

2020年招生计划
六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
1. 博士论文研究方向： 微流控气动自适应伪装变色膜变色机理研究 选题类别： ☒ 基础性研究 ☐ 应用性研究 ☐ 工程技术攻关研究 ☐ 新开辟的研究方向 ☐ 已有研究方向的继续 ☐ 其他
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介 传统的可见光伪装方法是在物体的表面涂上与背景颜色一致的迷彩或在物体表面罩上伪装网。这些手段虽然实施起来简单，但伪装效果只适用于静止目标或目标在变化不大的背景下运动的情况，因而影响了官兵、机器人或武器装备的机动性。为了克服传统伪装技术的缺陷，军事专家积极探索和研究基于“智能”变色材料的动态伪装技术，以适应复杂多变的背景。目前，研究较多的有热致变色、光致变色和电致变色材料等，可应用于武器装备的智能蒙皮，其亮度和颜色会随着背景光的改变而相应地改变。但“智能”变色材料存在着变色速度慢、性能不稳定的缺点。液晶材料和LED光源也曾被用于变色眼镜和军车伪装，但这两种材料很难实现自然的伪装效果。 随着研究人员对变色龙皮肤和蝴蝶翅膀变色原理研究的深入开展，利用微纳结构实现颜色调整的研究逐渐成为热门研究课题。利用微纳结构的调整实现变色具有结构简单，响应快速，可靠性高的特点，利用这一原理的变色装置在军事伪装方面具有更加广阔的应用前景。 本课题提出通过气压驱动压力进行自适应调节，控制伪装变色膜各变色单元的表面变形，调整其表面微纳结构的分布和反射光波长，使不同区域变色单元呈现不同颜色，从而实现可见光范围的伪装网或伪装服的自适应变色。利用提取的环境图像和色彩信息，通过深度学习的智能算法获得伪装网或伪装服的变色结构，可以形成高度隐身模式；所形成的颜色模式可以随着环境色彩的变化自适应变化，达到难以被目力侦察和红外侦察的目的，提高官兵和武器装备野外作战的隐蔽性。 气压驱动的微纳结构伪装变色是类似生物界变色龙皮肤和蝴蝶翅膀的变色模式，变色膜上排布着微纳尺度的颗粒，气压驱动可以控制颗粒的排列疏密度。如果颗粒排列紧密，光通过时只反射出短波长的光，变色膜则呈现如红色、紫色等颜色；如果颗粒排列松散，这样的结构会反射波长更长的光，如蓝光、绿光等，这些变化可以根据外界环境快速自动完成。气压驱动的自适应智能变色模式没有发射光源，可以随着环境色彩的变化而自适应快速变化，起到良好的隐蔽作用，对未来作战有重要的应用价值。 要实现自适应的伪装变色目的，本课题拟采取的技术方案主要由微纳结构伪装变色膜、气动系统、摄像机、数据采集系统和计算机等几部分组成。伪装变色膜整体由多个变色单元组成，每个变色单元为一个由弹性膜组成的变形容腔，通过气动系统压力控制变形容腔表面变形，调节微纳结构颗粒之间的分布间距，改变反射光波长，从而实现色彩调整。利用深度学习算法对摄像机拍摄的环境图像进行颜色信息提取，生成气动系统多个比例减压阀的不同控制信号，控制减压阀调定不同区域变色单元的压力，从而使不同变色单元呈现不同颜色。通过摄像机拍摄伪装变色膜的图像，提取伪装变色膜的色彩信息，并与环境信息进行比较，对变色效果进行修正，达到最优的伪装变色效果。 本课题研究伪装变色膜上不同微纳颗粒结构下的光学反射模式，获得伪装变色膜的位移控制与颗粒分布以及颗粒分布与反射颜色之间的变化规律特性；优化分析不同的微纳颗粒分布结构，形成可控性好、色彩自然的变色膜微纳颗粒结构。研究气压驱动的伪装变色膜表面变形的变化规律，进一步得到气压调节与变色膜形变、气压调节与微纳颗粒分布以及气压调节与颜色之间的关系特性，获得颜色变化的速度、波长变化规律等特性。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 横向课题

2020年招生计划
六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
1. 博士论文研究方向：微液滴传输机理及PCR应用研究 选题类别：☒基础性研究 ☐应用性研究 ☐工程技术攻关研究 ☐新开辟的研究方向 ☐已有研究方向的继续 ☐其他
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介 微流控系统目前在生物化学分析和医学检测等领域有着越来越广泛的应用，从化学反应、药物开发、疾病现场检测、有机物合成到体外细胞试验，微流控系统已成为化学、生物和医学研究不可缺少的试验平台。与单相微流控系统相比，微液滴系统具有如消耗样品和试剂量更少，混合速度更快，不易造成交叉污染，易于操控等优势，因此在污染物快速高通量检测，生物样本分离、培育，观察化学反应进度等领域中有着重要的应用。 目前，液滴微流控系统多采用注射泵作为驱动元件，但是，由于注射泵本身具有响应速度慢、稳态时泵流量长时间存在振荡以及很难同时调节多组反应物的流量等缺点，使得注射泵在实际应用中具有很大的局限性。相反，采用压力驱动的液滴微流控系统，只需要一个压力源，通过调节压力调节器的设定值，可以控制多组反应物的流量，同时具有较快的动态调节速度。因此，采用压力驱动的液滴微流控系统得到越来越广泛的深入研究，尤其是压力驱动微流控系统中液滴和整个流场的耦合的流体动力学特性问题。为了开发能够实现液滴传输并实际应用的工具和方法，本研究采用压力驱动代替注射泵驱动。 实际的液滴微流控系统主要涉及液滴形成、液滴检测、液滴加热与冷却、液滴融合与分离、液滴传输等多种功能，由于每种功能都相对复杂，研究人员通常对某一特定的功能开展研究。但是研究表明，在一个集成的微流体系统中同时开展多种功能的研究，具有十分重要的意义。本研究方向提出对液滴形成和微流体系统的稳定性同时进行研究，主要研究微流道的几何形状、边界条件等对液滴传输现象的影响，同时，围绕液滴传输现象对其他功能开展研究。 首先根据应用对象确定液滴形成状态。液滴形成的状态通常有三种：挤压、滴落和喷射，影响液滴形成状态的因素主要有毛细管数(Ca)和两种不相融液体的流量比。其中，毛细管数能够描述两种液体之间粘性剪切力和表面张力的相互作用，液体的流量比可以通过改变气压驱动压力进行调节。本研究方向主要研究通过挤压作用，在微流道中形成体积较大、状态稳定的液滴及其实际应用。在液滴形成属于挤压状态前提下，着重研究微流道的几何尺寸、毛细管数、两种不相融液体的流量比及粘度比等参数，对于液滴在复杂微流道网络中传输的影响。选取不同的连续相和离散相液体，或者改变液体的化学成分，可以得到大范围变化的界面强度和液体粘度比。 为了观察液滴传输现象，研究不同的参数变化对于液滴传输的影响，需要综合试验测试、数值仿真及理论分析等多种方法。在试验测试中，进行图像采集及在线处理，能够得到液滴体积以及相邻液滴之间的区域体积大小。图像采集实现的方式有两种，一种是采用显微镜和高速摄像机得到液滴图像，测量液滴体积；一种是采用电容传感器或微波传感器，通过测量电信号得到液滴体积。此外，可以采用改进的荧光可视化技术测量液滴体积。选取不同的试验条件，可以得到液滴形成、液滴融合与分离及液滴传输等现象，同时，根据试验结果选取相应模型描述有关液滴的行为。此外，通过数值仿真及理论分析，建立液滴的数学模型。采用数值仿真，可以对液滴行为从本质上进行物理分析，但数值仿真模型，仿真计算量较大，很难对局部和个别现象单独仿真分析。因此，对于比较复杂的微流道网络，提出采用简化的一维模型，对液滴行为进行物理分析。提出把一维模型等效为物理中的电路模型的方法，把微流道的流量等价于电流，微流道的压力等价于电压，微流道的流动阻力等价于电阻。 此外，在DNA测序和PCR扩增等应用中需要在循环变化的温度环境下进行转移和停留，转移和停留的位置及时间精确控制是微液滴控制系统的重要指标，因此研究微液滴气压控制系统的调节及控制方法是微液滴系统设计和应用的关键。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 国际自然科学基金

七、招生计划申报导师确认

表中所填内容经本人确认属实。

导师签字：年 月 日

八、所在单位党支部意见：

党支部书记签字：年 月 日

九、所在院（系）党委（党总支）意见：

☐ 同意申报 ☐ 不同意申报

党委（党总支）书记签字：年 月 日

十、院（系）意见

☐ 同意招生计划，且建议给予 个博士生招生名额

☐ 不同意招生计划

其他需要特殊说明事项：

院长（系主任）签字：年 月 日

十一、研究生院审核备案意见

负责人签字（盖章）：年 月 日