

課題番号 : F-14-WS-0059  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名 (日本語) : サブミリ波帯アンテナのためのシリコンウエハの金めっきプロセスに関する研究  
Program Title (English) : Study of 300GHz band waveguide-type planar antennas using silicon process (gold plating on silicon wafer surfaces)  
利用者名(日本語) : 廣川 二郎  
Username (English) : Jiro Hirokawa  
所属名(日本語) : 東京工業大学大学院電気電子工学専攻  
Affiliation (English) : Dept. of Electrical and Electronic Eng., Tokyo Institute of Technology

### 1. 概要 (Summary) :

シリコンウエハを用いたサブミリ波帯(300GHz-3000GHz)の高効率アンテナにおいて、ウエハ表面に施す金めっきプロセスが高い導電率特性を実現するための条件を明らかにすることとした。

350GHz 帯直線導波路および共振器において、金メッキの下地として、クロム電子ビーム蒸着だけの場合と、さらに無電解ニッケルめっきを施した場合を検討し、導電率を測定し比較した。

### 2. 実験 (Experimental) :

直線導波路(20mm, 40mm, 60mm)および共振器のパターンをエッチングした3枚のシリコンウエハ(厚さ0.2mm, 直径4インチ)に、前処理のあと下地を施した。下地としては、(a)クロムを電子ビーム蒸着した場合と、(b)さらに無電解ニッケルメッキを施した場合を検討した。いずれもその後、電気めっきで金メッキを厚さ0.6 $\mu$ m形成した。その際の浴温は65度、5mA/cm<sup>2</sup>の電流を10分間流した。めっきした3枚のウエハは300 $^{\circ}$ C程度の加熱、真空中で拡散接合した。

直線導波路では、伝送損失を測定して単位長さあたりの値を算出し、導電率に換算する。また、共振器では、Qと透過量を測定して、導電率に換算する。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

(1) 直線導波路に関しては、クロムを電子ビーム蒸着した場合には、長さが長くなるにつれて順に伝送損失が大きくなった。しかし、さらに無電解ニッケルを施した場合には、長さが40mmの伝送損失が、60mmより大きくなった。ウエハ内でのめっきのムラによると思われるので、改善を行っていく必要がある。

クロムを電子ビーム蒸着した場合の結果を示す。単位

長さあたりの透過量の周波数特性にはリップルは見られるが、これは導波路両端の開口による。350GHz付近での損失は約0.9-1.3dBである。この結果からの等価導電率は2.6-5.4x10<sup>7</sup>S/mの範囲となり、銅の基準値(5.8x10<sup>7</sup>S/m)の45-90%の範囲となっている。

(2) 共振器に関し、共振周波数は設計の350GHzに対し、クロムを電子ビーム蒸着した場合には350.9GHz, 353.9GHz(2個)と設計に近い値が得られたが、さらに無電解ニッケルメッキを施した場合には、335.3GHz, 337.2GHz(2個)と約1割低い値になった。共振器のQに関しても、前者は974, 780であるのに対し、後者は894, 687と若干小さくなり、損失が大きいことが考えられる。前者に関し、共振器のQから換算した導電率は、4.5x10<sup>7</sup>S/mの範囲となっている。めっきであることを考えると、金の基準導電率(4.5x10<sup>7</sup>S/m)と同程度というのは少し値が高いと考えられ、今後、より正確な測定が必要である。

### 4. その他・特記事項 (Others) :

シリコンウエハのパターンエッチング、接合をして頂いた早稲田大学ナノテクノロジープラットフォームの加藤、齋藤両名に感謝する。

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

(1) 廣川他, 電子情報通信学会通信ソサイアティ大会, B-1-52, 2014年9月24日。

### 6. 関連特許 (Patent) :

なし。