论柔性电路

在柔性电路的设计中，电路的设计可以分为两个部分，一是自由电路设计部分，这就是通常熟知的数据采集和处理电路，一般是由一些中央处理电路、滤波放大等电路构成，另外一个部分是与传感器的结合部分，通常所说的阵列电极[1]。用于传感器信号的采集，这里要求传感器与采集电路能够有效结合，减少界面适配带来的不稳定性，需要做特殊的处理。在传感器与PCB之间需要通过接口电路形成良好的连接。

各个器件之间如何连接来形成通路，传统的铜电路可以很容易实现，但是拉伸性能不强，但是通过一定的设计可以让电路具备拉伸性能，而且可以通过CAD等软件去实现[2]，该电路对的一个难点就是如何让不同层之间建立联系，一般的做法就是过孔，过孔是一个很有意思的东西，可以通过丝网印刷来实现。

在电路设计与制造上，国内外学者做过大量的研究。You等人[3]巧妙地设计了一种能感知外界有害气体的传感器并且将其运用在机器抓手上，利用喷墨打印机打印出来连接的电路，用刻字机在PI上刻出折纸结构，使得器件具有拉伸性能。在连接的过程中是用来3M的z轴各向异性导电胶。

1 柔性电路的互联

柔性电路中常用来连接各个元件的个电路是丝网印刷的银浆或者是铜导线，铜的导电性能会更加出色，铜的电阻更加小，稳定性更高，丝网印刷的银浆容易出现断裂，导致电阻会出现一些较大的变化。丝网印刷还需要制版，而喷墨打印的方式恰恰弥补了这一不足[3]。

[1] Shi Z, Lu Y, Shen S, et al. Wearable battery-free theranostic dental patch for wireless intraoral sensing and drug delivery [J]. npj Flexible Electronics, 2022, 6(1).

[2] Huang Z, Hao Y, Li Y, et al. Three-dimensional integrated stretchable electronics [J]. Nature Electronics, 2018, 1(8) : 473-480.

[3] You Yu†, Jiahong Li†, Samuel A. Solomon†, et al. All-printed soft human-machine interface for robotic physicochemical sensing [J]. Science Robotic, 2022.