

維基夥伴獎學金 成果報告書

學生：黃政傑

指導學長：胡毓宸

指導教授：陳冠能

Via Filling : Blind TSV Electroplating

在Bosch DRIE(上次的專題報告已詳述完成)導孔形成後，接著先進行絕緣層(Insulation Layer)沉積，以作為矽和導體間的絕緣材料；形成絕緣層後，緊接著進行金屬化沉積，也就是我們要來探討的部分，我們用銅(Cu)來作為TSV導孔填充的導電材料，銅具有優良導電率，電鍍銅可作為TSV導孔之充填。

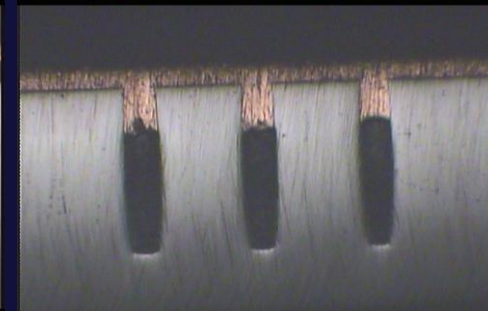
TSV 電鍍分兩種方法：1. Blind TSV Electroplating 2. Bottom-up Electroplating

1. Blind TSV Electroplating

為一般標準TSV電鍍，受限於sputter的step coverage不佳，導致PVD銅晶種層(seed layer)的深寬比不足，影響電鍍的品質。我們也比較直流電和交流電，發現AC可使得電鍍品質較佳



DC



AC

Via Filling : Bottom-up Electroplating 1/4

2. Bottom-up Electroplating:

由於傳統的電鍍方法會被sputter的step coverage所影響，因此改採用Bottom-up的方法來改善電鍍品質。其中，Bottom-up有兩種方法，分別是seal型以及bonding型

I. Bottom-up electroplating-Seal type:

Wafer單面沉積seed layer後電鍍，TSV opening被電鍍封住後開始往孔內成長電鍍銅，如此可以避免seed layer step coverage的窘境，Bottom-up electroplating 示意圖如下：

Bottom-up Seal type

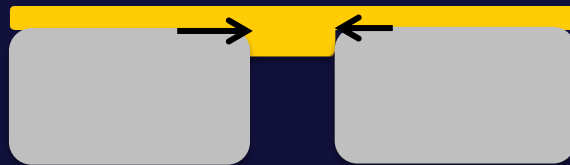
Step 1.

Sputter seed layer



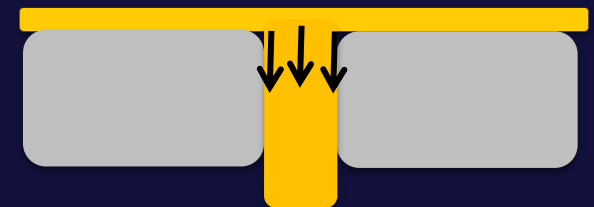
Step 2.

Opening seal



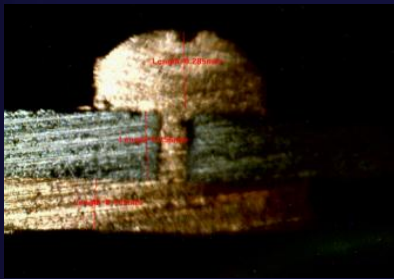
Step 3.

TSV filling

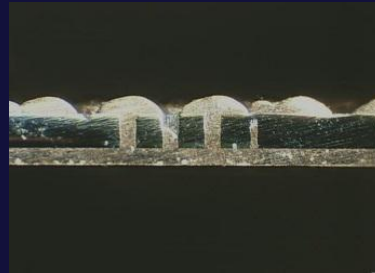


Via Filling : Bottom-up Electroplating 2/4

但是用Bottom-up electroplating電鍍後，可以看出在TSV的backside 和front side的銅很厚(如下圖)。而且電鍍率並不平均，有些頂部銅的側向碰到另一個TSV的銅。推測可能為電鍍時是將chip垂直放入電鍍液中，較下方的電鍍液可能沉積較多硫酸銅，所以鍍率較高。



單個TSV



4個TSV



頂部的copper連成一起

TSV diameter: 60 μm
depth: 250 μm

晶片下方有較多的電鍍銅



DC 1V 60min

Via Filling : Bottom-up Electroplating 3/4

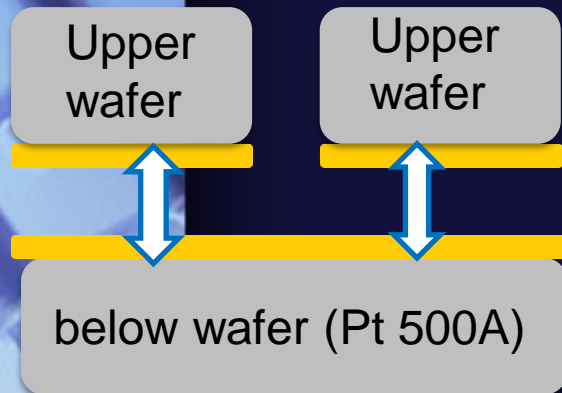
II. Bottom-up electroplating-Bonding Type:

為了解決上頁中發現的問題，我們用另外一種 bottom-up 的方法，也就是用 temporary bonding 的方法，先將下方 wafer 上一層薄 Pt，再用上方 wafer 做 bonding (已上一層薄銅 2000A) 後再電鍍，最後除去下方 wafer 就可以以此控制 backside 或 front side 的厚度。

Bottom-Up Bonding Type

Step 1.

Bonding

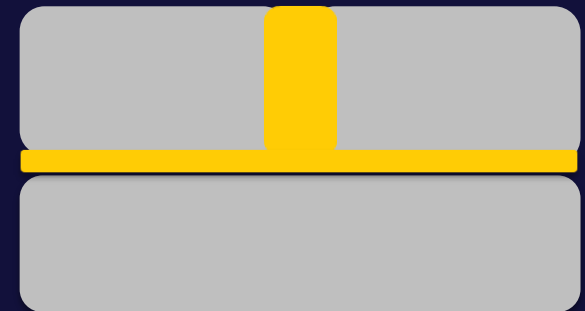


Step 2.



Step 3.

TSV filling

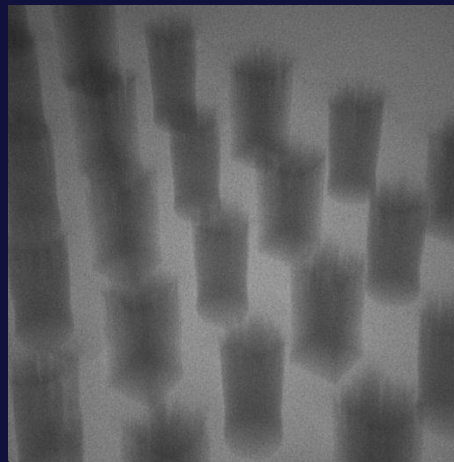


Via Filling : Bottom-up Electroplating 4/4

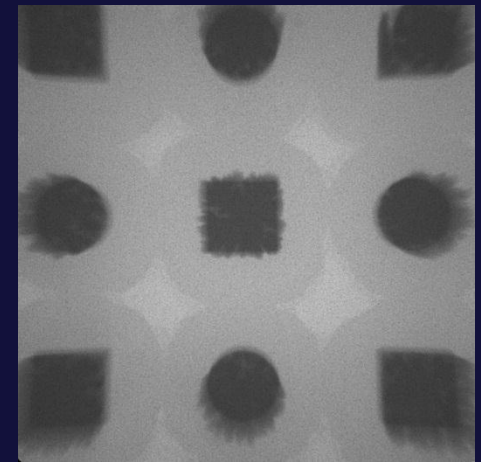
結果如以下圖所示，分別是使用OM以及X-ray來觀察電鍍品質，問題確實得到了改善。



Optical Microscopy



X-ray (side view)



X-ray (top view)

Conclusion

1. 使用bottom-up方法可以有效提升電鍍TSV的品質以及達到高深寬比
2. Bottom-up seal type 和 bonding type的比較:

	Advantage	disadvantage
Seal type	High aspect ratio	Wafer雙面電鍍銅太厚
Bonding type	High aspect ratio	如何簡單的移除 temporary bonding

Future work

1. TSV孔徑目標為10 μm 以下，深度為100 μm 以上。以達到fine pitch的製程能力
2. 量測TSV的電性包含電阻、電容。