

微机电制程之连杆机构设计、制作与测试

摘要

本论文提出两种微机电制程技术及两种连杆机构。第一型制程为整合磁阻马达转子与机构之制程。本制程采用溅镀及电铸金属铜做为结构上下层间隙，并使用 CK6020 抗反射层保护光阻不受溅镀时辉光的照射。第二型制程利用贴金属铝箔替代溅镀金属铜做为上下层间隙，同时也可当作曝光时的屏蔽。此技术使制程步骤及所需光罩大幅减少。

第二型制程采用贴金属铝箔取代溅镀、电铸及抗反射层。金属铝箔可提供上下结构活动的间隙及遮蔽下层结构之屏蔽，此技术大幅缩短制程步骤及时间。最后使其技术制作一五连杆机构，此机构藉由两组输入源在不同转速比下可以在一定范围内产生任何路径，当转速比达两倍时，可驱动五连杆机构产生拍扑运动。

I. Introduction

微机电系统制程随着半导体工业的进步，使其制程制作的成品能达到微小化、轻量化、系统化、一体化及大量制造等特色。使得微机电系统对于传统机械产业产生巨大的影响。本论文提出的连杆机构整合微型磁阻马达在精密机械领域势必具有相当潜力。

本研究提出第一型微机电厚膜光阻制程技术制作微型四连杆双摇摆机构，本机构使用 SU-8 100 光阻作为材料，经多次涂布、曝光 SU-8 100 光阻定义杆件结构采用溅镀及电铸金属铜作为上下结构活动间隙之牺牲层，并以抗反射层 CK6020 作为屏蔽保护下层结构。Bogdanov 等人[1]采用环氧树脂 SU-8 负型光阻为材料的光刻技术，并探讨控制保护厚度之方法，发现在曝后烤温度条件下，可获得光阻最大灵敏度，也证实光阻结构深宽比高达 100:1 (高度:宽度)。Long-Sheng Fan 等人[2]利用两层多晶硅制程搭配磷硅玻璃 (PSG) 作为牺牲层，最后用氢氟酸蚀刻磷硅玻璃制作微接点。Fariborz Behi 等人[3]以 LPCVD 搭配等向性蚀刻，最后利用 HF 移除氧化层 (牺牲层) 的方式制作多晶硅的连杆机构。Pister[4]利用两层结构层与两层牺牲层制作出微铰链，此微铰链利用聚亚酰胺或其他高分子聚合物制作挠性接点，使得微结构可藉此由平面旋转成三维之结构，解决结构在做动态运动时，摩擦力会造成微结构的磨损。Eiji Iwase 等人[5]提出利用沉积二氧化硅、再溅镀 Cr 及 Ni，接下来在铰接部分利用微影制程涂布光阻，并于其他光阻未覆盖部分电铸透磁合金，最后将底层硅结构局部蚀刻移除及光阻显影形成微铰接点及悬臂结构后便可将极板结构举起。陈宗圣[6]提出一创新厚膜光阻制程，以光阻为结构，应用金属屏蔽、抗反射层及牺牲层技术成功制作完成无需再组装之微型四连杆双摇摆机构。

再提出新制程将磁阻马达转子制作于微型四连杆曲柄摇摆机构中，达到一体成型之目的，此制程首先将硅晶圆钻孔加工并在背面贴合抗腐蚀胶带，经多次涂布、曝光 SU-8 100 光阻定义杆件结构及溅镀、电铸金属铜作为上下结构活动间隙之牺牲层，最后显影 SU-8 100 及蚀刻牺牲层得一含磁阻马达转子之微型四连

杆曲柄摇摆机构。

杨升霖[7]提出结合磁阻马达转子与平面四连杆曲柄摇摆机构制程，此制程将磁阻马达转子制作于四连杆机构曲柄摇摆机构中，达到无须额外组装输入源之目的。

本研究提出第二型微机电厚膜光阻制程技术制作微型四连杆曲柄摇摆机构，由于此机构尺寸设计较前一型等比例缩小 55%，在制作完成并显影、蚀刻后发现机构因抗反射层 CK6020 残留于转轴间隙中导致无法作动，故提出以贴金属铝箔取代电镀、电铸金属铜及抗反射层 CK6020。本机构转轴技术使用 AZ4620 定义转轴连接区域，经显影 AZ4620 后使用氯化铁溶液蚀刻金属铝箔，并以 SU-8 100 定义转轴结构，

且在定义各杆件时，需考虑同层结构因转动产生杆件与杆件相互干涉，故提出一圆环结构，其目的为将连接杆向上一层定义。

杜易达[8]使用贴金属铝箔作为牺牲层及金属屏蔽，此技术大幅度减少制程步骤及所需光罩。

本论最后提出微型五连杆机构并整合微型磁阻马达成为双输入源微型传动系统，经由两输入源在不同转速比可在一定范围内产生任意的路径，并在两输入源比为两倍时可产生拍扑运动，未来可应用到微型仿生飞行器。

李威廷[9]利用遗传算法(GA)、粒子群算法(PSO)、混合粒子群算法(HPSO)及差分算法(DE)，合成路径为“8”字型、弧形及直线封闭轨迹路径的齿轮五连杆机构尺寸比例及混合五连杆机构尺寸比例。T.Nick Pornsin-sirirak 等人[10]利用微机电制程制作微型扑翼机构，扑翼机构由钛合金制作，并在钛合金基材上使用氢氟酸与硝酸进行蚀刻后，涂布光阻经由曝光定义翼膜结构。陈映丞[11]提出整合微型磁阻马达与微型五连杆机构成为双输入源微型传动系统，经两输入源不同的转速比，可以在一定范围内产生任何路径之运动，当两输入源为两倍转速比时，可驱动微型五连杆机构产生拍扑运动。