

# *infITOF-DUO*

高分辨率飞行时间型质量分析装置

采用在同一飞行空间连续回转从而实现长距离飞行，  
这一多次环绕飞行技术，  
实现了超小型、高感度及高质量分辨率的飞行时间型质谱仪。



# 飞行质谱仪的高分辨率、前所未有的小型化、低功耗

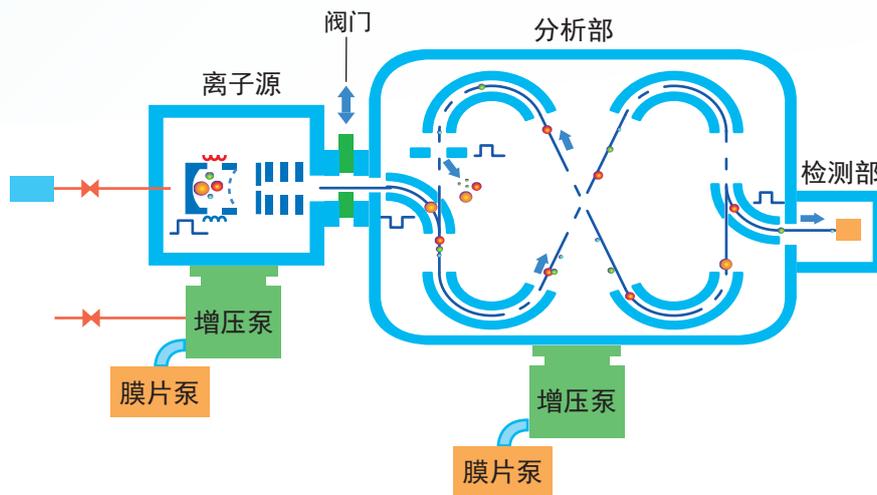
作为小型化的质谱仪，已经先后有磁场型、离子阱型、四极场型和飞行时间型等产品问世。一般来说，质谱仪的体积大小与它的分辨率成比例关系；小型化的装置就很难获得较高的分辨率，一般只能达到 10 ~ 1000 左右。如果不是在实验室而是在现场进行测试时，由于很难进行充分的分离、提纯及预处理，因此分辨率较低的质谱仪，不仅难以分离杂质和质量相近的物质，而且较难准确地完成物质的界定和检测。

大阪大学研发的多次环绕飞行时间型质谱仪，通过同一空间反复回转飞行，获得了长距离的飞行效果，从而实现了在小型化基础上的高质量分辨率。

## 小型化的设计，实现了高性能产品的灵活机动性。

由离子源生成的离子（分析对象），经高压电（5kV）加速，由射入电极射入旋转轨道。4 个旋转电极输入一定的电压后，在已进入旋转轨道的离子回旋 1 周返回之前，关闭射入电极开关，即可实现连续旋转。由于分辨率与飞行距离成正比，因此为了获得必要的分辨率，需要反复旋转，并通过开启输出电极开关，将其导入检测装置，从而准确地测定离子的到达时间。由于质量（速度）各异的离子飞行于同一旋转空间，所以质量较轻的离子将超越质量较重的离子，因此影响测定数值的准确性。本 infiTOF 为避免质量各异的离子互相超越，通过去除分析对象之外的离子，消除了互相超越的弊端。

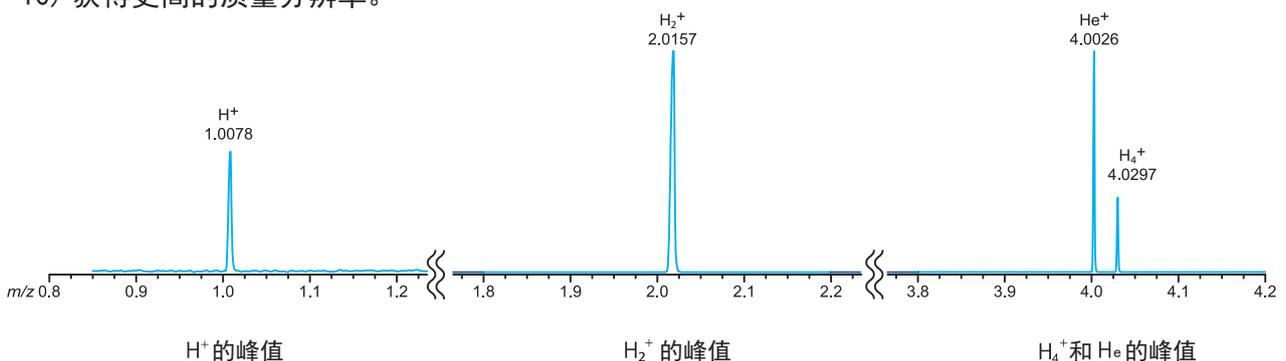
infiTOF 的小型化设计，在相当于台式电脑大小的空间内配置了真空泵（增压泵 ×2、膜片泵 ×2），且重量仅为 40 公斤，非常便于搬运、移动和设置。例如，测试某些难以搬入实验室的气体时，可将本产品搬运到现场，准确地完成现场高质量的检测分析。



infiTOF 结构示意图

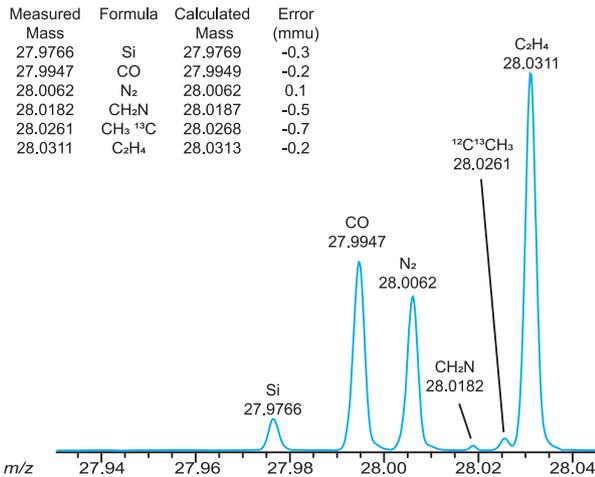
## 低质量领域的高感度·高分辨率分析

本 infiTOF 实现了普通的飞行时间型质谱仪（TOF-MS）难以胜任的低质量领域的高感度·高分辨率的检测分析。因此，不仅可以检测分析比其他元素更为轻快高速飞行的氢离子（ $m/z$  1.0078），而且可以在极低质量领域（ $m/z \sim 10$ ）获得更高的质量分辨率。

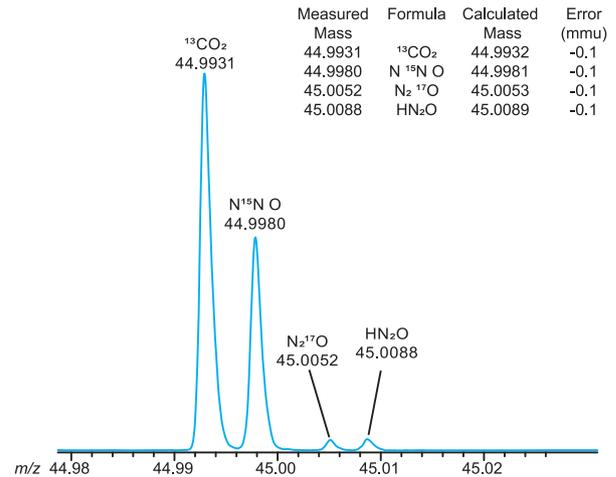


## 精密质量分析

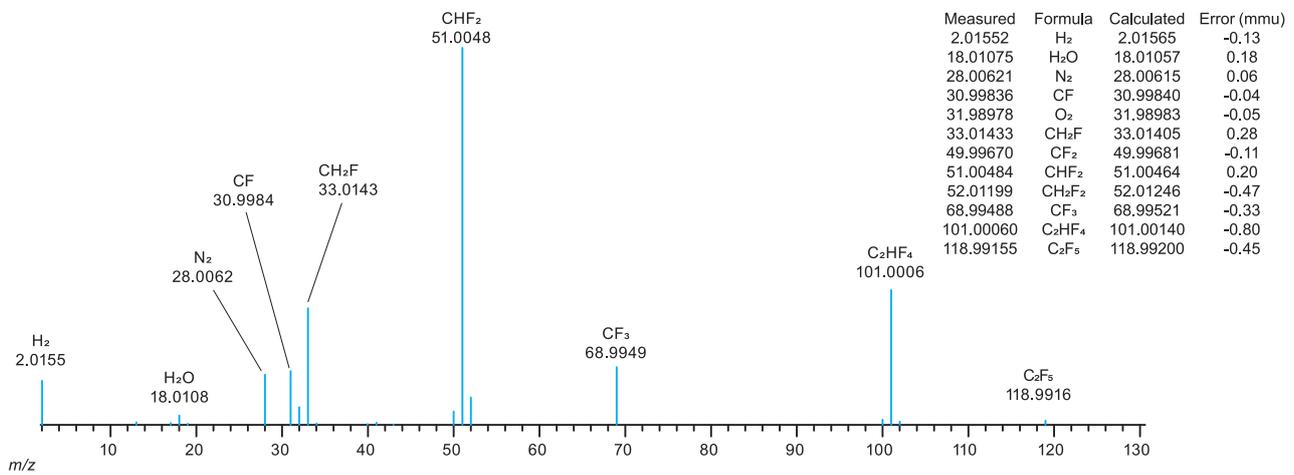
infiTOF 具有高质量分辨率和测量精度，可以通过精准的质量测量，实现高精度的组份推定，从而测定相同整数质量的峰值。



$m/z$  28 的精密质量分析结果



$m/z$  45 的精密质量分析结果

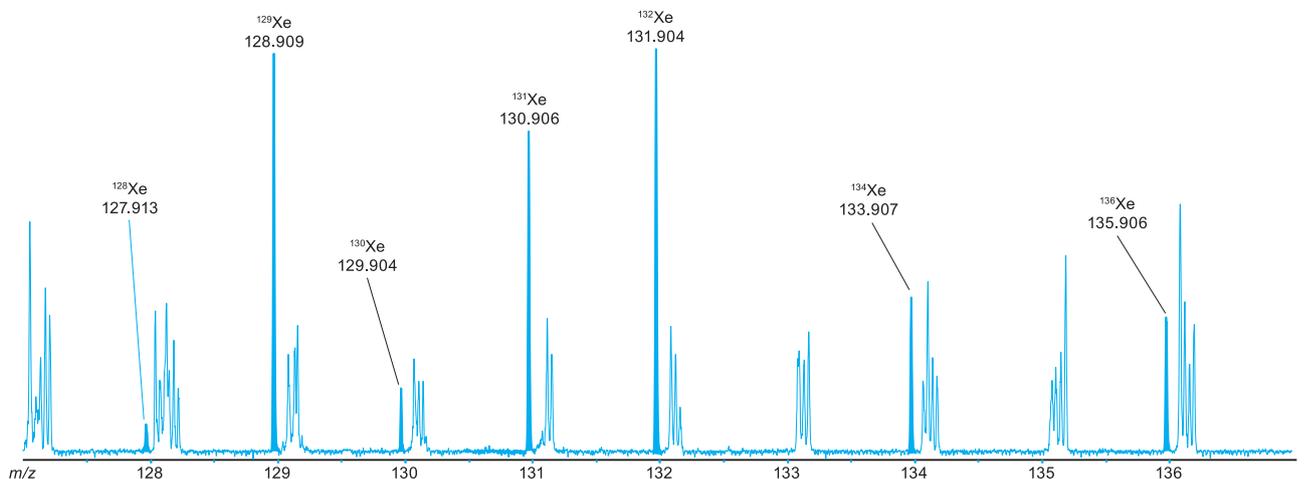


质量  $m/z$  1 ~ 130 的精密质量分析结果

在低质量段 ( $m/z$  1-130), 可实现质量误差很小的高精度测试。在该质量区段内, 几乎可以实现所有的峰值界定 (结构推定)。

## 直接导入分析

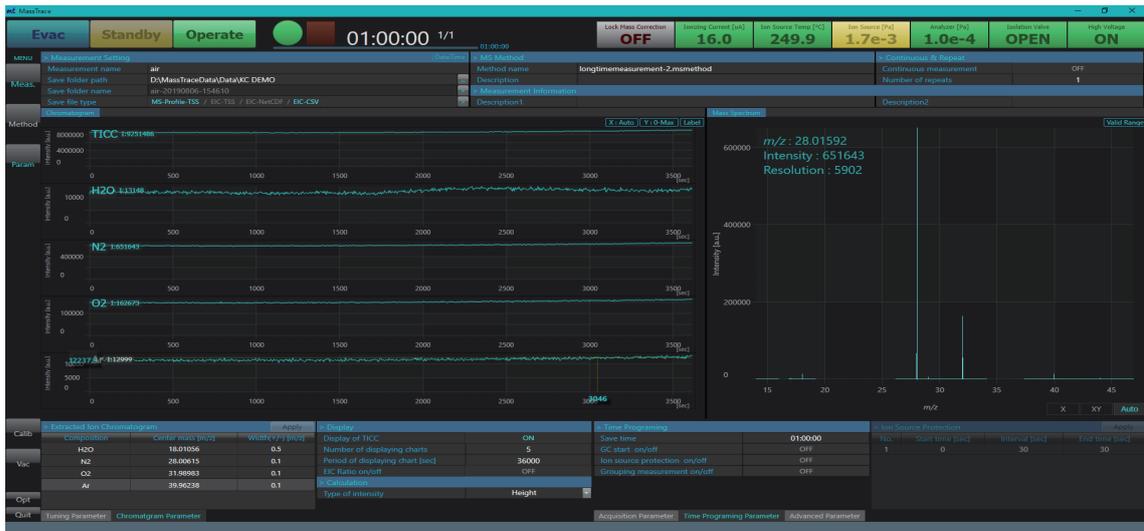
infiTOF 无需类似气相色谱仪 (GC) 等产品进行样气的预处理, 可直接导入多组分气体进行实时监测。离子源零部件以及用于气体分析的离子源腔体, 均采用钛合金材料制造, 钛合金材料化学性能稳定, 耐腐蚀性气体, 真空特性优良。真空腔体内部经过研磨处理, 所以极大地提高了真空特性。此外, 由于真空密封采用了金属密封结构, 所以可以有效地防止外部气体的渗入, 进一步提高了质量分析的准确性和可靠性。



通过毛细管直接导入法, 检测大气中的氙气。  
大气中有 30ppb 左右的 <sup>132</sup>Xe。infiTOF 无需预处理可直接导入分析。

# 实时监测分析

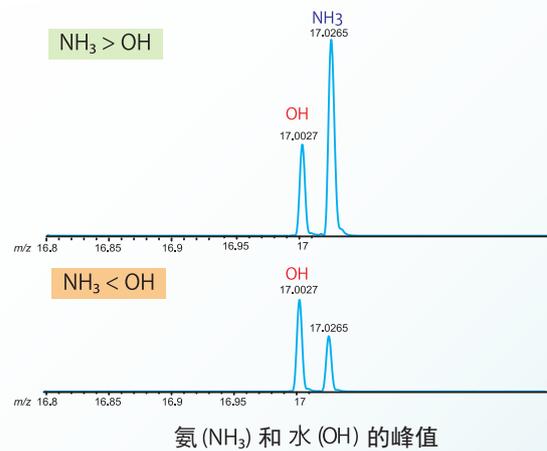
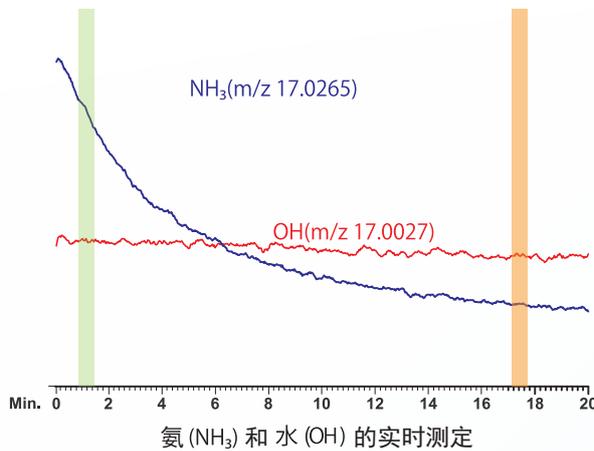
infiTOF 出色的小型化设计，便于搬迁移动，可在现场实现高质量分辨率的实时监测。使用 infiTOF 专用软件用户界面简洁方便，只要输入质量范围、回转次数（分辨率）、被测对象的成分结构式，即可完成对多种成分的实时监测。



实时测定大气成分示意图

# 分析吸附性能 · 反应性化合物

infiTOF 可以测定吸附性和反应性化合物。离子源零部件，以及离子源真空室由材质性能稳定，而且耐腐蚀性气体的钛合金制成。此外，由于直接采用了失活性导管，所以可以测定对氨和氯化氢等的配管易于产生吸附和反应的成分。由于氨 (NH<sub>3</sub>) 与水 (H<sub>2</sub>O) 的断片离子 OH 整数质量 (m/z 17) 重叠，所以一般的质谱仪较难分离及判别峰值。但是具有高质量分辨率的 infiTOF，可以轻而易举地完成对 NH<sub>3</sub> (m/z 17.026) 和 OH (m/z 17.003) 的精密质量分离。

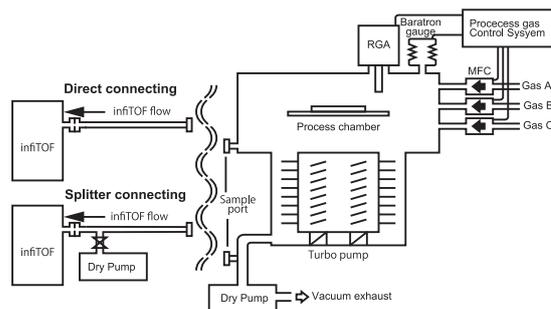


# infiTOF 应用案例

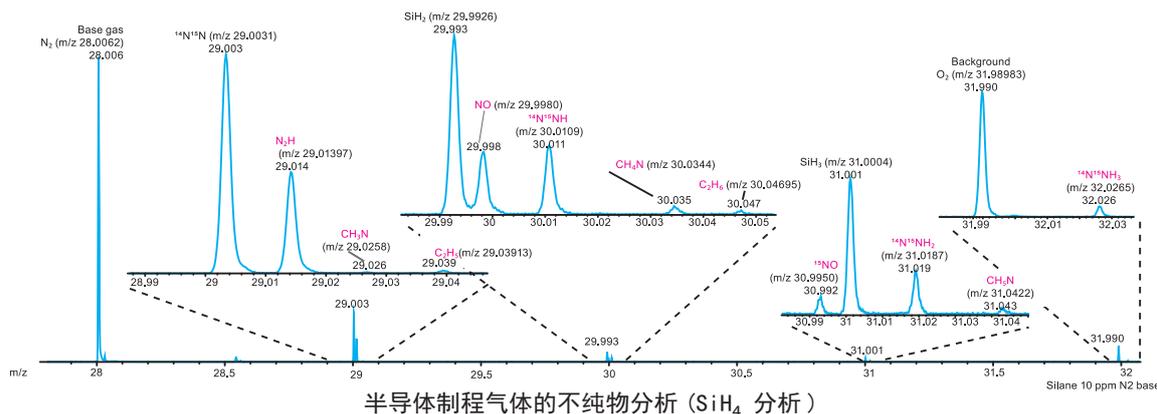
## 半导体制程气体检测

半导体的制程包括晶体生长（外延生长）、成膜（CVD、ALD）、刻蚀、清洗等多种工序。而这些制程中使用多种原料气，实时监测和管理制程室内原料气的化学反应生成物、分解物、残余成分，对于有效提升良品率和提高生产效率具有十分重要的作用，并对新一代的半导体研发也具有重要意义。

具有高分辨率，实时测量功能的 infiTOF 质谱仪，将为高品质的半导体产品的研究、开发和制造提供切实有效的保障。



半导体制程气体的现场监测



半导体制程气体的不纯物分析 (SiH<sub>4</sub> 分析)

## 材料产生气体的精密质量分析

通过使用质谱仪对加热、热分解以及粉碎材料时产生的气体状态进行测试，可以对产生于试料的气体进行定性分析，并对分解反应等进行进一步的解析。而这些工作通常是采用四极场型质谱仪 (QMS) 来完成的。但是，由于 QMS 的质量分辨率和精度不够，有时难以完成气体的定性分析和动态解析。而多次环绕飞行时间型质谱仪 infiTOF，以其优异的性能可以胜任四极场型质谱仪 (QMS) 难以完成的任务。

### 升温脱附法 (TPD-MS)

将测试材料装入石英管等试管中，检测使用失活性气体加热而分离的气体。

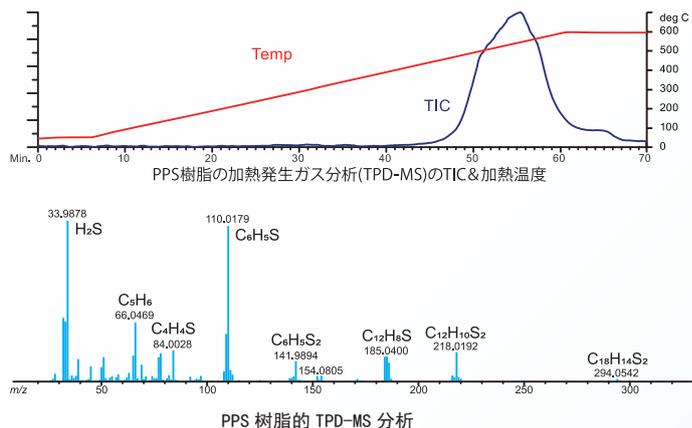
### 热重质谱分析 (TG-MS)

使用质谱仪可以检测热重量测定 (TG) 过程中产生的气体，并可解析产生气体的性质及状态。

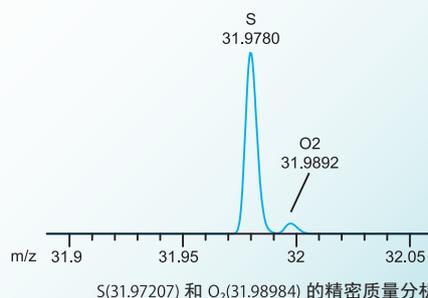
### 粉碎材料时产生的气体分析

将粉碎机粉碎测试材料时产生的气体导入离子源，可完成精密质量分析。

## infiTOF 对 PPS 树脂加热后产生的气体 (TPD-MS) 进行精密质量分析

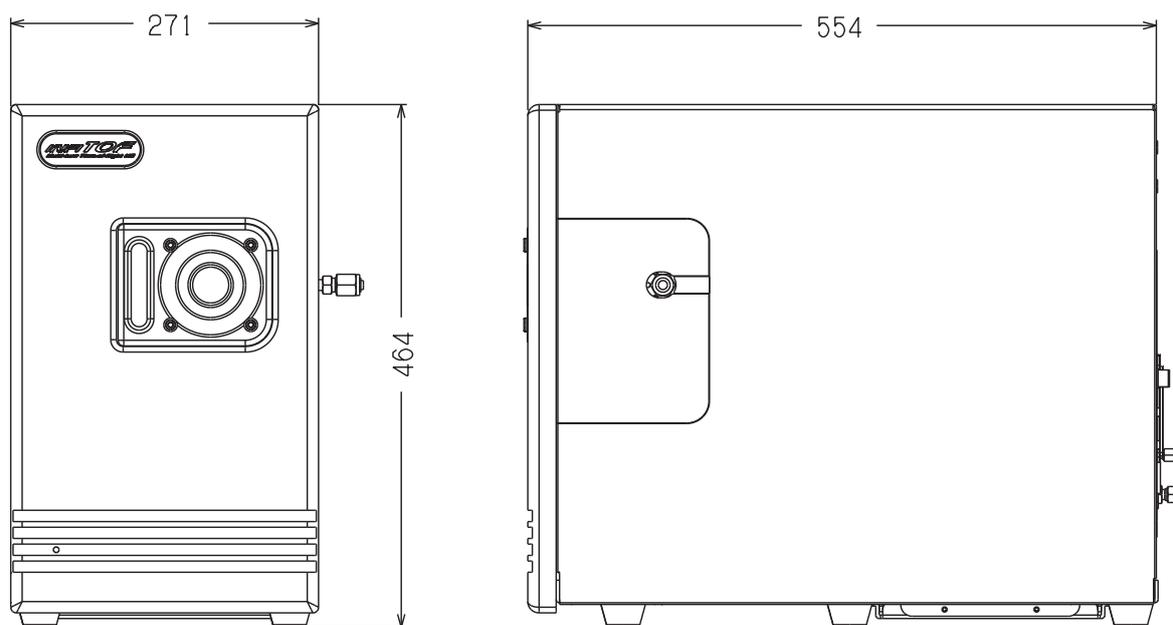


在 PPS 树脂加热后产生的气体中，对源于 PPS 油脂的低聚物进行精密解析及结构分析，并可利用高质量分辨率，对 S 和 O<sub>2</sub> 进行质量分离。



## 高分辨率飞行时间质谱仪 infiTOF 的规格

分辨率	≥30,000 (FWHM)
质量范围	m/z 1~1,000
电离方法	电子电离化 (EI)
离子极性	正离子 (Pos)
质量精度	≤0.002 u (内标法) ≤0.005 u (外标法)
灵敏度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在大气中 38 A (大气中约5.9ppm) S / N &gt; 10</li> <li>• 惰性气体 (He) CH 4, N 2 1ppm (He基体) S / N &gt; 10</li> </ul>
信号检测	10 bit ADC / 平均方法
导入速度	每秒20~60,000个质谱
尺寸	270(宽) x 460(高) x 550(深) mm (不包括突起部)
重量	39公斤



**KANOMAX**  
The Ultimate Measurements

【加野仪器(上海)有限公司】  
上海市浦东新区浦东大道2000号阳光世界大厦602室  
电话：021-6882-2201  
咨询：shanghai@kanomax.co.jp

※产品规格如有变更,恕不另行通知