RF