

D16-089

Design Group

超高解析度腦神經電訊號感測系統 An Ultra-high-density Neural Sensing Microsystem Using TSV-embedded Neural Probes

隊伍名稱 大腦革命 / Brain Revolution
隊長 黃煜傑 / 交通大學電控工程研究所
隊員 吳尚霖 / 交通大學電子工程研究所
胡毓宸 / 交通大學電子工程研究所

指導教授 邱俊誠 / 交通大學電機工程學系
莊景德 / 交通大學電子工程學系

作品摘要

在腦部功能探索研究中，高度整合的腦神經訊號感測為系統對於精確地擷取腦訊號扮演著相當重要的腳色。因此，本作品提出了一個基於垂直矽穿孔封裝 2.5 維封裝之 256 通道 /25mm² 腦神經訊號感測微系統，如圖 1 所示。此系統由可溶性透明微針、垂直矽穿孔探針、256 通道神經放大器、11-位元功率面積最佳化漸近式類數位轉換器與序列轉換器所組成。基於可溶性微探針與垂直矽穿孔 2.5 維封裝，此微系統能夠偵測 256 通道 /25mm² 之腦皮質訊號或局部場域訊號。此外，此神經訊號放大器能在每通道僅消耗 9.8 μ W 的情況下，成功實現 57.8dB 放大倍率，以及 0.42 μ W 之與 9.7-位元有效位數之數位類比轉換。整體的微系統 256 通道神經訊號感測與類比數位訊號轉換僅消耗 3.79 mW。系統晶片組裝整合如圖 2 所示。

Abstract

Highly integrated neural sensing microsystems are crucial to capture accurate signals for brain function investigations. In this work, a 256-channel/25mm² neural sensing microsystem is presented based on through-silicon-via (TSV) 2.5D integration. This microsystem composes of dissolvable μ -needles, TSV-embedded μ -probes, 256-channel neural amplifiers, 11-bit area-power-efficient SAR ADCs and serializers. Based on the dissolvable μ -needles and TSV 2.5D integration, this microsystem can detect 256 ECoG/LFP signals within the small area of 5mm x 5mm. Additionally, the neural amplifier realizes 57.8dB gain with only 9.8 μ W for each channel, and the 9.7-bit ENOB of the SAR ADC at 32kS/s can be achieved with 0.42 μ W and 0.036mm². The overall power of this microsystem is only 3.79mW for 256-channel neural sensing.

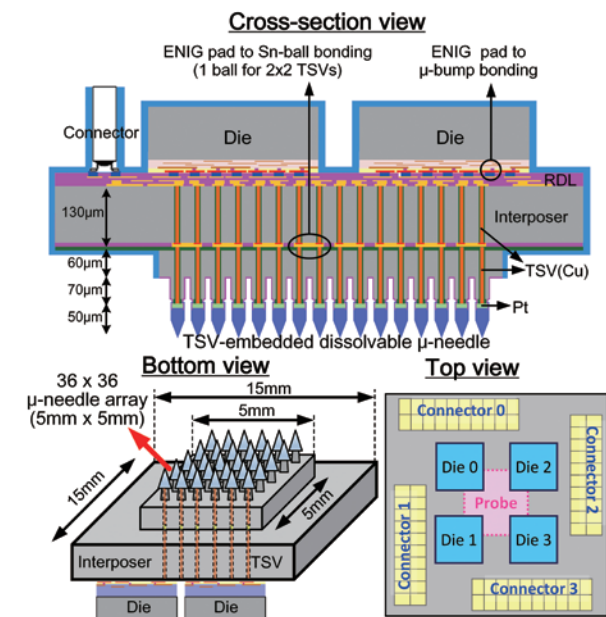


圖 1. 超高解析度腦神經電訊號感測系統架構圖

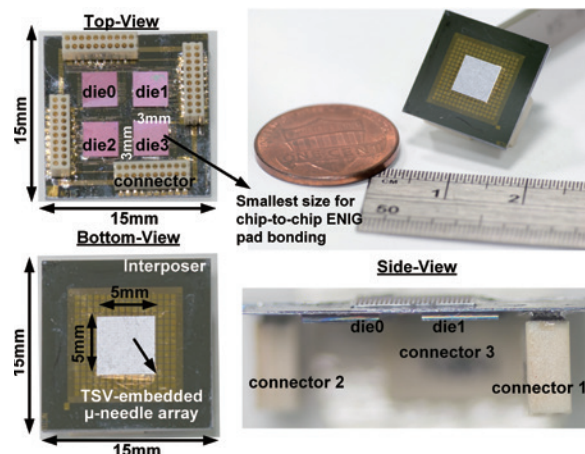


圖 2. 超高解析度腦神經電訊號感測系統整合實體圖