柔性电子皮肤的最新进展

柔性电子皮肤在过去的几年里取得了长足的发展，出现了新型电子皮肤，但是它们的传感机制依然是不变的，大致还是分为压阻型、电容型、压电型和摩擦电型，而新主要提现在传感器结构的设计，不同类型传感器机制的结合也即多模态传感器，高时空分辨率的触觉感知。为了实现类似人类感知外界环境的过程，设计一款高效的触觉感知电子皮肤就变得十分重要。制作柔性电子皮肤的过程主要围绕功能，硬件设计和如何生产三个方面来展开论述。

一、器件的功能性

在实际应用中器件的功能性往往和期望要实现的目标相关联，在机器人与外界交互的过程中，可能会根据不同的应用提出不同的应用需求，比如检测力的位置，判断力的方向，检测力的大小&&，动态力和静态力的区分&&，法相力和切向力的解藕以及接触力的触觉图像。

1）力的位置

力的位置检测已经被广泛研究，已经取得了一系列的成果。其中，使用直接接触的方式去检测力的位置简单而且有效，限制其分辨率的主要因素是阵列传感器的密度问题，因为使用触觉传感器阵列会涉及到信号该怎么去读取，常见的读取阵列传感器数据的方式有独立寻址和阵列扫描，独立寻址就是每一个传感器都配置好一个单独的GPIO口，然后一个一个地去扫描每一个点上的传感器，采用这种方式去解决阵列点比较少的场合是比较快的，比如2\*2或者3\*3的传感阵列，但是当阵列点变成n\*n（n>4）的时候，带来的问题不仅仅是读取信号延迟的问题，随之而来的还有布线的复杂程度，电路布线是柔性电子系统研究中的一个重要的问题，它是依托一些微纳电子加工的技术实现的，比如光刻Cu线路&&、喷墨打印线路&&和激光处理的一些手段&&。但是对阵列传感器而言，本身柔性电路的实现需要依托于柔性基底，柔性基底（厚度适中的情况下）在未添加其他器件的时候可能对皮肤的依附性是比较好的，但是添加了器件包括电路之后都可能导致电子皮肤的拉伸性和弯曲特性会下降。所以在一些阵列传感器的设计中包括柔性电子电路，都会涉及到多层设计和过孔设计&&，很容易使得柔性电子皮肤的厚度增加，降低了顺应度&&。后来很多研究借鉴了手机屏幕的设计理念，将一块patch设计成前面板和后面板，前面板嵌入传感器负责将外界的刺激转变为电信号，后面板主要负责扫描方式的设定，类似于手机屏幕的扫描，涉及到移位寄存器、信号放大器、AD转换等等，将一些前置的处理电路放到后面板中可以使得电子皮肤和后面的处理电路的连接变得简单，后面板的优势就在于与微电子的加工技术结合，做到了高度集成化&&。力的位置检测与手机屏幕上手指定位的过程是十分相似的，但是现在这方面的研究比较少了，工艺也比较成熟。

2）检测接触力的大小

在这里的力的大小主要是指法相力的大小，法向力的检测是相对比较简单的，主要涉及到一个纬度上的检测，通常采用电阻型传感器和电容型传感器来实现，电阻型传感器主要通过压阻特性，电容型主要通过两个极板间的距离或者是介电常数的改变来实现。现在存在的问题是比较难做到线性度比较好，常见的现象是分段线性，在一个区域内是一种斜率，在紧接着的区域是另外一种斜率，对应着不同力的测量范围。

多层电路设计及常见问题