

3次元実装構造を持つX線検出器に向けた Pb-In 合金超伝導バンプの表面評価

Evaluation of Pb-In stacking film surface in alloy process

埼玉大院¹, 産総研², 林 佑樹¹, 仲川 博², 青柳 昌宏², 菊地 克弥²,
成瀬 雅人¹, 明連 広昭¹, 田井野 徹¹

Graduate school of Saitama Univ.¹, AIST²

Y. Hayashi¹, H. Nakagawa², M. Aoyagi², K. Kikuchi², M. Naruse¹, H. Myoren¹, T. Taino¹

E-mail : y.hayashi.120@ms.saitama-u.ac.jp

1. まえがき

我々は次世代のX線検出器として高エネルギー分解能を有する超伝導トンネル接合(STJ)に注目し、研究を行っている。STJは有用な特徴を持つ反面、1素子当たりの検出面積が小さく、アレイ化による検出面積の拡大が求められる。しかし、STJと配線とが同一基板上にあると、配線スペースによってアレイ数の増加が制限される。この課題の解決手法として我々は、フリップチップ接続(FCB)を用いた3次元実装構造を有する埋め込み型STJ(e-STJ)を提案している^[1]。

本研究では、FCBに用いるPb-In合金超伝導バンプの接合特性に影響すると考えられる、バンプの表面粗さの成因について報告する。

2. 超伝導バンプのフリップチップ接合

超伝導バンプの材料として、過去に実績のあるPb-10wt%In合金^[2]を用いた。FCB用超伝導バンプの構造は、Si基板上に超伝導配線としてNb、その上にバンプとの接着層としてTi/Au、さらにその上にPb/Inを堆積させて合金化させることでNbとPb-In合金層との超伝導接続を得る。また、別基板にも同様に配線と接着層を形成する。FCBは、Pb-Inバンプ表面と他方の接着層のAu表面を熱圧着することで合金化させて行う。これまでの研究^[3]により、Pb-Inバンプの表面は図1のように大きな凸凹が見られ、接合に与える影響が懸念されていた。

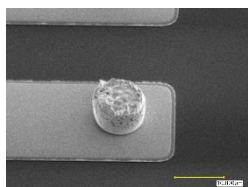


Fig.1 SEM image of Pb-10wt%In alloy bump

3. Pb-In 薄膜の表面観察

3インチのSiO₂付きSiウェーハ上に、抵抗加熱蒸着装置を用いてPb, Inの順に積層させた。また、膜厚は総膜厚が4μmで質量比がPb:In=9:1になるように各膜厚を調節した。蒸着後、PbとInの積層膜表面の観察を行った。図2に光学顕微鏡によるPbとInの積層膜表面の写真を示す。同図よ

り時間とともに表面の粒界が変化していくのが分かった。このときの表面粗さをレーザー顕微鏡にて測定したところ、蒸着後1時間経過したときは粗さが0.050μmだったのに対して、30時間経過したときには0.157μmまで大きくなった。

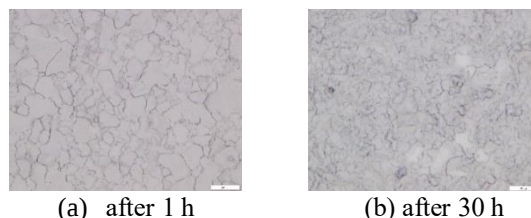


Fig.2 Optical microscope images of Pb-In stacking film surfaces after 1 h (a) and 30 h (b).

図3にEDXによるPbとInの積層膜表面の質量濃度の時間経過を示す。同図より時間とともにPbとInの質量比が変わり、合金化が進んでいることが分かった。よって、表面粗さや粒界の変化は合金化と関係することが推定される。

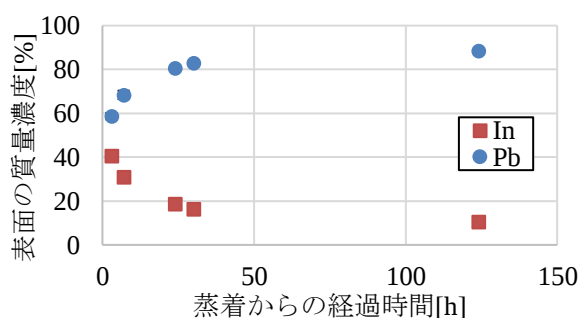


Fig.3 Mass concentration of Pb and In

4. まとめ

PbとInの積層膜による超伝導バンプの表面粗さが合金化の状態に大きく依存していることが分かった。

参考文献

- [1] 石塚他、第74回応用物理学会学術講演会, 17p-C10-20 (2013)
- [2] 青柳他、超伝導集積回路用狭間隔フリップチップ実装技術, 30p-ZH-2 (1999).
- [3] 畠山他、第78回応用物理学会学術講演会, 6p-S43-19 (2017)