

ELECTRON-BEAM FABRICATION AND MICROWAVE EXPERIMENTS ON JOSEPHSON MICROBRIDGES

R. B. LAIBOWITZ, J. M. VIGGIANO and M. HATZAKIS

IBM Research Center, Yorktown Heights, New York 10598, USA

Résumé. — Par des techniques lithographiques, utilisant un faisceau d'électrons, nous avons fabriqué des microponts en couches minces présentant un effet Josephson. Nous avons étudié les marches de la caractéristique $I-V$ (induites par un rayonnement hyperfréquence à 35,80 GHz) et la variation, en fonction de la température, du courant critique près de T_c . La taille de ces ponts rectangulaires est mesurée au microscope électronique, les dimensions typiques sont $0,1 \times 0,4 \mu$. Les échantillons sont fabriqués par différentes techniques d'évaporation utilisant les métaux Sn, Al, Pb et Nb. La technique de fabrication utilisée permet de faire varier indépendamment la longueur, la largeur ou l'épaisseur du micropont. De cette façon, on peut étudier soit l'effet Josephson, soit la transition entre les propriétés d'un supraconducteur massif et celles d'une structure Josephson. Pour des microponts en Nb dont la largeur et la longueur sont inférieures à $0,4 \mu$ et dont l'épaisseur est d'environ $0,1 \mu$, des marches induites par le rayonnement hyperfréquence apparaissent dans la courbe $I-V$, près de T_c . Ces marches satisfont à la relation de Josephson mais jusqu'à présent, aucune marche correspondant à des sous-harmoniques de la fréquence de « gap » n'a été observée. Ces ponts semblent assez sensibles à la puissance rf. Le comportement du courant critique près de T_c change quand la taille du micropont diminue. La température critique de certains microponts en Nb est inférieure à celle du Nb massif, nous discutons cet effet en fonction de la taille de l'échantillon et des paramètres de fabrication.

Abstract. — Thin film superconducting microbridges which exhibit Josephson effects have been fabricated by electron-beam lithographic techniques. The experiments performed on these samples included the study of both the microwave-induced steps (at 35.80 GHz) in the $I-V$ curves and the temperature dependence of the critical current near the superconducting transition temperature. The size of these rectangular bridges were measured by electron microscopy and had dimensions that were typically in the 0.1 to 0.4μ range. Samples were fabricated using a variety of vacuum-evaporated metallurgies, e. g. Al, Sn, Pb and Nb. The fabrication technique affords the possibility of independently varying the length, width or thickness of the link. In this way, the turn-on of the Josephson effects or the transition from bulk-like superconducting properties to Josephson behavior can be studied. Thus for Nb links whose length and width were less than approximately 0.4μ and whose thickness was about 0.1μ , microwave-induced harmonic steps appear in the $I-V$ curves in a range near T_c which satisfy the Josephson relation. As yet, no subharmonic steps have been observed. The sensitivity of the bridges to the rf power level appears to be quite high as will be discussed. Also as the size of these Nb samples is reduced, the behavior of the critical current near T_c also changes. An additional size effect is observed in some of the Nb bridges wherein the T_c of the link itself is reduced below that of bulk Nb. This effect will be discussed with reference to both sample size and fabrication parameters.