

双平面质谱仪

什么是质谱

原理：利用强电场、强电磁场或电子来电离样品，通过分析电离解裂后的样品分子的质荷比来推断物质组成及结构的一种方法，

优点：高分辨率（原子质量的精确测量使用的即是质谱法）+高灵敏度（10^-9g，ng级的样品即可被检测，最高可检测pg级）

缺点：仪器体积大（一般占地小半间实验室）+昂贵（通常百万人民币以上）

应用领域：有机合成研究、同位素检测、食品安全检测、安检等

继最初的磁质谱之后，针对不同的使用要求业界又发展出了飞行时间、四级杆、离子阱、傅里叶变换离子共振回旋、轨道阱等多种质量分析器。

本研究贡献

提出一种新的质量分析方法并对此种方法进行了较完善的理论分析，建造了一台原型机验证此理论。本研究提出利用双平面间的射频电场(两种,位移区分型和速度区分型)而不是漂移管来区分离子的飞行时间，测量质荷比。以采样时间延长为代价，减小了仪器的体积同时降低了对真空度的要求，且极大降低了对电结构加工精度的要求，因而同时也降低了成本，本研究将有助于质谱技术更广泛的的普及应用。

工作原理

钨灯丝：经加热后会将涂覆其上的样品（KCl，CsCl）蒸发，同时将部分样品电离（热电子发射及Langmuir效应）。（热电离离子源）

聚焦电极：起到一定的会聚离子束的作用。

前置光阑：限制离子束的宽度，同时与聚焦电极一同起到引出离子的作用。

双平面质量分析器：本作品的核心部件。双平面连接有射频交流电，离子将在其间振荡，振荡方式与速度有关。

离子吸收室：经质量分析后被偏转的离子将在本区域内与器壁、残余气体分子不停碰撞，失去动能最后被器壁吸收。

法拉第杯：经质量分析后未被偏转的离子在杯中与器壁、残余气体分子碰撞并失去动能，最后被吸收引出转化为电流信号。

原型机性能参数及实验数据分析

参数：加速电压:0-236V可调。法拉第杯最大电流:K[39]=130pA,Cs[133]>1nA。

质量分析器场强：16000V/m。分辨率：8.79

数据分析:在左图可以看到对铯离子和钾离子最原始的实验数据，扫频时使用的是左侧第一种驱动波形。可以看到铯离子和钾离子的离子强度随扫频频率的变化区别明显(强度相差6.7倍,已对齐)。

缺陷及未来展望

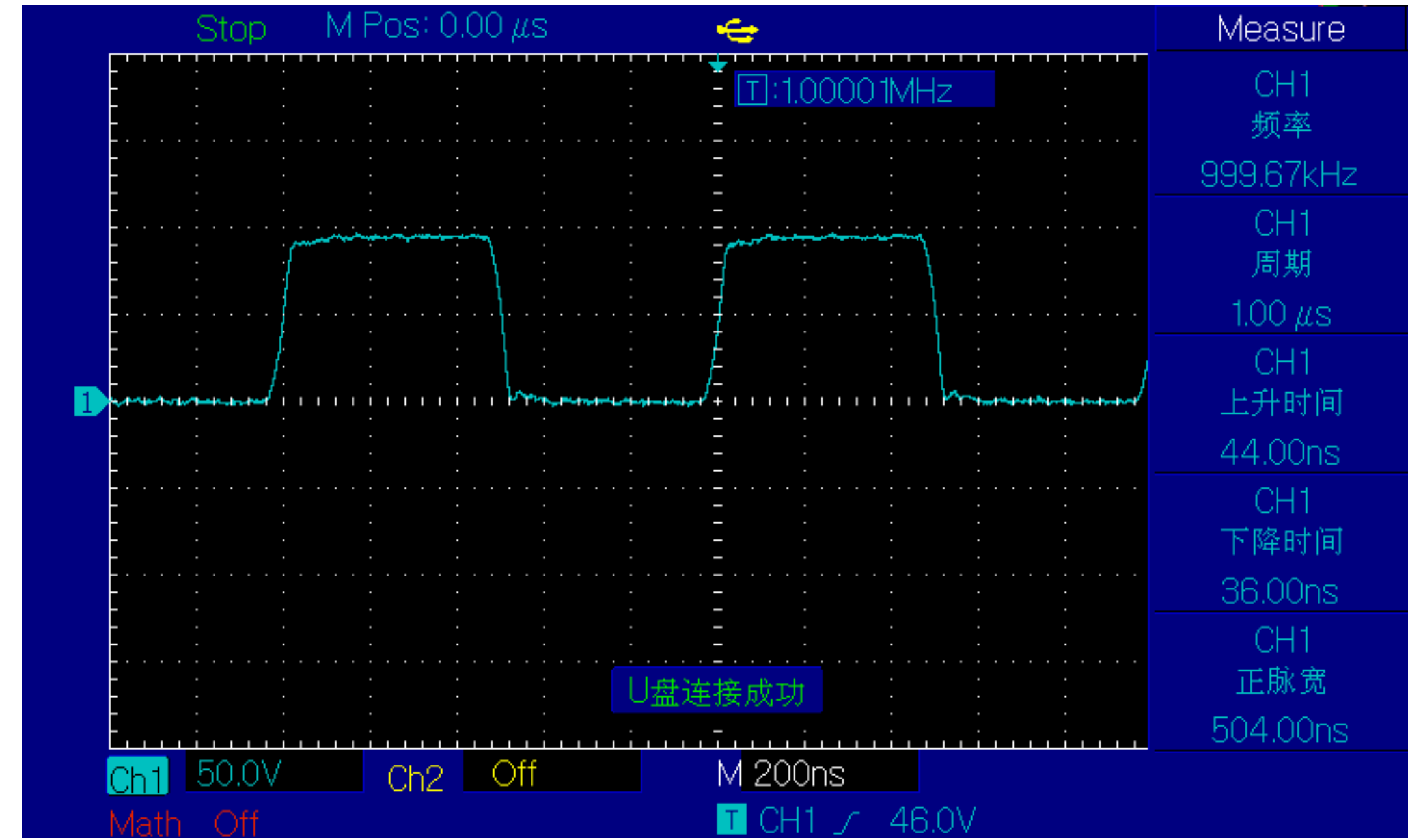
缺陷：受限于离子电流过小，为了控制信噪比原型机不得不大幅降低分辨率（左3中之所以K波折明显而Cs不会很可能来自噪声,Cs离子流强度约为K离子流的7倍所以噪音明显).同样受限于电路性能不足,采样频率过低(目前700ms一个点).

未来展望：

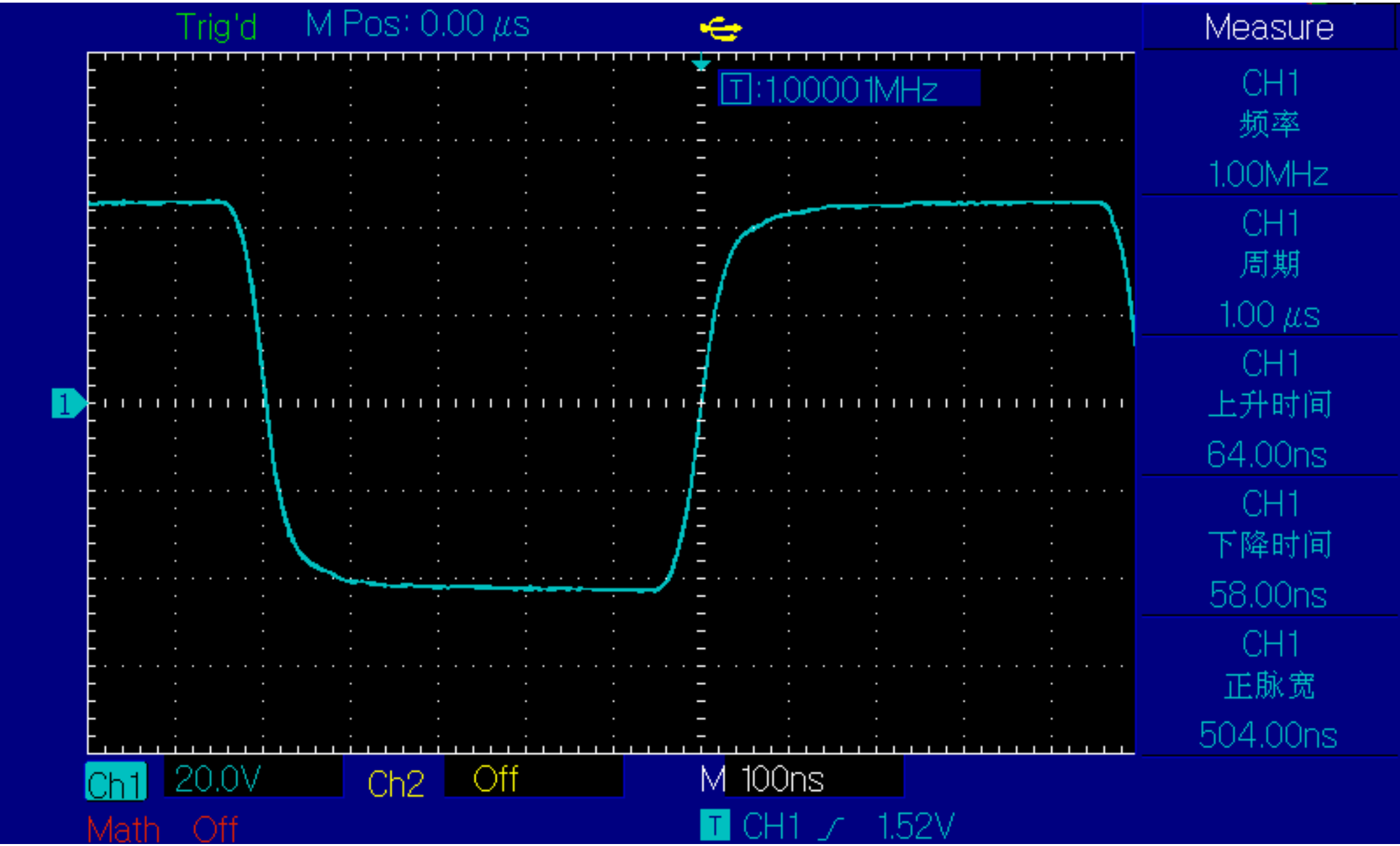
可以通过优秀的离子光学设计，增大离子束流密度及减少方向上的色散（目前离子源发射电流可以达到uA级，但法拉第杯最多收集到的不超过130pA(K离子，不开质量分析器)），或者通过改变电路（积分再输出，但会延长采样时间）、加电子倍增、闪烁体等方法提升收集系统灵敏度，而后可通过加高质量分析器电压、缩小离子吸收室前后孔孔径等方法提升分辨率，以提供更好的质谱应用。

更多资料

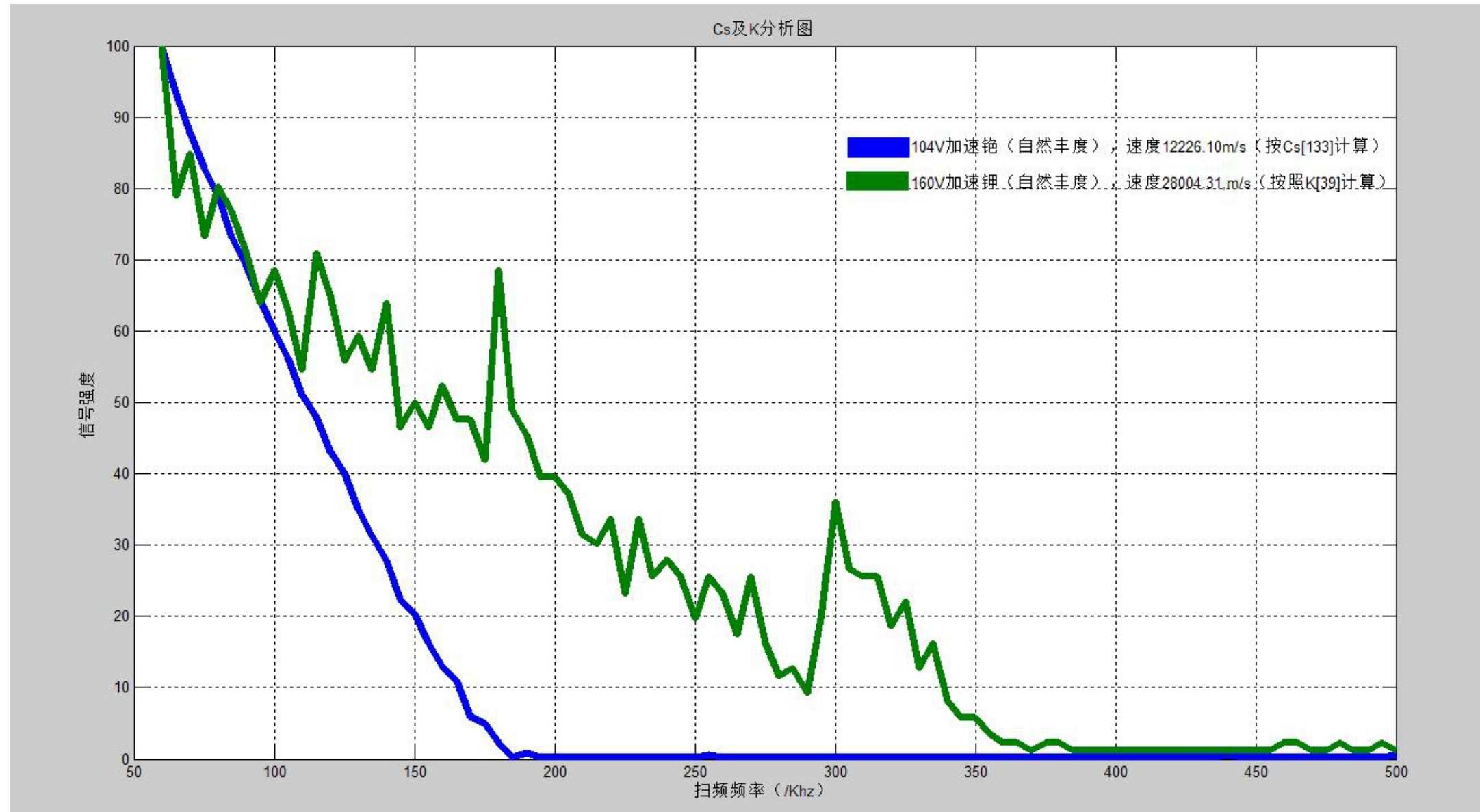
提供研究报告、电子日志、理论手稿、设计手稿、实验照片、工程文件的电子版(报告5M,所有总计>1G)及以上部分资料纸质本。可以拷走、留邮箱或者扫描下方二维码(比赛期间有效)，请找我本人，谢谢。



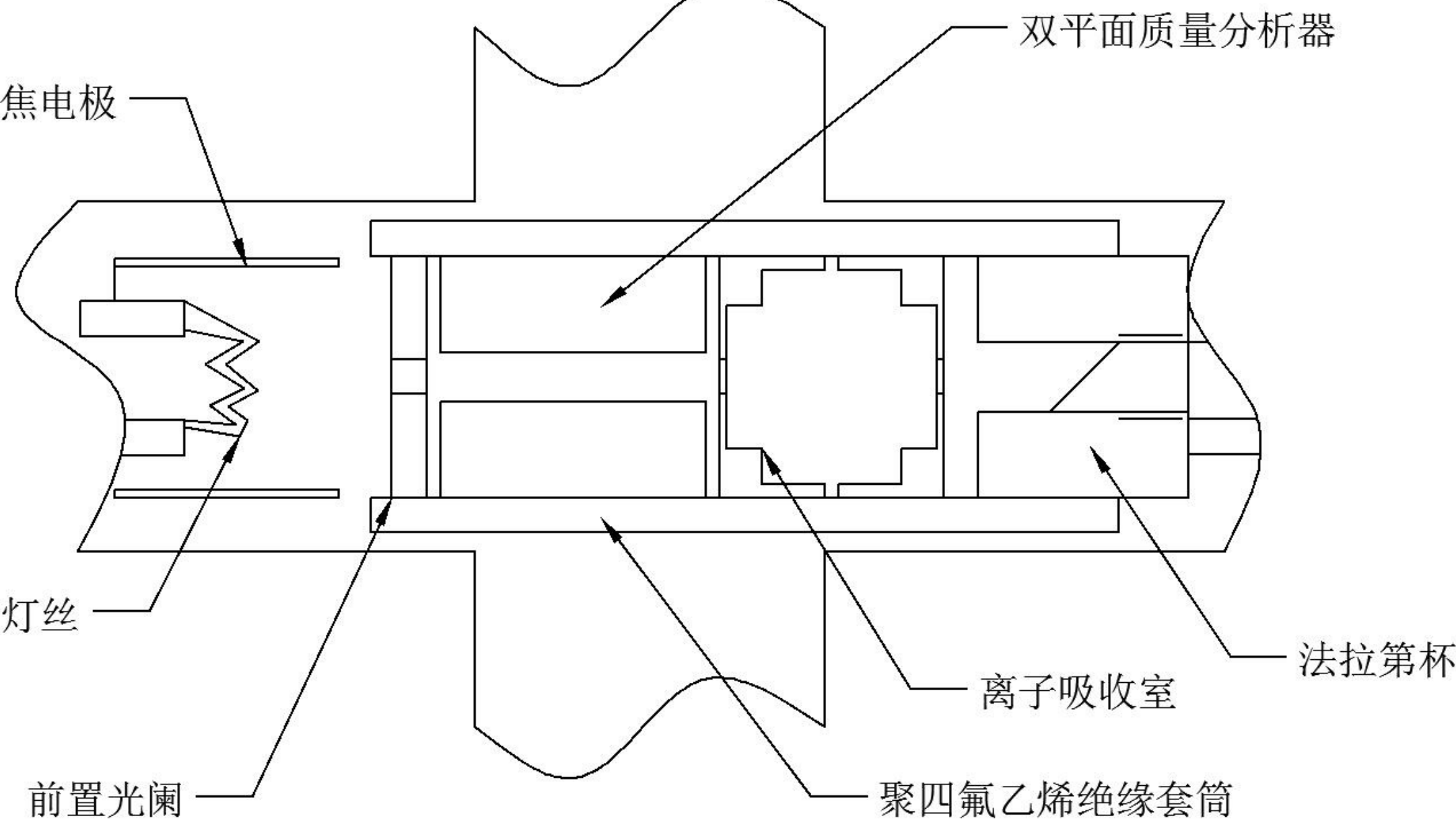
速度型驱动波形示例



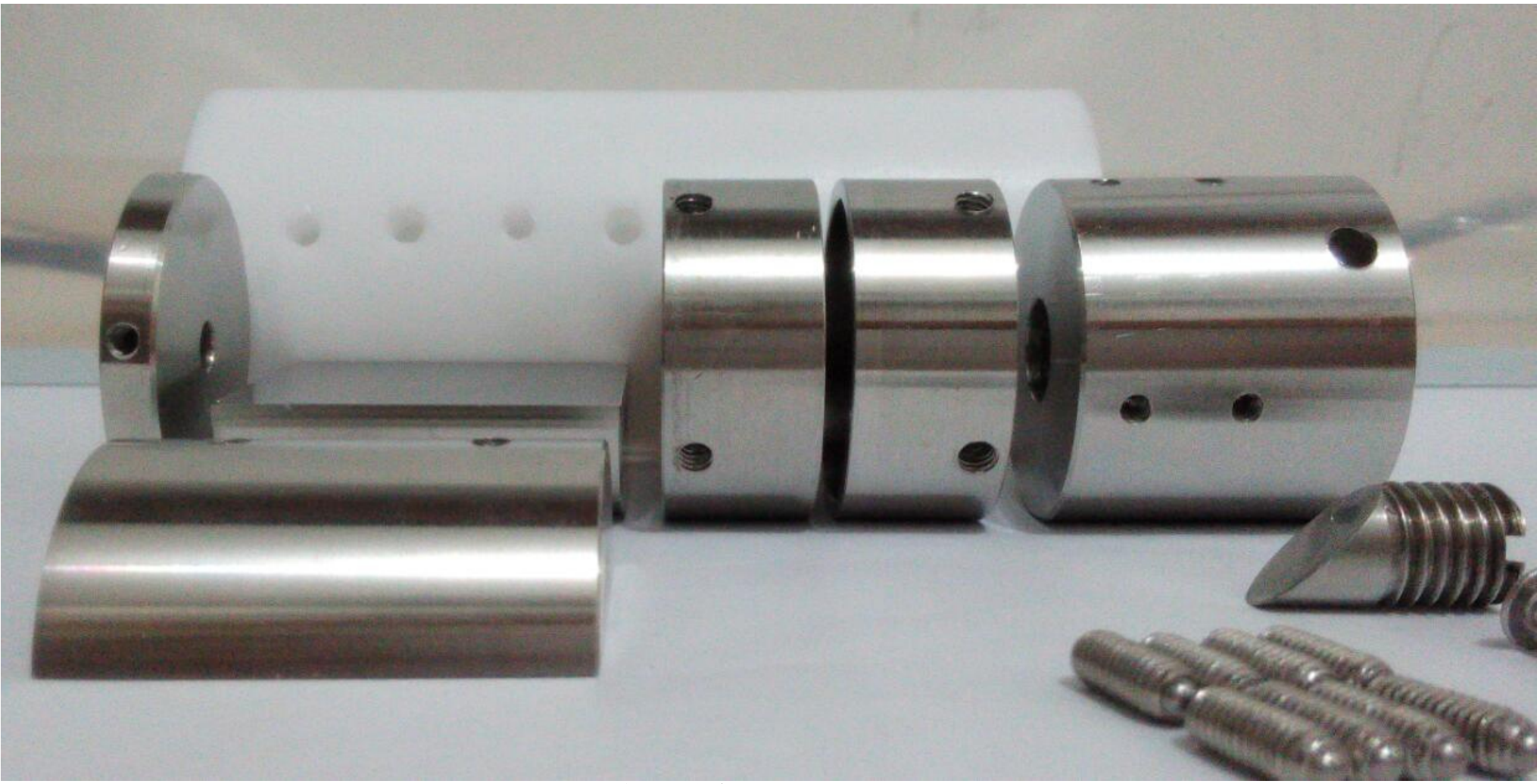
位移型驱动波形示例



Cs和K实验数据(速度型)



结构原理图



实物图