

平成31年 2月26日

## 論文内容の要旨

論文題目 「無電解めっき膜に含まれる水素とはんだ接合性に関する研究」

論文提出者 小田幸典

本論文は、電子機器などに用いられるプリント配線基板の最終表面に使用される無電解めっき膜である Ni-P、純 Pd、Pd-P、Au 膜中の水素の存在状態とこれらの積層膜中の水素の挙動および、膜中水素がはんだ接合性に及ぼす影響について論じている。

第一章は緒論であり、研究背景、プリント基板の最終表面処理とはんだ接合性およびめっき膜中の水素に関する従来の研究の概要、本研究の目的を述べている。

第二章では、無電解 Ni-P/Pd-P/Au めっき膜上に Sn-3.5Ag はんだを接合した後に 150°C で長期熱処理を行うと形成され、はんだ接合強度を低下させる (Pd,Ni)Sn<sub>4</sub> 合金層の形成メカニズムの解明を行っている。一般に使用される Ni/Pd/Au 膜の Pd 層の厚みは 0.05~0.2 μm 程度であるが、これを 1 μm とし、接合初期に PdSn<sub>4</sub> 層を形成させることによって、下層の Ni-P 膜の Ni が Pd-Sn 合金へ拡散して (Pd,Ni)Sn<sub>4</sub> を形成することと、Cu を含む SAC はんだではこの拡散が抑制されることを明らかにした。

第三章では、Ni/Pd/Au めっきに使用される純 Pd および Pd-P の単膜の水素の存在状態について検討している。純 Pd 膜は結晶質であり水素は空孔-水素クラスターとして存在していること、Pd-P 膜はアモルファスであり 400~550K で脱離する不規則に配列した Pd と P の原子間にトッピングされた水素と 570K で Pd<sub>3</sub>P と Pd<sub>6</sub>P などへの結晶化により急激に脱離する水素が存在することを明らかにした。

第四章では、Cu 基板上に形成した無電解 Ni-P/Au および無電解 Ni-P/Pd/Au 積層膜中の水素の挙動について検討している。それぞれの積層膜のめっき直後と室温放置後の膜中水素量を水素熱脱離スペクトルにより測定し、(1) Ni-P 膜では、めっき直後には多く含まれる水素が室温放置で急速に脱離する、(2) Ni-P/Pd 膜では、Ni-P めっき直後よりも膜中水素量が少なく、Pd めっき反応中に下層の Ni-P 膜に含まれていた水素が急速に脱離したと考えられる、(3) Ni-P/Au 膜では、膜中水素が Ni-P めっき直後の 8~10 倍程度と多く、Ni-P 膜に含まれる多量の水素の脱離が Au 膜によって抑制される、(4) Ni-P/Pd/Au 膜では、Ni-P/Au 膜よりも膜中水素量が 1/2~1/10 程度に減少しており、Pd めっき反応中に Ni-P 膜に含まれる水素が脱離した直後に形成される Au 膜により積層膜の水素が一定量保持されることを明らかにした。Au 膜の水素脱離抑制効果を、膜中水素が皮膜表面で酸素と化合して脱離する機構で説明した。

第五章では、最も膜中水素量の多かった無電解 Ni-P/Au めっき膜中の水素とはんだ接合性の関係について検討を行い、膜中水素が多いとはんだ濡れ広がり率は高くなるが、はんだ接合強度、破壊モードおよび合金層形状には影響がないことを明らかにしている。第6章は、本研究の総括である。