

4. 結果

4.1 押し込み深さ δ_i -ピッカース硬さ値 HV 曲線

Fig.3、Fig.4、Fig.5に各試験片(A,B,C)の試験荷重を変化させたときの δ_i と HV との関係を示す。Fig.6に試験片断面の模式図を示す。試験片 A において特徴的なことは、まずめっきであるすずの硬さ値 HV₁₀~20 (Fig.6 中の HV_p)が現れた後、基材の硬さ(Fig.6 中の HV_s)に至る過程でほぼ平らな硬さ値 HV₃₀~40 の分布が見られることである。この部分 HV₃₀~40 はすずと銅との金属間

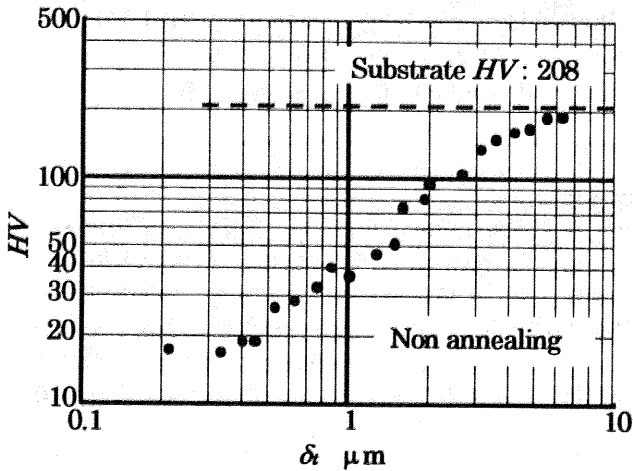


Fig.3 Relationship between δ_i and HV of Specimen A (Non annealing)

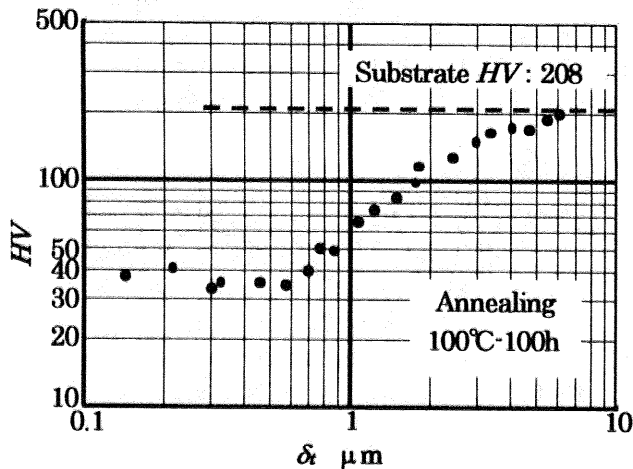


Fig.4 Relationship between δ_i and HV of Specimen B (Annealing 100°C-100h)

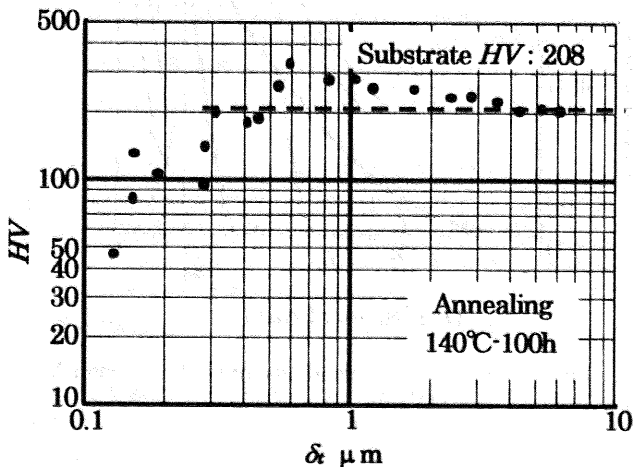


Fig.5 Relationship between δ_i and HV of Specimen C (Annealing 140°C-100h)

化合物である中間合金層の硬さ値(Fig.6 中の HV)と推察できる。試験片 B は表面近傍の硬さ値が HV₃₀~40 となっているが、これは前述した中間合金層の硬さを表しているのではなく、熱処理により表面が粗くなったため硬さのパラッキを平均した結果である。なお、全体的に試験片 A に比べて内部が硬くなっていることが示される。一方、試験片 C でははっきりと熱処理の効果が現れており、試験片 A の分布と対応させると最も硬さが大きくなった圧子の押し込み量 0.5~0.6 μ m 辺りがちょうどすずめっきと中間合金層の境界付近であることがわかる。これは熱処理により試験片 A に存在する中間合金層と別の種類の金属間化合物が生成され、その硬さが現れたためと考えられる。

4.2 総めっき厚さと押し込み深さの関係

大木ら¹⁾によって提案されている総めっき厚さと押し込み深さの関係について、今回使用した試験片を用いて検討を行った。基材の硬さ値 HV_sとめっきの硬さ値 HV_p、中間合金層の硬さ値 HV_iとの間に HV_s \gg HV_p、HV_iが成り立つならば、基材の硬さに達する押し込み深さ $\delta_{(d)}$ と総めっき厚さ t_d との間に次の関係を満たすと考えられる。

$$\delta_{(d)} = C \times t_d \quad \dots(4)$$

熱処理をしていない試験片の δ_i -HV 線図である試験片 A の結果から、 $\delta_{(d)}=7.5\sim 8.0\mu\text{m}$ と推定できる。定数 $C=3.7$ を(4)式に代入すると、 $t_d=2.03\sim 2.16\mu\text{m}$ となる。この厚さにはめっき厚さの他に中間合金層厚さも含まれるため、SEM による断面観察結果から検証する必要がある。

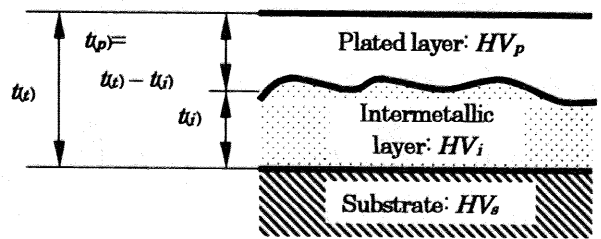


Fig.6 Schematic illustration of plated specimen

5. 結言

- 1) 熱処理の異なる3種のHOT-DIPすずめっき試験片に対し超微小硬さ試験を行い、硬さ値算出補正理論式により硬さ値を算出した。
- 2) HOT-DIPすずめっきに熱処理を施した結果、140°C程度の熱処理温度でも試験片の深さ方向における硬さ値の分布が変化することを確認した。
- 3) 押し込み試験より得られる基材の硬さに到達する押し込み深さ $\delta_{(d)}$ を用いて、総めっき厚さ算出式(4)式を適用した結果から総めっき厚さ $t_d=2.03\sim 2.16\mu\text{m}$ と推定した。
- 4) 今後、同じ熱処理温度でも時間を変えた試験片に押し込み試験を行うことにより、熱処理時間の効果について検討する。また、成分分析・X線回折を行い、中間合金層の成長プロセスについて考察を行う。

最後に試験片の提供と研究に対するご協力とご支援をいただいた(株)原田伸銅所に感謝申し上げます。また、試験等に協力いただいた学部4年生の唐沢龍彦君、網田英里子君に感謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 大木基史、石橋達弥、他：超微小硬さ試験機を利用したHOT-DIPすずめっきの膜厚測定、銅と銅合金、Vol.42、188~192