



论文名称：**液体界面之电操控：电湿润、介电湿润及反湿润**

论文作者：**台湾大学 / 谢万霖**

指导教师：**陈国庆**《研究领域：电湿润、锂离子电池、磁性流体力学、颗粒微连续体力学，及颗粒气体等相关研究。》

近年来，液体界面之电操控已广泛运用在微流体组件的应用上。然而，液体于组件内之动态运动行为无法从实验中清楚解析。因此，我们开发一个考虑弱介电质模型的电流体力学理论与相场法之间耦合的数值仿真方法来求解液体接口受到外加电场影响后随时间变形的课题。在电湿润的研究上，我们成功厘清了电湿润显示器在驱动过程中发生如油墨分裂等组件缺陷的现象。在介电湿润的课题上，我们藉由实验与数值模型探讨了介电液体的非均匀湿润现象。在反湿润的课题上，我们藉由模拟地验证提出了两个崭新的法则用以建构出能产生更复杂的接口几何形状之组件：(i) 回授控制法则一用以适时控制电压达到液体接口稳定之目的，以及(ii)多重波组合法则一用以架构稳定之非对称液体界面形状。

此论文在模拟工作方面的困难点在于——在导电性流体上如何求得电场造成之外力，使得此导电流体(如水)可驱动一个介电流体(此处为油)。经过数年的努力并配合相关研究单位大量实验工作的验证，

我们成功地采用了一个极为技巧性的方法（假设水中无自由电荷，并提高水之介电系数），这方法避免了直接求解电场的困难性（如具有难以确定电荷分布之Poisson方程），使得我们可准确地预测三维电湿润组件内介电流体的运动。此外，在两相流体之电湿润的课题上，我们开发了两种能够建构更复杂流体接口形状的电操控方法。第一种电操控方式是藉由电容值感应的回馈控制使得每个控制电极上方之流体厚度能够被准确掌控；而第二种电操控方式是透过电极产生多个周期性的输出波形导致流体以傅立叶组合的形式建构出复杂的形状。如此，过去在电湿润应用所使用的材料可以直接运用于此开发组件上。此外，因为流体在操控时的反应速度足够慢(毫秒-微秒)，使得传统的电子控制组件（微秒—奈秒）足够匹配。最后，由于此组件中的导电液体不会碰触电极上方的固态表面，因此介电材料的特性退化议题可以被忽略。**H**