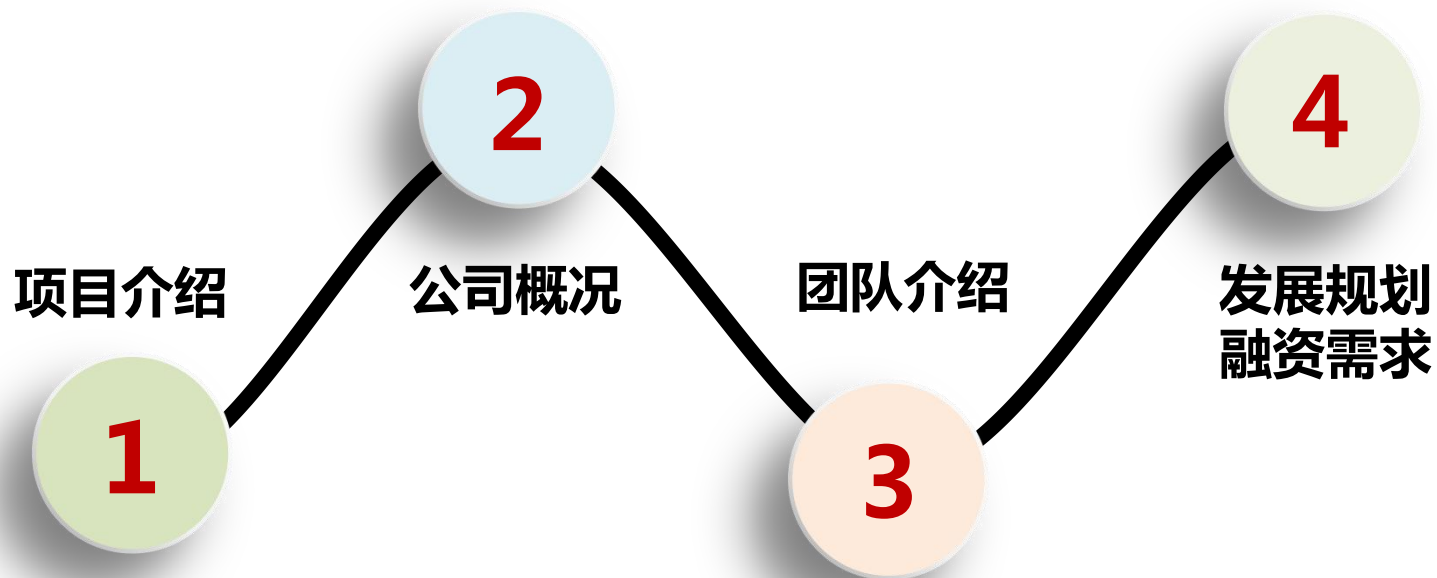


# 超高灵敏度 光波导生物分子相互作用仪



**复拓科学仪器（苏州）有限公司**



# 行业背景

- 生物分子相互作用仪是生化分析仪的高端产品
- 主要功能：**测量生物分子相互作用！**
- 应用领域：**生物研究、药品开发**



# 功能与应用场景

- 特异性分析
  - 目标分子与靶分子之间是否发生结合? 特异性如何?
- 多重结合分析
  - 哪些分子参与了复合体的形成? 顺序是什么?
- 亲和力测定
  - 配体与分析物之间的结合强弱?
- 动力学分析
  - 两分子结合和解离的速率快慢?
- 浓度测定
  - 样品中的目标分子浓度高低?
- 热力学分析
  - 结合强弱、快慢的结构机理是什么?

## 生物研究 & 药品开发

- 增进对分子机理以及结构-功能关系的理解
- 定义潜在的药靶和诊断标记物
- 选择和鉴定生物疗法候选药
- 药物开发过程中选择和优化先导成分
- 免疫原性研究中检测和鉴定耐药性抗体

# 同类设备的市场

## 大学、研究所

浙江大学医学院药理学研究室

浙江大学传染病研究所

南京大学

清华大学

北京大学物理化学系

北京大学医学院

上海复旦大学

上海交通大学

中国科学技术大学.....

中科院上海药物所

中科院上海生化与细胞研究所

中科院北京微生物所

中科院北京生物物理所

军事医学研究所五所

军事医学研究所八所.....

## 制药公司

全球排名前20位的药物

公司都是我们的用户

Merk, Roche, Pfizer,

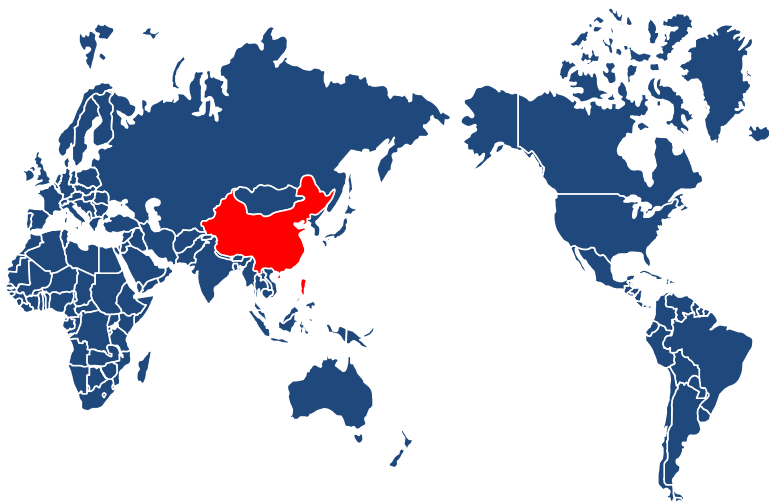
Amegen, Novonordisk.....

以全球最大的疫苗生产  
公司美国Amegen公司为  
例，拥有超过50台  
Biacore，共有20多个应  
用。

生鲜食品生产企业/乳品  
生产企业

**\*以上材料来自BiaCore公开的客户培训手册**

# 相互作用仪市场容量\*



## 全球生物分子相互作用仪销量

2015年 : 110亿美元      2022年 : 150亿美元

## 中国生物分子相互作用仪销量

2015年 : 70亿RMB      2022年 : 100亿元



\*数据来自《2016-2021年全球及中国生物大分子相互作用仪产业市场运行及产业发展趋势研究报告》，中金企信国际咨询

**Global and Chinese Biomolecular Interaction Analysis Market Outlook, Growth, Industry Trends 2016-2021**

<https://www.marketresearchstore.com/report/global-and-chinese-biomolecular-interaction-analysis-market-outlook-65912>

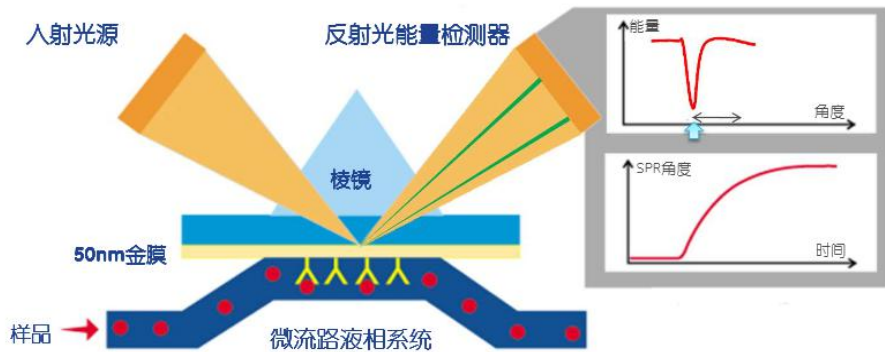
# 痛点与解决方案

## 行业痛点:

- 无法测折射率极小变化  $< 10^{-4}$
- 无法检测  $> 0.2\mu\text{m}$  生物分子

### 传统技术 表面等离子体共振SPR

#### 表面等离子共振原理 (SPR)



SPR 是一种折光率传感器

✓ 响应值反映了SPR角度的改变

✓ 响应信号依赖于芯片表面分子的浓度和温度

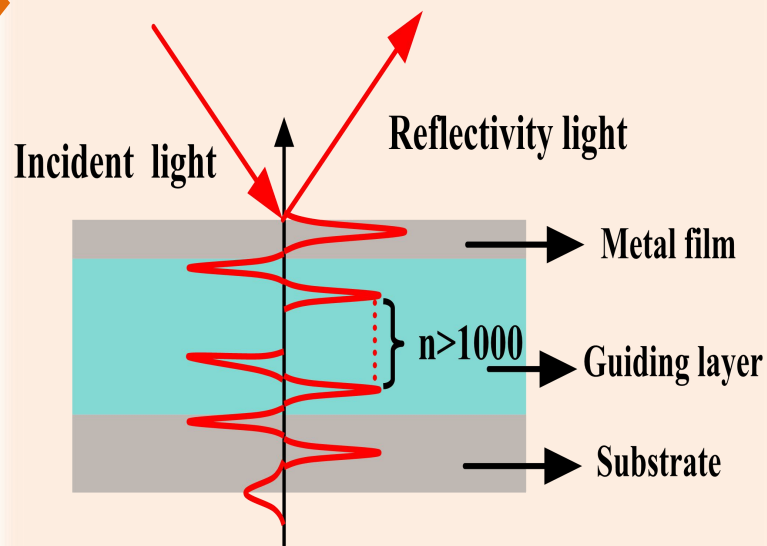
✓ 1RU的响应值大致上相当于芯片表面结合物质的浓度改变了  $1\text{pg}/\text{mm}^2$  (蛋白结合与CM5芯片)



## 解决方案: 双面金属包覆光波导

- 折射率测量精度  $< 10^{-5}$
- 可测  $\sim 10\mu\text{m}$  分子相互作用

### 振荡场探测技术 双面金属包覆光波导腔



# 产品介绍



光波导生物分子相互作用仪  
Waveguide BIA Sensor

**PHOTON LABS**  
Instruments Expert

System

General

Wavelength: 6328 A Magnification: 10 X

Waveguide

d0:	2000	Epsilon0:	3	0
d1:	370	Epsilon1:	-15	0
d2:	20000	Epsilon2:	2.25	0
d3:	500000	Epsilon3:	1.8	0
d4:	3600	Epsilon4:	-13	0
d5:	0	Epsilon5:	1.0	0
d6:	2000	Epsilon6:	1	0

Detectors

ImageType: RGB24\_1024x768

Backlight Compensation: ON

Bright: [Slider] Saturation: [Slider]

Color Enable: ON Sharpness: [Slider]

Contrast: [Slider] White Balance: [Slider]

Hue: [Slider] Fringe\_Storage: [Slider]

Gain: [Slider] Memory: [Dropdown]

Gamma: [Slider] Disk Logging File(\*.avi): [Text Box]

Te Mode  Tm Mode  Fix Epsilon  Fix Thickness  Fix All

DataProcessing

ReflectivityCalculation

OUTPUT

Start to analyze the interference fringes...

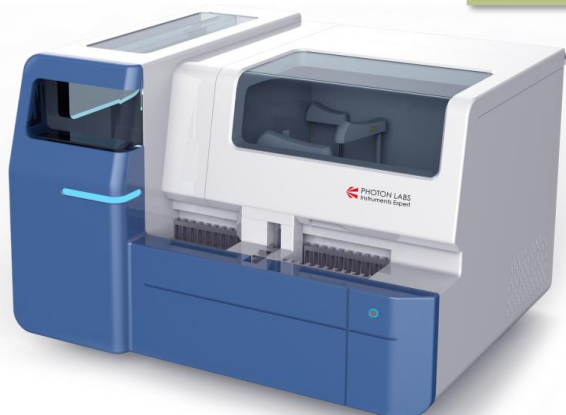
Status

Angle\_Before 请留意此处的状态更新! ! ! 2.2361

Angle\_After 请留意此处的状态更新! ! !

**产品特点**

- **三项技术“世界首创”**
  - 可以分析气体、液体介质
  - 自由空间耦合（无棱镜、无光栅）
  - 亚毫米样品腔
- **多参量测量（可衍生一系列产品）**
  - 测量样品折射率变化 $\Delta n$
  - 可测量样品消光系数变化 $\Delta k$



2019-8-23

超高灵敏度光波导生物分子  
相互作用仪

# 技术创新点

30年学术研究

14年技术探索

攻克**四大技术**难题



## 解决重大难点

- ✓ 极小折射率变化测量
- ✓ 大尺寸生物样品测量
- ✓ 气、液体通用测量

# 竞争分析-产品竞争优势

## ● 主要生产商



美国GE BioCore, 60%



美国PALL ForteBio, 15%



德国耶拿, 5%

## ● 与竞争对手产品比较\*

对比指标	复拓 BioPhoton	JENA BIAffinity	GE BIAcore	Fortebio Octet
技术平台	光波导	NA	SPR	膜干涉
折射率灵敏度	$>10^{-5}$	$<10^{-4}$	$<10^{-4}$	$<10^{-4}$
检测细胞尺寸	0-10 um	0.1-1um	0-0.2um	0-0.2um
折射率范围	1.0-1.8	1.33-1.50	1.33-1.40	1.33-1.50
价格	50万	150万	200~500万	180万

### 产品的四大优势：

- ✓ 样品大小提高50倍
- ✓ 折射率精度高10倍
- ✓ 售价仅为同类~1/3
- ✓ 操作简单

\*竞争技术参数来自

Sensitive optical biosensors for unlabeled target: A review ANALYTICACHIMICA ACTA 620 (2008)8-26

# 知识产权与查新



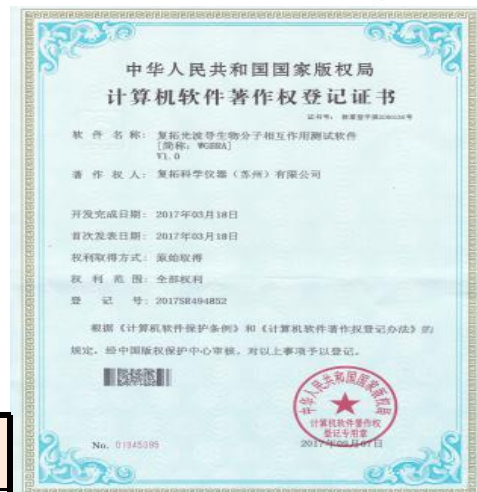
**发明专利10项**  
**实用新型9项**



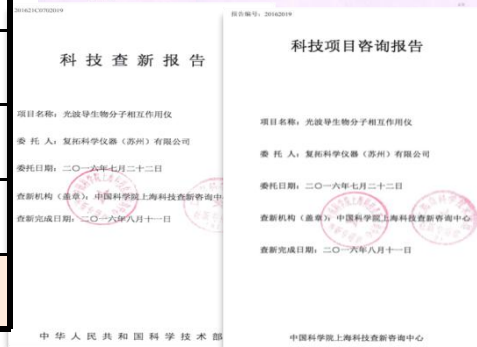
**软件著作权3项**



**技术查新1份**  
**技术咨询1份**



序号	名称	专利类型	排序	状态
1	光波导荧光增强检测仪	发明专利	<b>本人第一发明人</b>	实审
2	超高分辨折射率仪			实质
3	基于空芯金属包覆波导的SO2气体检测方法和检测装置			受理
4	基于双面金属包覆波导的硫化氢气体检测方法和检测装置			受理
5	基于两次耦合棱镜的波导拉曼散射腔			受理
6	零群速度共振生物分子相互作用测方法和检测装置			受理
7	一种大量程高分辨率的气体折射率检测方法及装置			受理
8	基于两次耦合棱镜的波导拉曼散射腔	实用新型		受理
9	复拓光波导生物分子相互作用测试软件	软件著作		





# 用户使用报告

## 产品应用

(1) 葡萄糖浓度的测量, 检测结果表明探测精度为: 1.0 nmol/ml, 检测结果已经公开发表在:  
Pingping Xiao, Xiangping Wang, Zhuangqi Cao. Biosensor based on hollow-core metal-cladding waveguide[J]. *Sensors and Actuators A: Physical*, 183(2012):22-27.

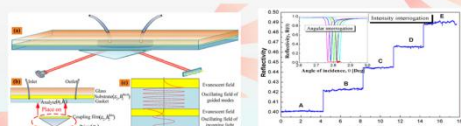


图11、微量葡萄糖溶液浓度测定。

## 产品应用

(2) 草甘膦溶液浓度的测量, 检测结果表明探测精度为: 1.4 nmol/l, 检测结果已经公开发表在:  
Sang, Yuxing Wang, Rui Du, Wen Yuan, Zhenhong Jia, Zhuangqi Cao. Determination of trace glyphosate in water with a prism coupling optical sensors and Actuators A 218 (2014): 88-93.

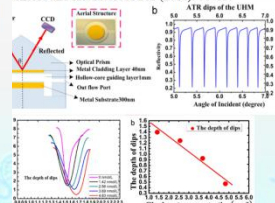


图12、基于金属包覆光波导的草甘膦溶液浓度测试装置。

## 产品应用

(3) 六价铬离子溶液的浓度测量, 检测结果表明探测精度为: 1.2nM, 检测结果已经公开发表在:  
Yang Wang, Meizhen Huang, Xiangyu Guan, Zhuangqi Cao, Fan Chen, and Xiangping Wang. Determination of trace chromium (VI) using a hollow-core metal-cladding optical wave sensor. *OPTICS EXPRESS*, 2014, 31130.

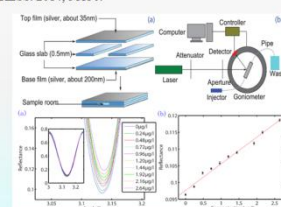


图13、基于光波导的铬离子浓度测定。

## 产品应用

(5) 大肠杆菌的检测, 检测结果表明探测精度为: 100 cfu/ml, 检测结果已经公开发表在:  
Jingting Sun, Xiangping Wang, Cheng Yin, Pingping Xiao, Honggen Li et al. Optical transduction of E. Coli O157:H7 concentration by using the enhanced Goos-Hänchen shift. *J. Appl. Phys.* 112, 083104 (2012)

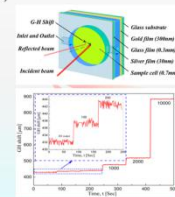
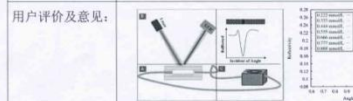


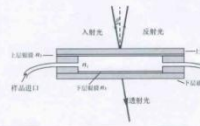
图15、大肠杆菌的光波导检测方法 with 结果。

## 用户产品使用报告

产品使用单位	上海交通大学物理与天文系
地址	上海市闵行区东川路 800 号
产品提供单位	复拓科学仪器 (苏州) 有限公司
产品名称	光波导生物分子相互作用仪
使用数量	样机 1 台
使用情况	1) 测试葡萄糖溶液、草甘膦溶液的浓度 2) 测试微量气体的浓度: N2、CO2 等



测试葡萄糖溶液、草甘膦溶液的浓度实验如图 1, 结果如图 2. 实验结果表明: 子相互作用仪能测量溶液浓度变化为 20pp

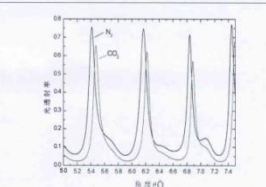


电系数  $\epsilon_1 = -10.5 + i0.8$ , 厚度  $h_1 = 36nm$ , 平板玻璃的折射率  $n_2 = 1.50$ , 厚度为  $h_2 = 300\mu m$ , 玻璃垫圈和样品室的厚度  $h_3 = h_4 = 500\mu m$ , 下层金属膜的介电系数  $\epsilon_5 = \epsilon_6 = -10.5 + i0.8$ , 厚度  $h_5 = 200nm$ . 初始样品 (去离子水) 的折射率  $n_1 = 1.3342$ , 在不含锰情况下, 样品折射率的虚部为 0, 是无色透明的液体. 若激光在空芯金属包覆波导表面的中心入射角定为  $\theta = 4.5838^\circ$ , 则由软件计算可得如图 2 所示的衰减全反射 (ATR) 曲线, ATR 峰底的反射率  $R_{min} \approx 0$ . 则在反射光中显现一中心灰度最大的黑线. 随着锰浓度的增大, 由于与显色剂的作用, 颜色由浅变深, 表明样品折射率的虚部 (消光系数  $\kappa$ ) 由 0 逐渐变大, CCD 探测到的黑线的灰度也由大变小 ( $R_{min}$  由小变大). 通过标准溶液的配置与测量, 可确定锰溶液浓度的检测分辨率为  $0.1 \mu g/L$ , 低于现有国际标准 ( $1 \mu g/L$ ) 的 10 倍.

通过近 1 周的测试, 该设备非常适合实验室科研和微量重金属检测, 与我们之前测试的其他同类产品相比, 该设备性能更稳定.

使用单位 (盖章): 江西师范大学物理与通信电子学院

日期: 2016 年 8 月 28 日



测试微量气体的浓度的样品如上图 3 所示: 当室中待测气体浓度值发生变化时, 则光电探测器探测到光强值的大小进行分析, 就可以得出气体浓度的情况. 检测分辨率达到优于  $1 \times 10^{-5}$  RIU.

我们的实际使用经验表明, 该设备易于使用, 且适合实验室科研和微量气体、液体检测. 与我们之前测试的其他同类产品相比, 比光纤和表面等离子共振衰减场传感器高 1~2 个数量级, 该设备更稳定、测试短.

使用单位 (盖章): 上海交通大学物理与天文系

日期: 2016 年 8 月 28 日



电系数  $\epsilon_1 = -10.5 + i0.8$ , 厚度  $h_1 = 36nm$ , 平板玻璃的折射率  $n_2 = 1.50$ , 厚度为  $h_2 = 300\mu m$ , 玻璃垫圈和样品室的厚度  $h_3 = h_4 = 500\mu m$ , 下层金属膜的介电系数  $\epsilon_5 = \epsilon_6 = -10.5 + i0.8$ , 厚度  $h_5 = 200nm$ . 初始样品 (去离子水) 的折射率  $n_1 = 1.3342$ , 在不含锰情况下, 样品折射率的虚部为 0, 是无色透明的液体. 若激光在空芯金属包覆波导表面的中心入射角定为  $\theta = 4.5838^\circ$ , 则由软件计算可得如图 2 所示的衰减全反射 (ATR) 曲线, ATR 峰底的反射率  $R_{min} \approx 0$ . 则在反射光中显现一中心灰度最大的黑线. 随着锰浓度的增大, 由于与显色剂的作用, 颜色由浅变深, 表明样品折射率的虚部 (消光系数  $\kappa$ ) 由 0 逐渐变大, CCD 探测到的黑线的灰度也由大变小 ( $R_{min}$  由小变大). 通过标准溶液的配置与测量, 可确定锰溶液浓度的检测分辨率为  $0.1 \mu g/L$ , 低于现有国际标准 ( $1 \mu g/L$ ) 的 10 倍.

通过近 1 周的测试, 该设备非常适合实验室科研和微量重金属检测, 与我们之前测试的其他同类产品相比, 该设备性能更稳定.

使用单位 (盖章): 江西师范大学物理与通信电子学院

日期: 2016 年 8 月 28 日



五家客户使用了该产品, 用于科研项目中, 反馈效果非常好!

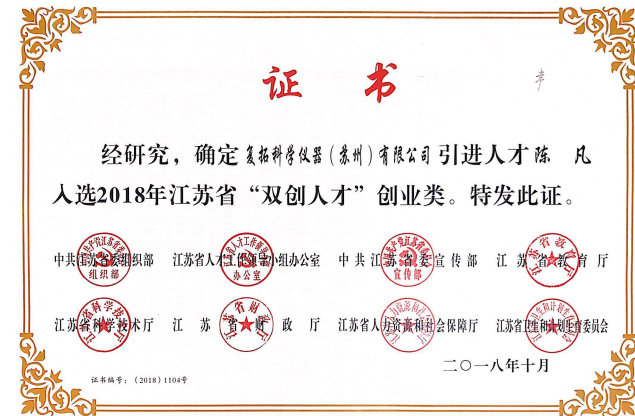
# 公司概况

- » 投入263万元研发，有300+平米办公场地
- » 10名研发人员，17年底社保人数4人
- » 知识产权布局：19项核心专利+3项软件著作权
- » 2018年目前为止350多万订单

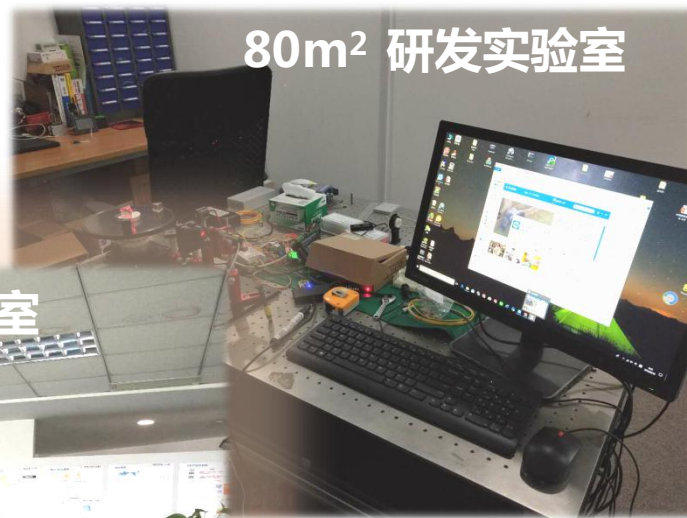
- ◎ 2016/12 获常熟市创业领军人才（180万元）
- ◎ 2017/5 “产、学、研”基地挂牌（上海交大）
- ◎ 2017/9 江苏省“民营科技型企业”
- ◎ 2017/07 “苏州最具潜力投资价值企业”
- ◎ 2017/10 ISO9001研发管理、技术服务体系导入
- ◎ 2017/12 入选江苏省双创计划-- 双创博士（20万元）
- ◎ 2017/12 姑苏创业领军人才计划重点项目（200万元）
- ◎ 2018/04 研发产品获第46届日内瓦国际发明展金奖
- ◎ 2018/06 江苏省高新技术企业（已经培育入库）
- ◎ 2018/10 “江苏省双创人才”计划重点项目

2019-8-23

超高灵敏度光波导生物分子  
相互作用仪

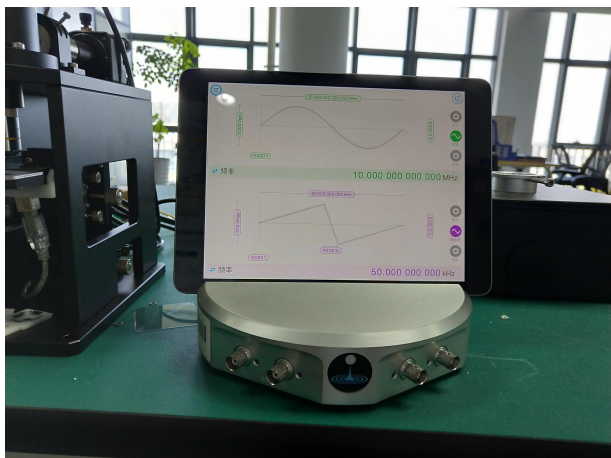


# 研发及办公场地



# 研发平台

## 12合一光信号处理平台



## 波导腔干涉测量



## 空间光调制器



## 波导腔加工系统4''



## 光学检测

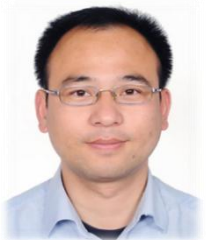


## 3D增材打印、激光打标



# 核心团队

## 创立股东



**陈凡**

**总经理**

光学博士、高工  
12年企业管理



**曹庄琪**

**首席技术专家**

教授、博导  
国务院特殊津贴  
40年研究经验



**汪燕**

**人事总监**

教育学硕士  
12年人事法务经验



**陈险峰**

**技术顾问**

**万人计划、杰青**

特聘教授  
25年研究经验



**刘敏玲**

**产品总监**

生化博士  
9年产品开发经验



**张瑾**

**财务总监**

会计学本科  
10年财务管理



**陈小林**

**技术总监**

硕士  
10年开发经验



**王旭成**

**市场总监**

光电博士  
8年仪器仪表经验

**平均年龄38岁  
工作年限17年**

## 团队显著优势：

- 结构合理的创业团队：**万人计划、国务院特殊津贴专家**、销售与财务精英构成
- 专业上优势互补：光机电、生物化学专业
- 核心骨干持股

# 个人简介



**陈凡**  
博士、高工

## -----教育情况-----

- **2003-2006** 上海交通大学物理系光子所，博士  
研究方向：光波导精密测量  
导师：曹庄琪教授
- **2011/5-8** 中欧国际工商学院（CEIBS），EDP  
高层企业管理

## -----工作经历-----

- 2006-2007 通用电气（GE）中国技术中心  
高级工程师，项目经理  
致力于生物相互作用仪应用开发
- 2007-2014 菲尼萨光电通讯（上海）有限公司  
高级研发经理  
创建了光学产品研发部
- 2014-2016 风妥莱博精密仪器（香港）有限公司  
总经理  
致力于光学检测仪器市场拓展



**FINISAR**



# 工作成果



创建了一流研发中心  
(10博士、30硕士)

发明专利授权16项  
美国10项、中国6项  
(共申请24项)

10项产品量产  
产值1.5亿美元

18篇SCI论文  
2次特邀报告

## 美国专利已授权

(12) **United States Patent**  
Chen et al.



(10) Patent No.: **US 8,818,193 B2**  
(45) Date of Patent: **Aug. 26, 2014**

(54) **MULTICHANNEL TUNABLE OPTICAL DISPERSION COMPENSATOR**

(56) **References Cited**  
U.S. PATENT DOCUMENTS

Inventors: **Fan Chen**, Shanghai (CN); **Yongkang Hu**, Shanghai (CN); **Zhenli Wen**, Shanghai (CN); **Dongshen Han**, Zhushu (CN); **Fahua Luo**, Shanghai (CN); **Kevin Dapeng Zhang**, Fremont, CA (US)

5,339,451 A \* 10/1994 Ohtani et al. 359,283  
7,170,661 B2 \* 1/2007 Chappone et al. 359,222  
2001/0021033 A1 \* 9/2001 Colbourne et al. 359,161  
2002/0044414 A1 \* 4/2002 Ogawa et al. 359,139  
2003/013447 A1 \* 1/2003 Du et al. 359,161  
2003/0178914 A1 \* 8/2003 Ogawa et al. 310,711  
2003/0218727 A1 \* 11/2003 Iyken et al. 377,922  
2006/0133817 A1 \* 6/2006 Xie 398,161

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 829 days.

Primary Examiner — Darren E Wolf  
(74) Attorney, Agent, or Firm — Muschoff Brennan

(21) Appl. No.: **12/569,134**

(57) **ABSTRACT**

(22) Filed: **Sep. 29, 2009**

An embodiment of the invention includes a tunable optical dispersion compensator (TODC) comprising a first beam displacer on an optical path, wherein the first beam displacer separates an optical signal into a first beam and a second beam, and one or more polarization beam splitters on the optical

## 美国专利已授权

(12) **United States Patent**  
Chen et al.



(10) Patent No.: **US 8,786,937 B2**  
(45) Date of Patent: **Jul. 22, 2014**

(54) **DUAL-POLARIZATION QPSK DEMODULATOR**

(56) **References Cited**  
U.S. PATENT DOCUMENTS

Inventors: **Fan Chen**, Shanghai (CN); **Fahua Luo**, Shanghai (CN); **Haijing Li**, Shanghai (CN); **Kevin Dapeng Zhang**, Fremont, CA (US)

6,134,031 A \* 10/2000 Nishi et al. 359,115  
6,990,938 B2 \* 5/2005 Zhao 359,489,037  
7,173,703 B2 \* 2/2007 Du et al. 359,256  
7,529,490 B2 \* 5/2008 Hoshida 398,207  
7,600,394 B2 12/2010 Hoshida  
2010/0245037 A1 9/2010 Yamamoto  
2011/0191994 A1 1/2011 Fraken  
2012/0090951 A1 \* 2/2012 Mikami 398,655

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 214 days.

FOREIGN PATENT DOCUMENTS  
CN 1815930 A 8/2006  
OTHER PUBLICATIONS  
European Search Report mailed May 2, 2012 for related European Patent Application No. EP 12 15 4765.

(21) Appl. No.: **13/594,548**

\* cited by examiner  
Primary Examiner — Daniel Petkovsek

(22) Filed: **Nov. 28, 2011**

\* cited by examiner

(65) **Prior Publication Data**  
US 2012/0202521 A1 Aug. 16, 2012

## SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

**Concentric Circular Grating Trapping of Nanoparticles in an Optofluidic Chip**

Received: 23 November 2013  
Accepted: 01 August 2014  
Published: 23 August 2014

Hailong Dai<sup>1</sup>, Zhuangqi Cao<sup>1</sup>, Yuxing Wang<sup>1</sup>, Honggen Li<sup>1</sup>, Minghuang Sang<sup>1</sup>, Wen Yuan<sup>1</sup>, Fan Chen<sup>1</sup> & Xiaodong Deng<sup>1</sup>

Due to the field enhancement effect of the hollow-core metal-cladded optical waveguide chip, massive nanoparticles in a solvent are effectively trapped via exciting ultrahigh-order modes. A concentric ring structure of the trapped nanoparticles is obtained since the excited modes are omnidirectional at small incident angle. During the process of solvent evaporation, the nanoparticles remain well trapped since the excitation condition of the optical modes is still valid, and a concentric circular grating consisting of deposited nanoparticles can be produced by this approach. Experiments via scanning electron microscopy, atomic force microscopy and diffraction of a probe laser confirmed the above hypothesis. This technique provides an alternative strategy to enable effective trapping of dielectric particles with low-intensity nonfocused illumination, and a better understanding of the correlation between the guided modes in an optical waveguide and the nanoparticles in a solvent.

## Nanoscale displacement measurement in a variable-air-gap optical waveguide

Fan Chen,<sup>1</sup> Zhuangqi Cao, Qishun Shen, and Xiaodong Deng  
Department of Physics, Shanghai Jiao Tong University, 800 Ding Chuan Road, Shanghai 200240, People's Republic of China

Bimeng Duan, Wen Yuan, Minghuang Sang, and Shengqiang Wang  
Department of Physics, Jiangsu Normal University, Xuehu Road 20027, People's Republic of China  
(Received 10 May 2005; accepted 28 March 2006; published online 19 April 2006)

Instead of analyzing the fringe shift that was recently developed by us to detect slight displacement, an alternative approach by monitoring changes in the intensity of the light reflected from a variable-air-gap optical waveguide is presented in this work. Owing to the sensitive feature of the ultrahigh-order modes, a 1.7 nm resolution of displacement measurement is demonstrated without any complicated optical interference system and servomechanisms. © 2006 American Institute of Physics. [DOI: 10.1063/1.2197934]

In the past 20 years, the need for high-precision measurement of displacement has increased very rapidly. Nanoscale transduction techniques have been investigated for detecting minute displacement.<sup>1–4</sup> As one of the commonly used displacement measurement techniques, interferometer method usually suffers from a relatively complicated optical

detected with a photodiode by averaging of output signal. As expected, the guided modes of the SMCOW are manifested themselves by a series of absorption dip in the so-called ATR spectrum. We select a favorable reflection dip and fix the operation angle just located near the midpoint of its fall-off, as seen in Fig. 2. As soon as applying a dc voltage on the

2017/414

Dr. Fan Chen - Google Scholar Citations



**Dr. Fan Chen**  
PhotonLabs  
Optics

**Google Scholar**  
Citation indices All Since 2012  
Citations 80 50  
h-index 5 4  
i10-index 4 2

Title 1–17

Cited by Year

**Optical approach to angular displacement measurement based on attenuated total reflection**  
F Chen, Z Cao, Q Shen, Y Feng  
Applied optics 44 (26), 5393-5397  
24 2005

**Picometer displacement sensing using the ultrahigh-order modes in a submillimeter scale optical waveguide**  
F Chen, Z Cao, Q Shen, X Deng, B Duan, W Yuan, M Sang, S Wang  
Optics express 13 (25), 10061-10065  
19 2005

**Determination of trace chromium (VI) using a hollow-core metal-cladding optical waveguide sensor**  
Y Wang, M Huang, X Guan, Z Cao, F Chen, X Wang  
Optics express 21 (25), 31130-31137  
12 2013

**Nanoscale displacement measurement in a variable-air-gap optical waveguide**  
F Chen, Z Cao, Q Shen, X Deng, B Duan, W Yuan, M Sang, S Wang  
Applied physics letters 88 (16), 161111  
10 2006

**Determining the phases of the semidiurnal temperature and pressure oscillations by the cross-correlation equilibrium method**  
F Chen, S Wu, S Fan, J Luo  
Measurement Science and Technology 14 (5), 619  
7 2003

**Effect of nonparallelism of guiding air-liquid layers on the reflection dip in attenuated total reflection**  
Y Feng, Z Cao, Q Shen, F Chen  
Applied optics 46 (1), 58-60  
4 2007

**Concentric Circular Grating Generated by the Patterning Trapping of Nanoparticles in an Optofluidic Chip**  
H Dai, Z Cao, Y Wang, H Li, M Sang, W Yuan, F Chen, X Chen  
Scientific reports 6  
1 2016

Narrow band optical filtering using cones. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2014.141>

M Wang, M Tang, M Optics & Photonics

## 超高灵敏度光波导生物分子相互作用仪

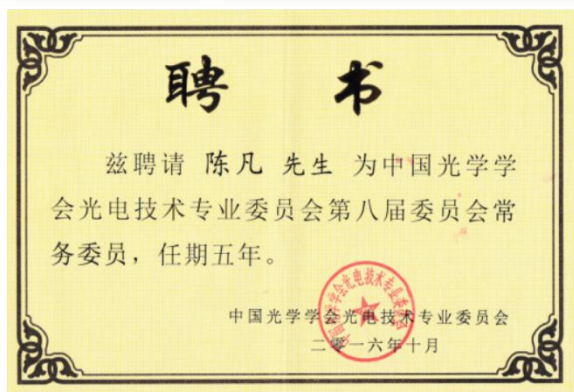
# 获奖与专业

## 荣誉

2009	Outstanding Award	10年仅三人
2010	上海“浦东新区科技创新英才”	首批
2012	中国国际传感器大赛	优秀奖
2016	常熟市科技创业领军人才	
2017	Olion中国光电精英赛	优秀奖
2017	江苏省双创博士	
2017	苏州姑苏人才计划	B类
2018	第46届日内瓦国际发明展	金奖

## 社会兼职

2015	中国仪器仪表学会光机电与系统集成分会	理事
2015	中国光学学会光电专委会	常委
2013	光学杂志AO, OE 《光学技术》	审稿人
2016	美国光学学会	会员
2012	美国项目管理协会PMI	项目管理专家 PMP

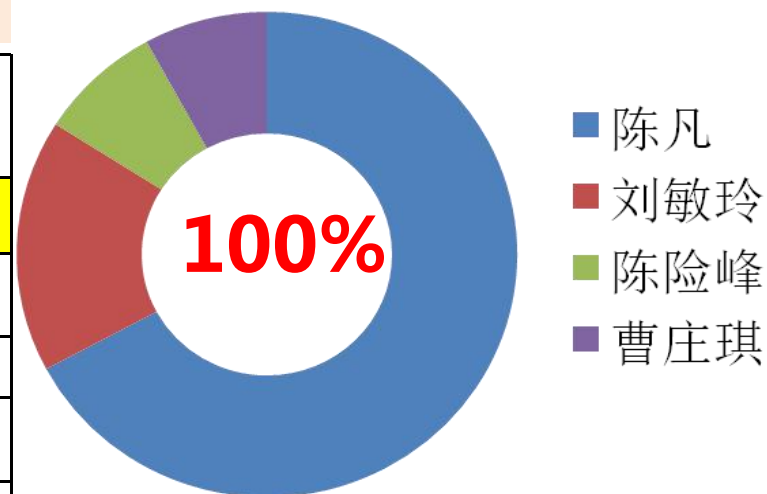


# 股权结构

- 注册资本**1000万元**
- 实收资本**200万元**

股东名称	认缴 (万元)	实收资金 (万元)	货币出资 (万元)	持股 比例
陈凡	672.00	134.40	134.40	67.2%
刘敏玲	168.00	33.60	33.60	16.8%
陈险峰	80.00	16.00	16.00	8.0%
曹庄琪	80.00	16.00	16.00	8.0%
合计股权				100%

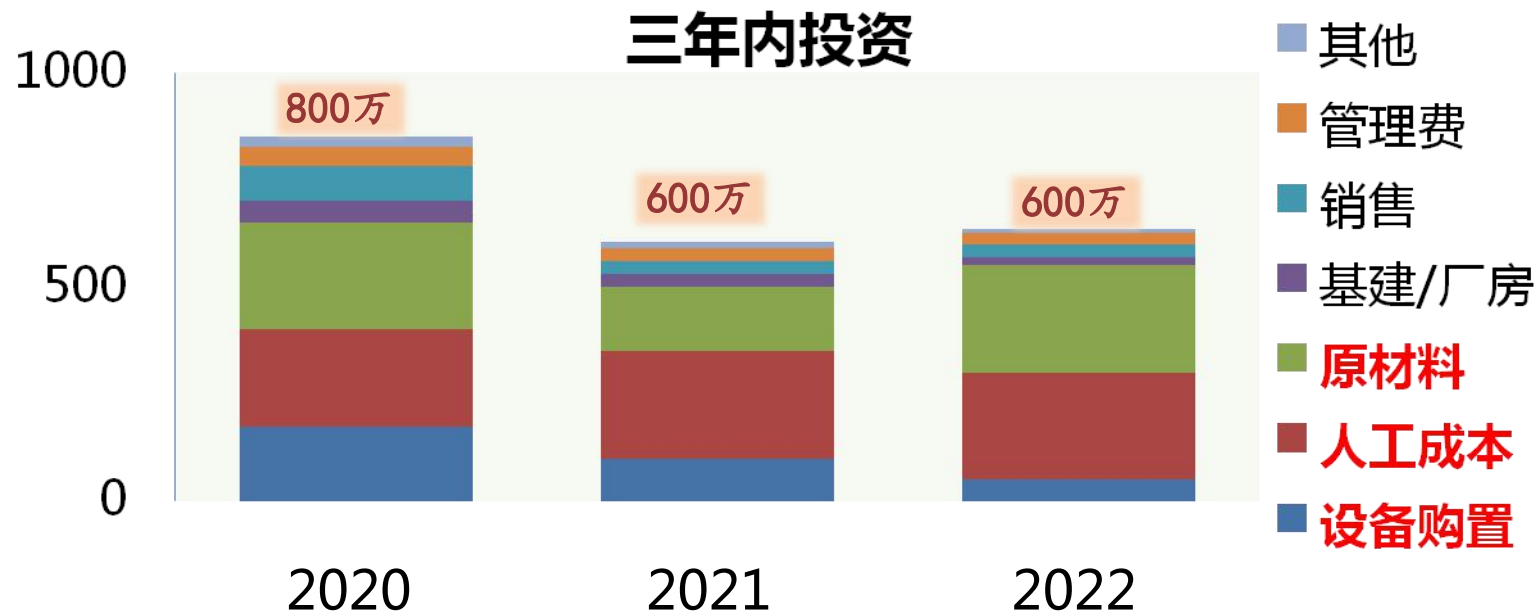
股权比例



- 创始人绝对控股
- 新的股权激励1年内将实施，留人留心！

# 三年投资计划

- 预估总投资**2000**万元



- 注册资本1000万元
- 2017苏州姑苏创业领军人才重点项目，200万元
- 2016常熟市科技创业领军人才B类，180万元支持

# 三年经济效益估计

## 科研院所客户

年度	销售收入	净利润	税收
第一年	1000	165	105
第二年	1500	246	125
第三年	2000	330	210
合计	4500	741	440

## 医药公司客户市场

年度	销售收入	净利润	税收
第一年	100	30	10
第二年	900	250	80
第三年	4000	1000	180
合计	5000	1280	270

**三年合计销售9500万元，预计2.5年收支平衡**

# 融资计划



- 首轮融资500万元，股权出让10%

# 媒体报道

## 光明网、江苏卫视城市频道、常熟电视台

光明网  
economy.gmw.cn

首页 > 经济频道 > 经济观察 > 正文

### 复拓科学仪器陈凡博士荣获日内瓦国际发明展金奖

2018-04-16 17:12 来源：光明网—经济频道

世界最具影响力的发明展——第46届日内瓦国际发明展于2018年4月11日至4月15日在瑞士的日内瓦国际会展中心举行。由复拓科学仪器（苏州）有限公司陈凡博士团队参展的“光波导生物分子相互作用仪”项目获国际专家评审团一致认可，并授予日内瓦国际发明展金奖（Gold Medal）。



国际评委会主席Dr. David TAJI给陈凡博士颁奖

光波导生物分子相互作用仪是一种超高灵敏度、能检测微米量级生物分子相互作用的光电设备，它是最理想研究和分析生物分子相互作用机理及分子结构与功能关系的检测仪器，可以帮助获得相互作用的动力学信息，它可广泛应用于蛋白质组学研究、癌症研究、新药研发、分子识别、免疫测定、疫苗开发。多年来，陈凡博士专注平面波导在传感领域的



2019-8-23

超高灵敏度光波导生物分子  
相互作用仪

# 地方支持

致谢：

- 2016年，第二批江苏省常熟创业领军人才计划, **180万**
- 2017年，第二批苏州市姑苏创业领军人才计划, **200万**
- 2017年，江苏省双创博士, **15+5万**

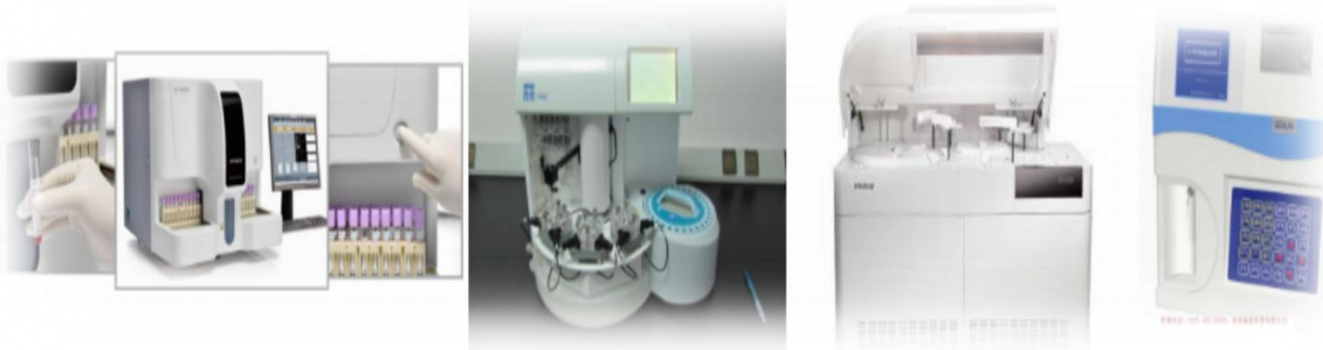
**共计资助经费：400万元整**

备份

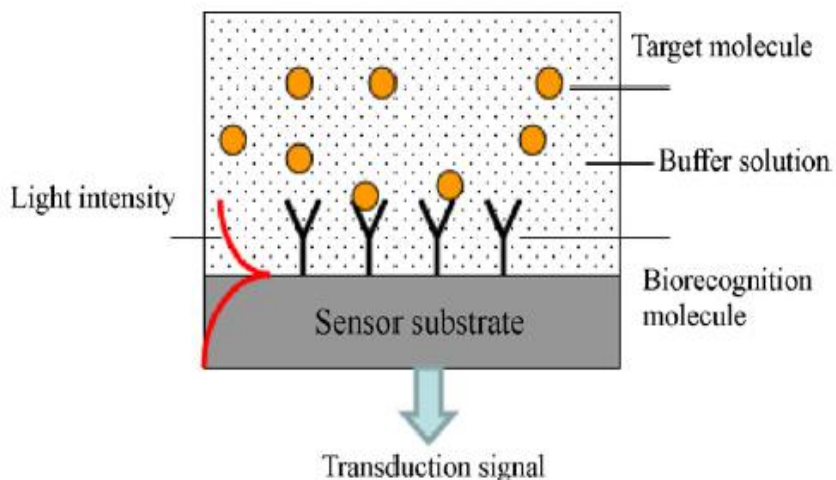
Backup

# 行业简介

- 生化分析仪是**医学临床、化学检测**必不可少的设备
- 全自动生化分析仪处于高速发展期



- 生物分子相互作用仪是生化分析仪的高端产品，**测量生物分子相互作用**！



## 应用场景非常广泛

- 生物分子之间相互作用测定
- 药物与生物分子反应的研究



# 竞争分析

## ● 主要生产商



美国GE BiaCore, 60%



美国PALL ForteBio, 15%



德国耶拿, 5%


## ● 与竞争对手产品比较\*

对比指标	复拓 BioPhoton	JENA BIAffinity	GE BIAcore	Fortebio Octet
技术平台	光波导	NA	SPR	膜干涉
折射率灵敏度	$>10^{-5}$	$<10^{-4}$	$<10^{-4}$	$<10^{-4}$
检测细胞尺寸	0-10 um	0.1-1um	0-0.2um	0-0.2um
折射率范围	1.0-1.8	1.33-1.50	1.33-1.40	1.33-1.50
操作	简便 无固相偶联	无固相偶联	复杂 固相偶联	复杂 固相偶联
价格	50万	150万	200~500万	180万

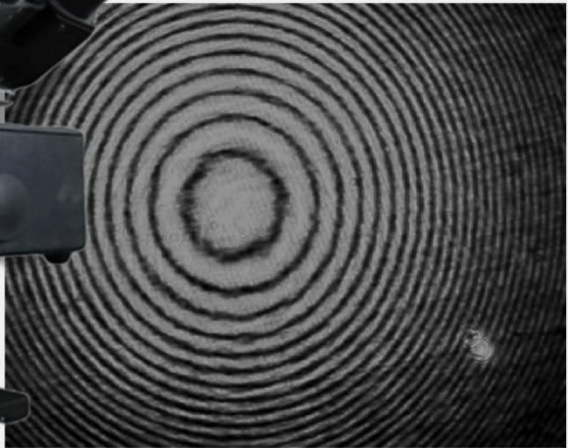
### 产品的四大优势：

- ✓ 样品大小提高50倍
- ✓ 折射率精度高10倍
- ✓ 售价仅为同类~1/3
- ✓ 操作简单

\*竞争技术参数来自：Sensitive optical biosensors for unlabeled target: A review ANALYTICACHIMICA ACTA 620 (2008)8-26



System  
光波导生物分子相互作用仪  
Waveguide BIA Sensor



PHOTON LABS  
Instruments Expert

General  
Wavelength: 6328 A Magnification: 10 X

Waveguide

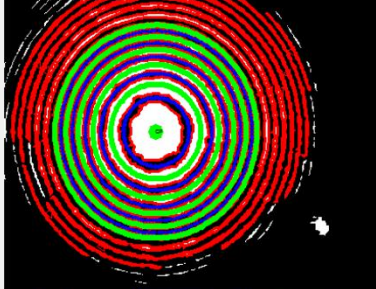
d0:	2000	Epsilon0:	3	0
d1:	370	Epsilon1:	-15	0
d2:	20000	Epsilon2:	2.25	0
d3:	500000	Epsilon3:	1.8	0
d4:	3000	Epsilon4:	-13	0
d5:	0	Epsilon5:	1.0	0
d6:	2000	Epsilon6:	1	0

Detectors

ImageType: RGB24\_1024x768  
Backlight Compensation: ON  
Bright: [Slider] Saturation: [Slider]  
Color Enable: ON Sharpness: [Slider]  
Contrast: [Slider] White Balance: [Slider]  
Hue: [Slider] Fringe\_Storage: Memory  
Gain: [Slider]  
Gamma: [Slider]  
Disk Logging File(\*.avi): [Text Box]

Te Mode  Tm Mode  Fix Epsilon  Fix Thickness  Fix All

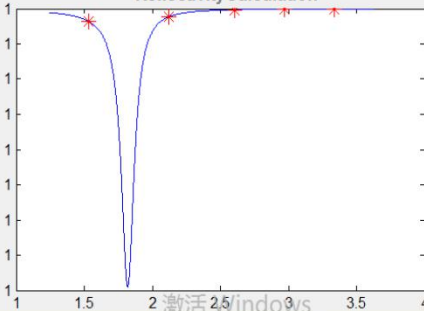
DataProcessing



<AngleInput m line orders ResultOutput->

1.5359	5	Approx. Range
2.1196		4.999999523163
2.6066		4.999999523163
2.9731		The Epsilon is
3.3384		4.999999523163

ReflectivityCalculation



OUTPUT

Start to analyze the interference fringes...

Status

Angle\_Before 请留意此处的状态更新!!! 2.2361

Angle\_Alter 请留意此处的状态更新!!!

## Applications:

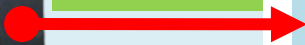
- Determination of the interaction btwn biomolecules
- DNA-protein and the interaction btwn the virus& host
- **Detection of drug and biological macromolecule reaction**

# 商业模式

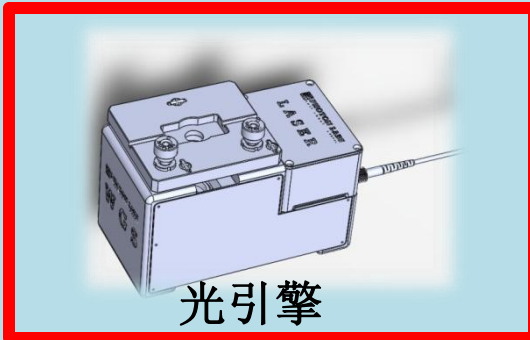
## 市场1：整机销售



光引擎



## 市场2：核心模块销售



光引擎

### 客户群：工业系统集成商



- 大量程折射率仪
- TAM: 10亿
- 工业品质检查



- 有毒气体探测仪
- TAM: \$10亿
- 合作: 山东惠工电气



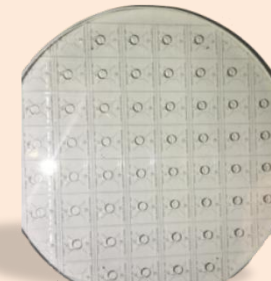
- 农药重金属残留仪
- TAM: ¥50亿
- 寻求合作!



- 尾气探测仪
- TAM: ¥20亿
- 合作: 敏通光电

超高灵敏度光波导生物分子相互作用仪

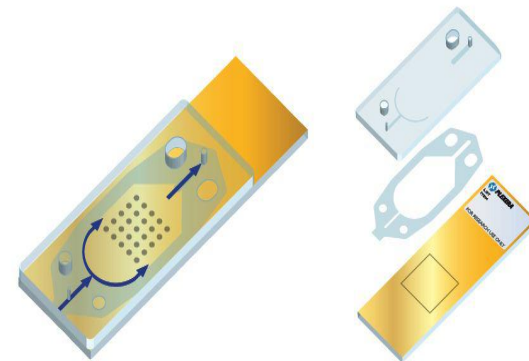
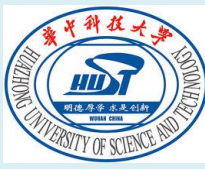
## 市场3：耗材及零部件维护



光波导生物芯片

### 客户群：所有设备用户

### 面向客户群：科研用户



# 经费投入与使用

- 股东投资**241.87万元**

(一) 项目资金筹措到位情况:

截止到2018年1月31日, 本项目已到账资金总额为331.87万元, 其中:

财政拨款	60万元
部门配套资金	30万元
股东投入	241.87万元

- 项目支出**263.33万元**

(二) 项目资金使用情况:

截止2018年1月31日, 本项目实际支出263.33万元, 其中:

人员费	5.22万元
设备购置费	27.78万元
能源材料费	70.39万元
差旅费	1.26万元
试验外协费	158.68万元
合计	263.33万元



复拓科学仪器（苏州）有限公司		
序号	固定资产名称	数量
1	4"单面光刻机	1
2	摆镜	1
3	激光打标机	1
4	显微镜	1
5	激光器	1
6	测控设备	5
7	工控机	1
8	主动隔震模块	1
9	联想台式电脑	4
10	联想笔记本电脑	4
11	3D打印机	1

# 市场拓展

2017/7 **生物分子测量平台会议（上海）**  
中科大生命科学学院

2017/8 **新产品发布会（光学大会生物光子学论坛）**  
中科院生物物理研究所  
上海交通大学MedX研究中心  
温州大学  
同济大学  
哈尔滨工业大学

2017/10 **中国国际光学仪器展OIT2017**

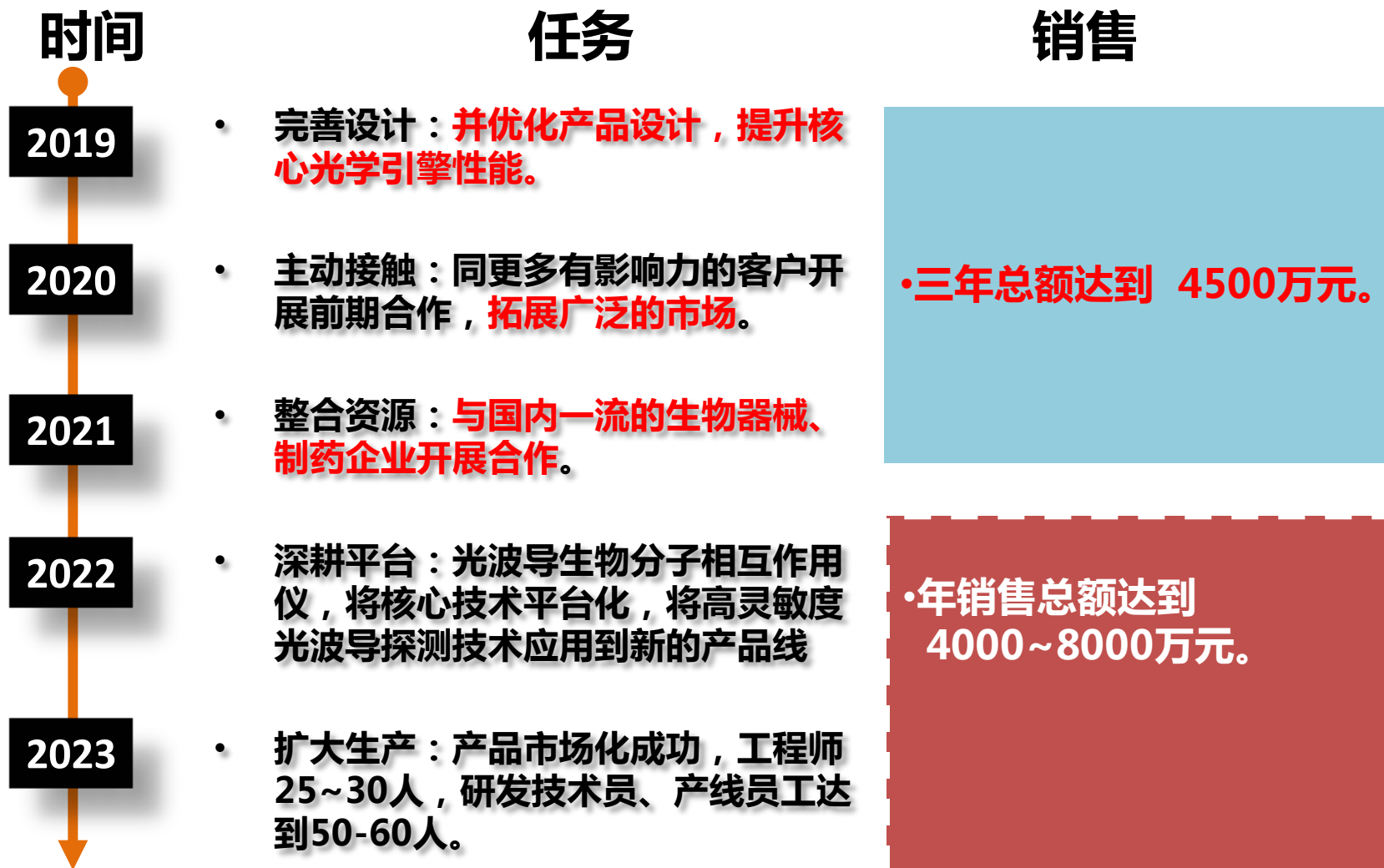
2018/3 **慕尼黑光电展**

2018/4 **瑞士日内瓦国际发明展**

2018/8 **中国光学大会**

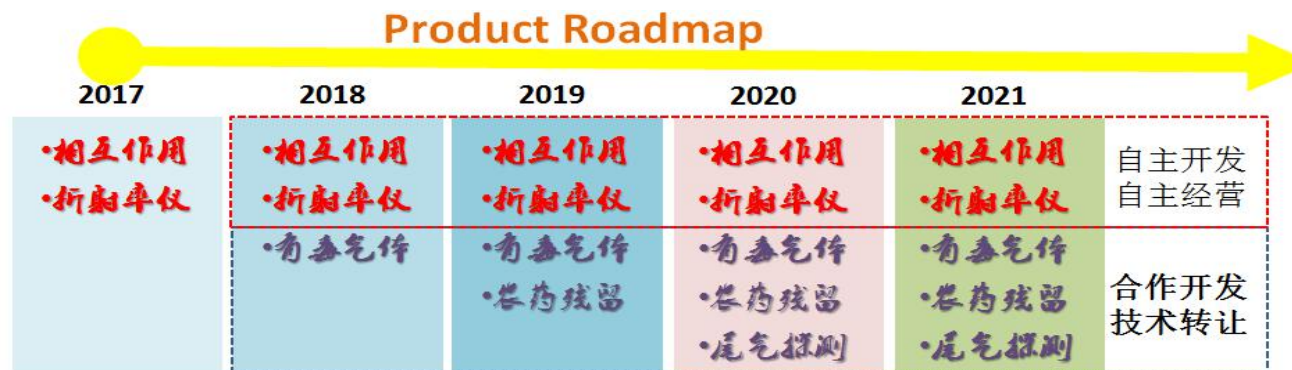


# 3年产业化目标



# 中长期规划

**研发：**建立中国生物大分子相互作用仪及其核心部件研发平台  
引进5名国内外知名研究专家，组建30人专业研发团队。



**生产：**现代化的生产线，60+人的生产团队。  
生产制度：完善生产规章制度满足规模现代化生产的需求。

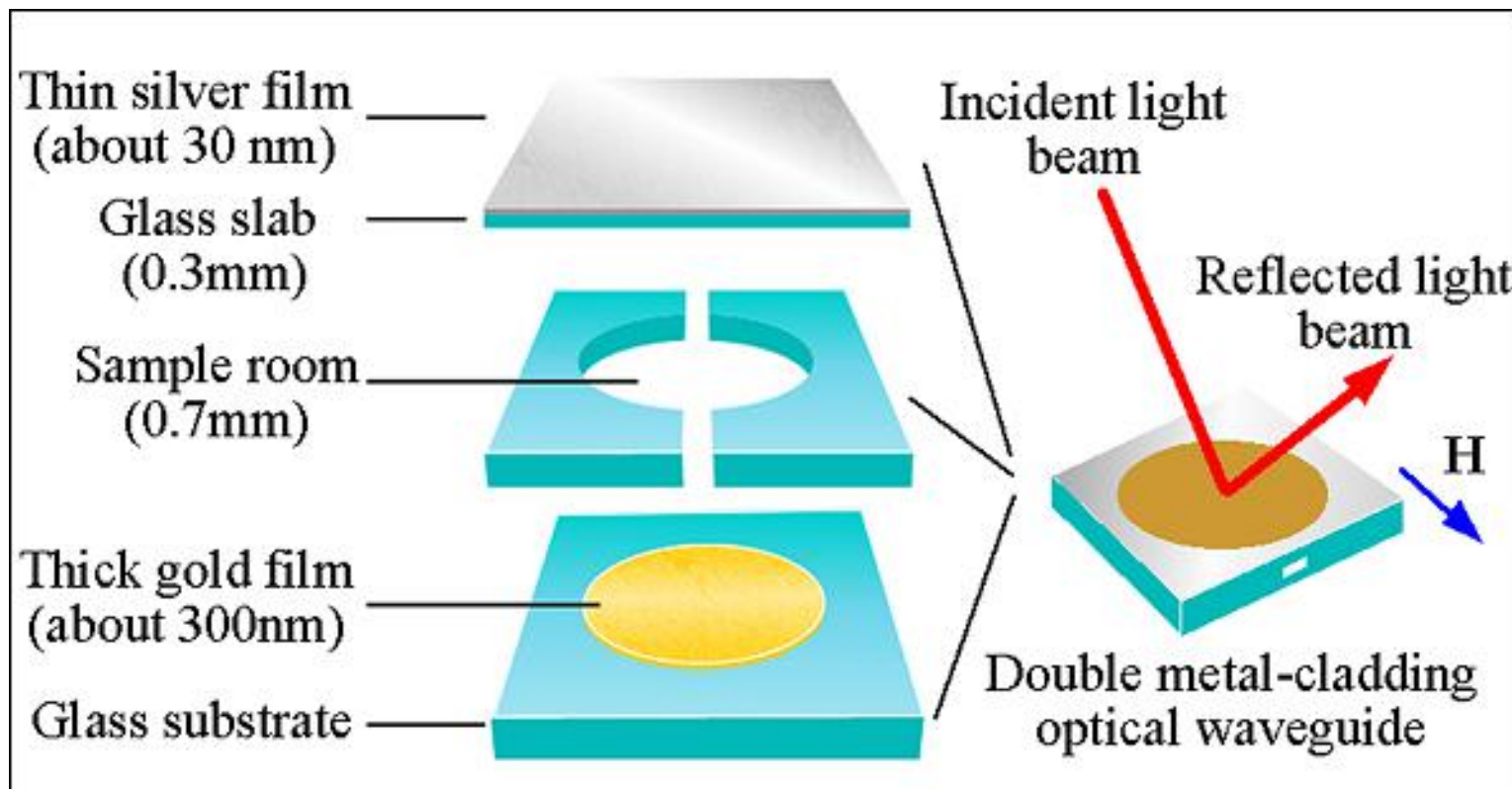
**销售：**年销售5000万元，利税达1500万元。  
销售团队：组建20人销售团队，成立大客户部，差异化销售。  
销售渠道：3个区域建立办事处。

**知识产权：**核心技术形成授权发明专利5件，累计申请专利超过50件。

# 空芯金属包覆波导原理及其应用

Lab of HCMW Chip

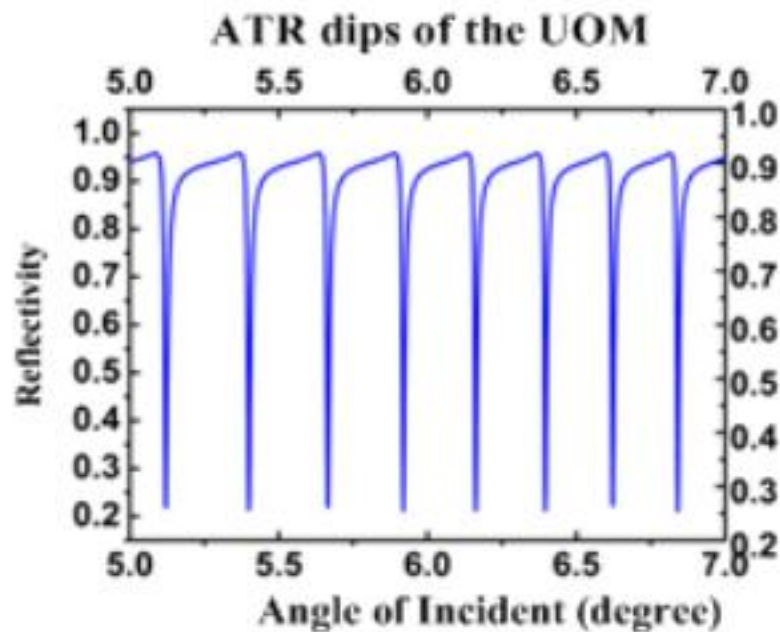
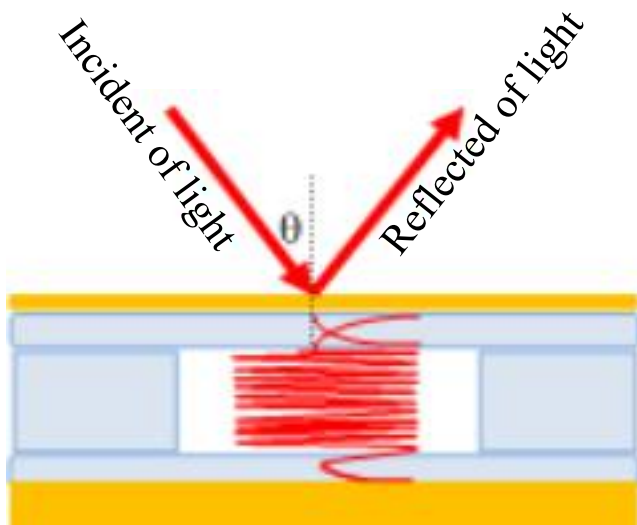
## 空芯金属包覆波导结构及特性



有效折射率  $0 < N < 1$

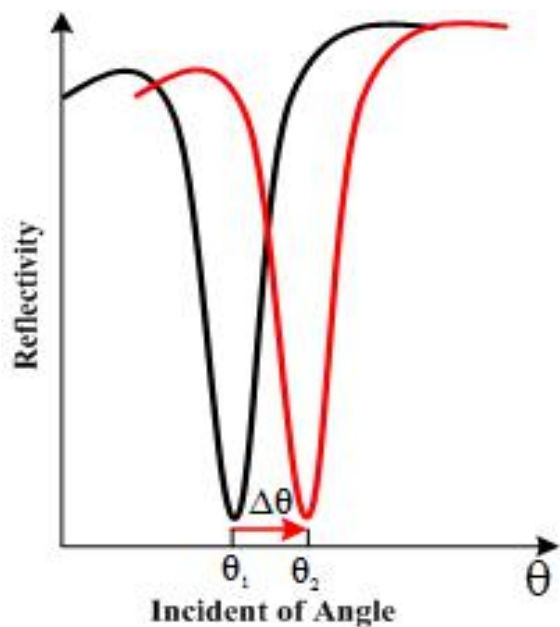
# 自由空间耦合

## 自由空间耦合技术

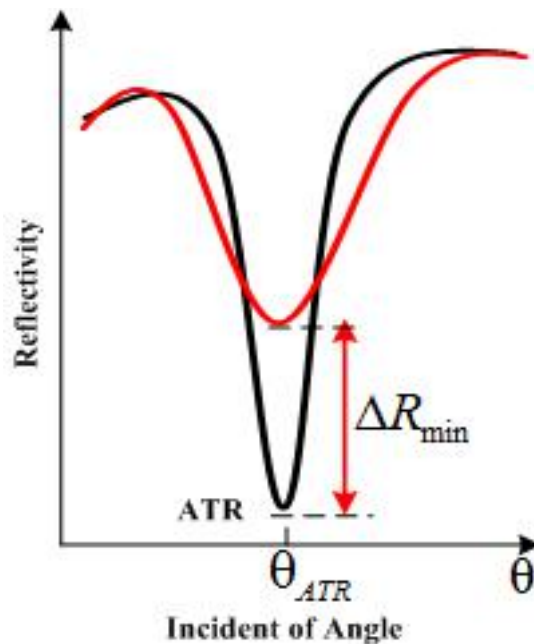


超高阶导模(UOM)

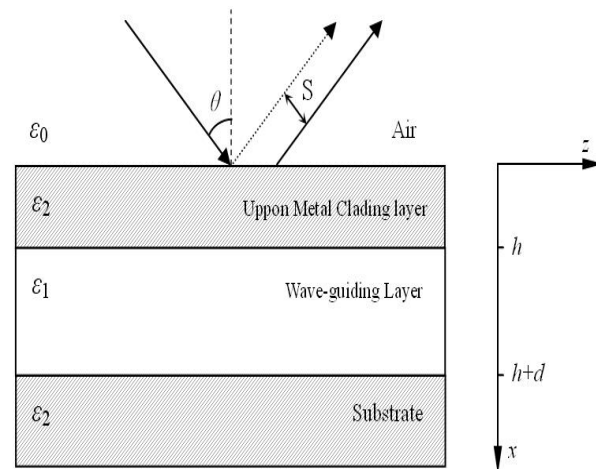
## 信号提取的三种方式



$$\Delta\theta_{ATR}$$

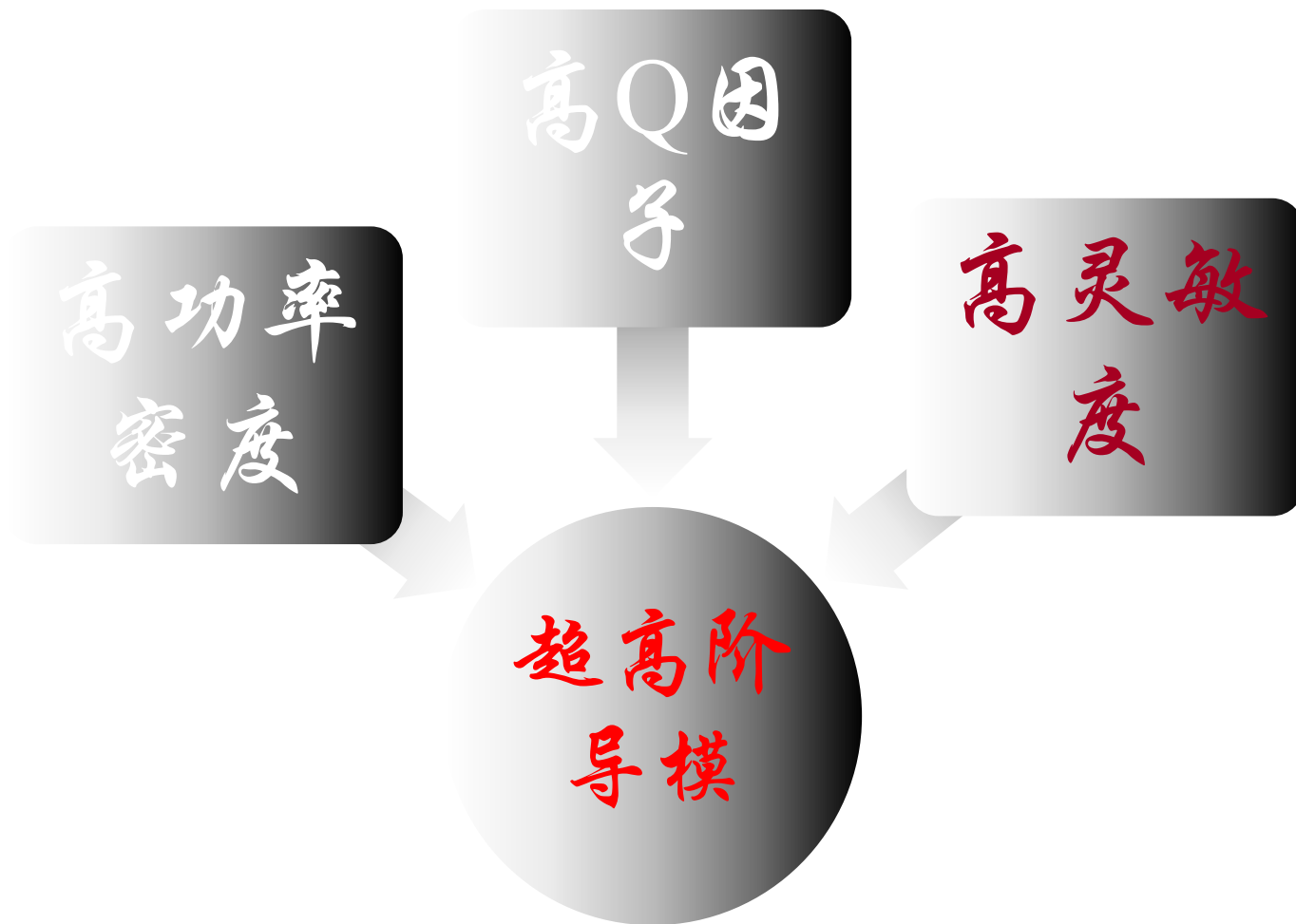


$$\Delta R_{min}$$



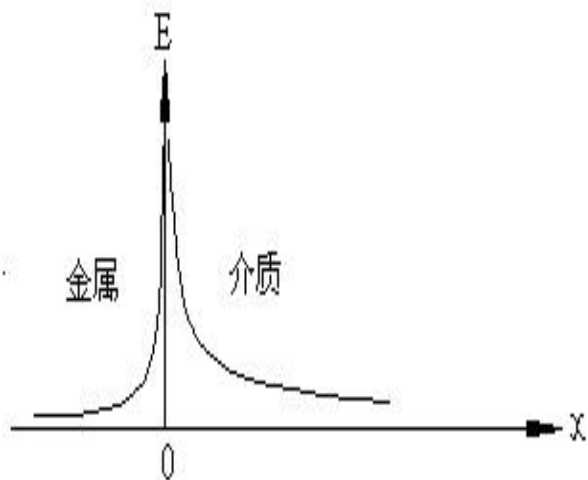
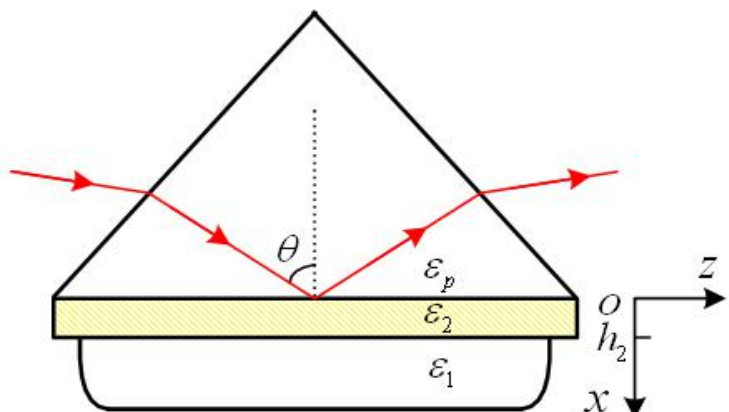
Goos-Hanchen 位移

# 超高阶导模

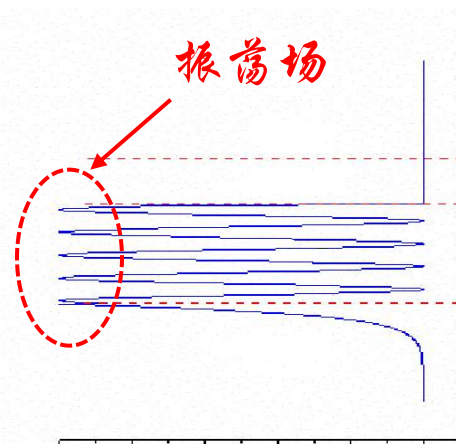
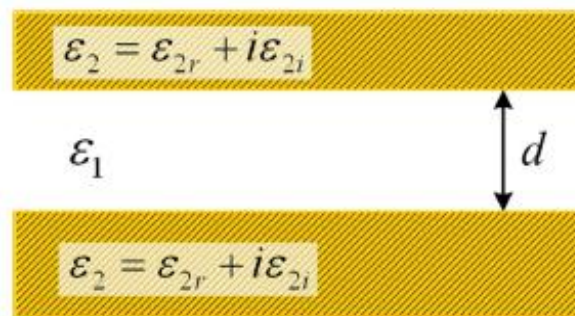


# 高功率密度

## 高功率密度



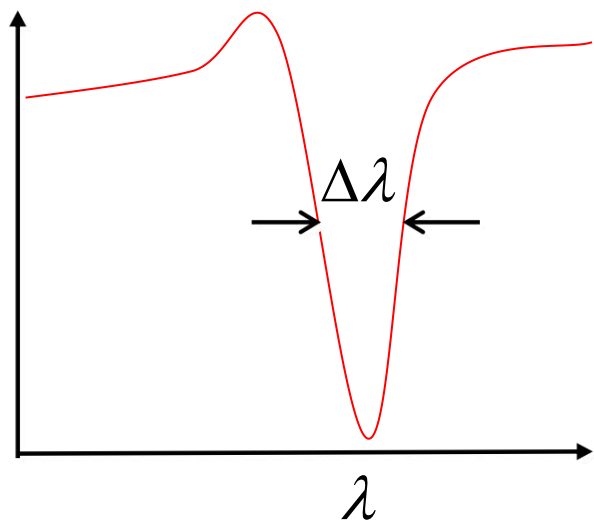
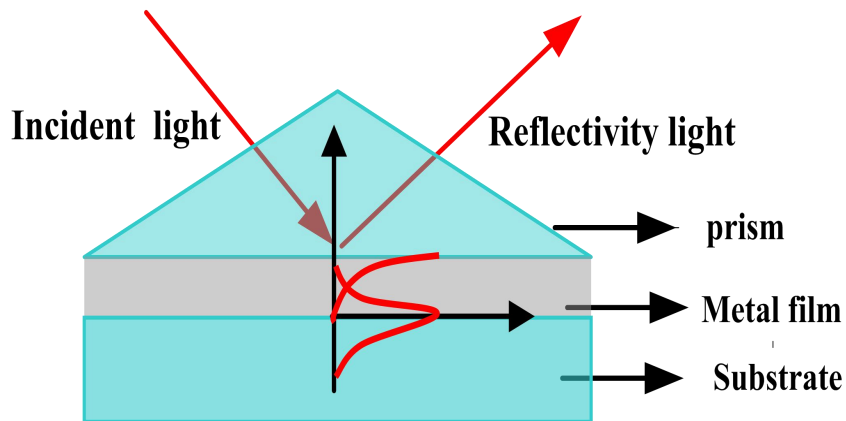
表面等离子(SPR)波导结构  
及场强分布



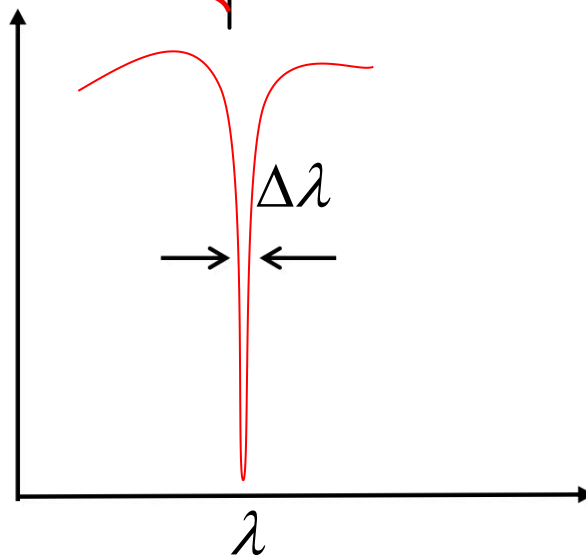
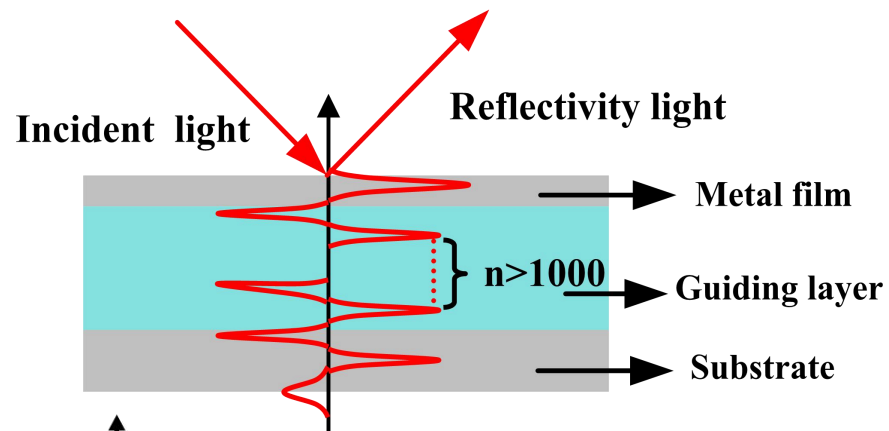
双面金属包覆波导结构  
及场强分布

# 高品质因子

## 高Q因子



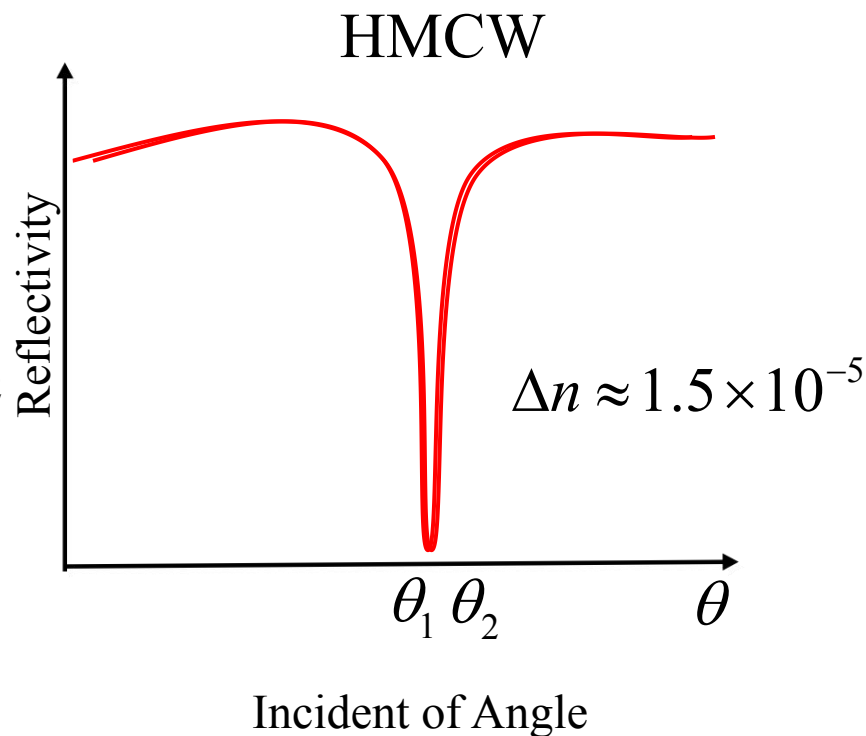
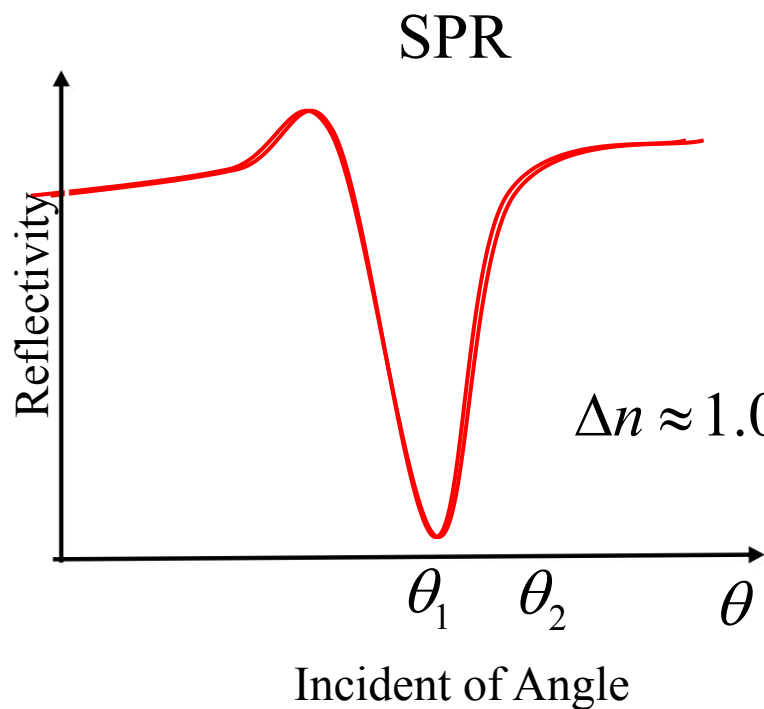
$$SPR : Q = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \approx 1$$



$$UOM : Q = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \approx 10^4$$

# 高灵敏度

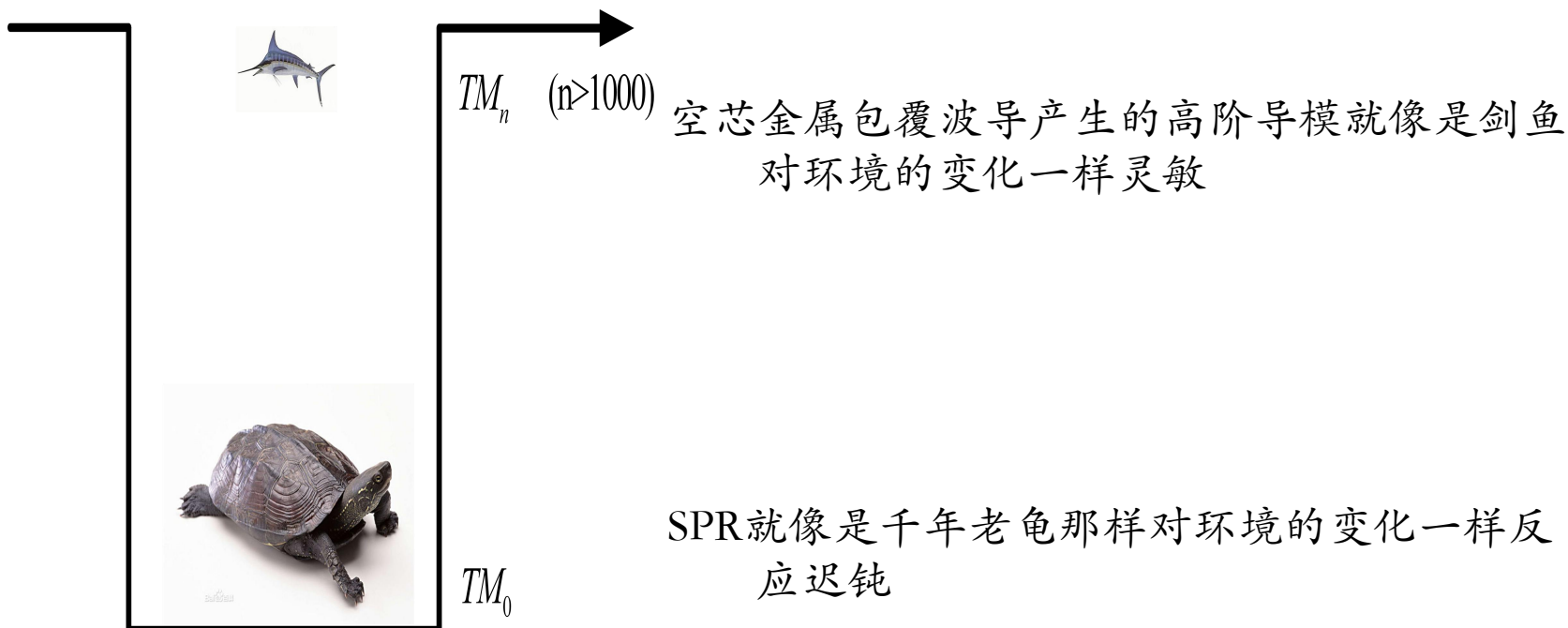
## 高灵敏度



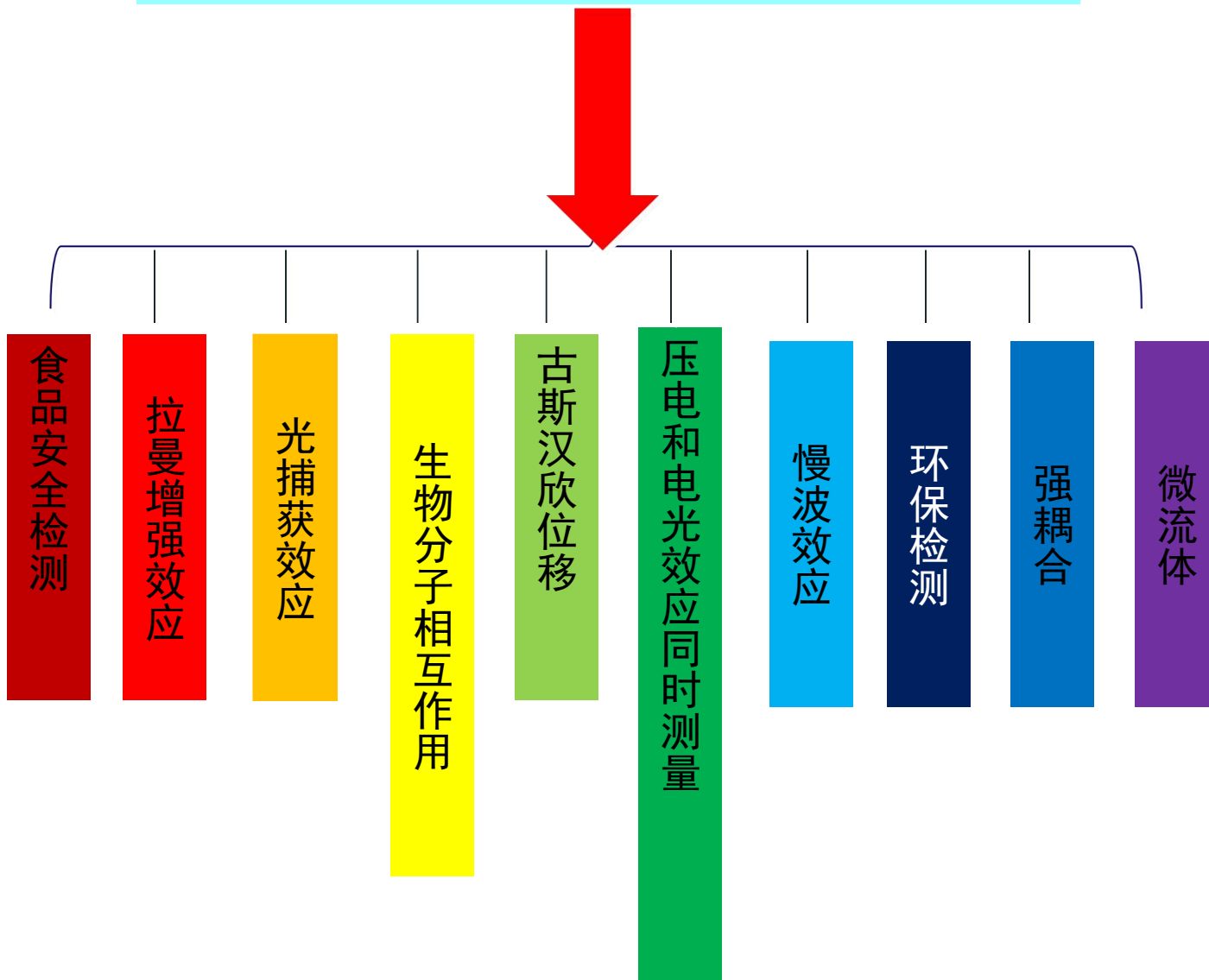
$$S = \frac{dN}{dn_j} = \frac{n_j}{N} \cdot \frac{P_j}{P_{total}}$$

$n_j$ ,  $P_j$ 分别为待测样品所在区域的折射率和光功率， $N$ 为有效折射率， $P_{total}$ 为导模总功率。

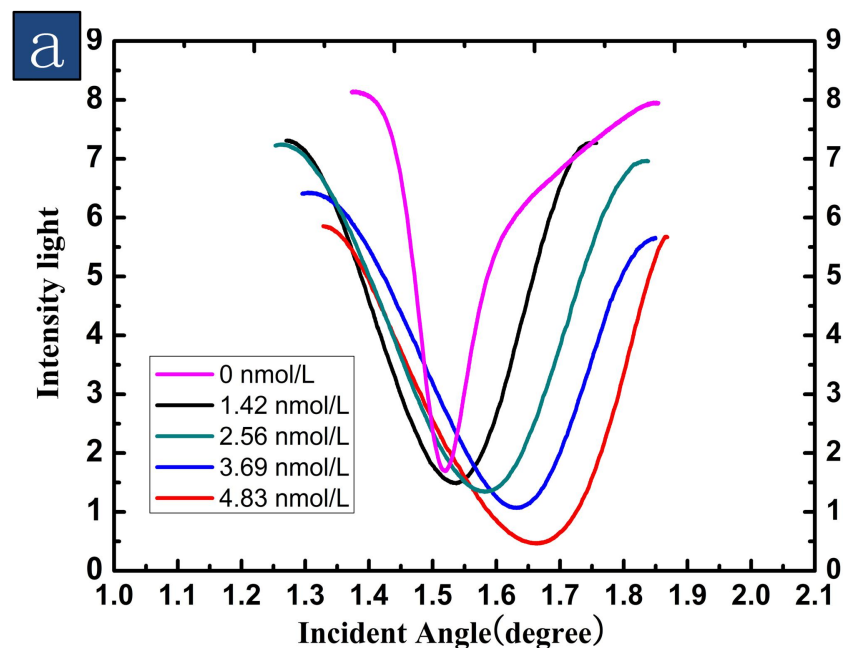
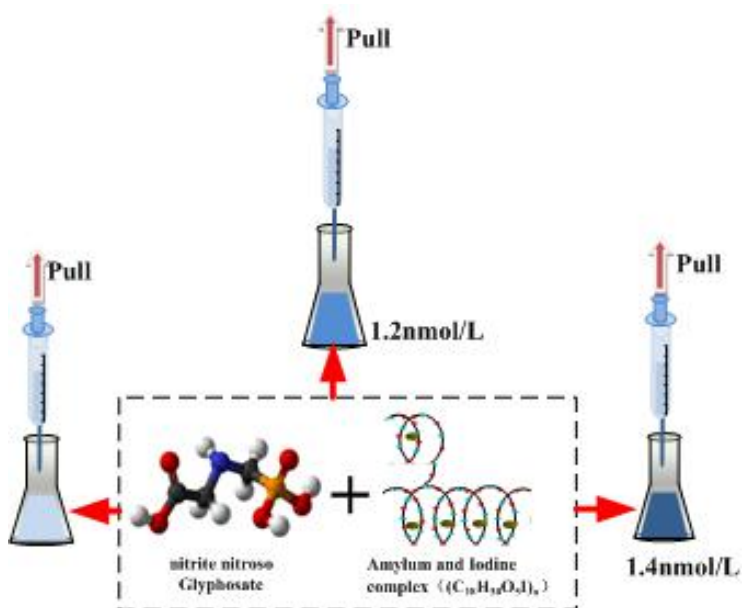
## SPR与空芯金属包覆波导的比较



## 空芯金属包覆波导的应用

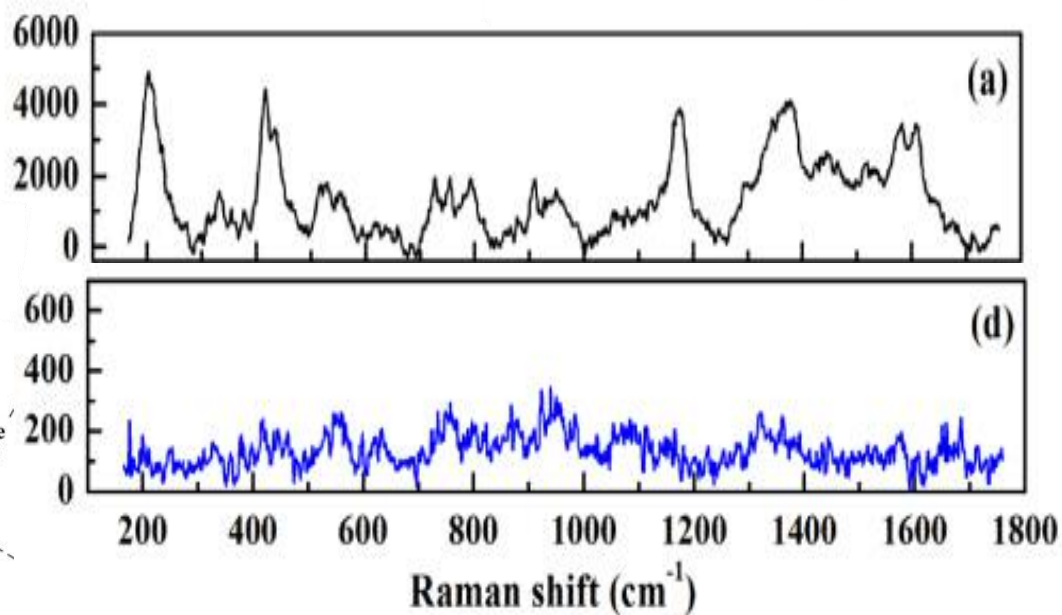
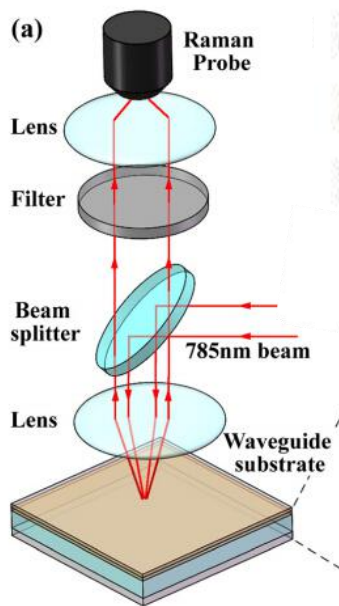


## 食品安全—草甘膦，六价铬检测



# 腔的拉曼增强

## 拉曼增强效应

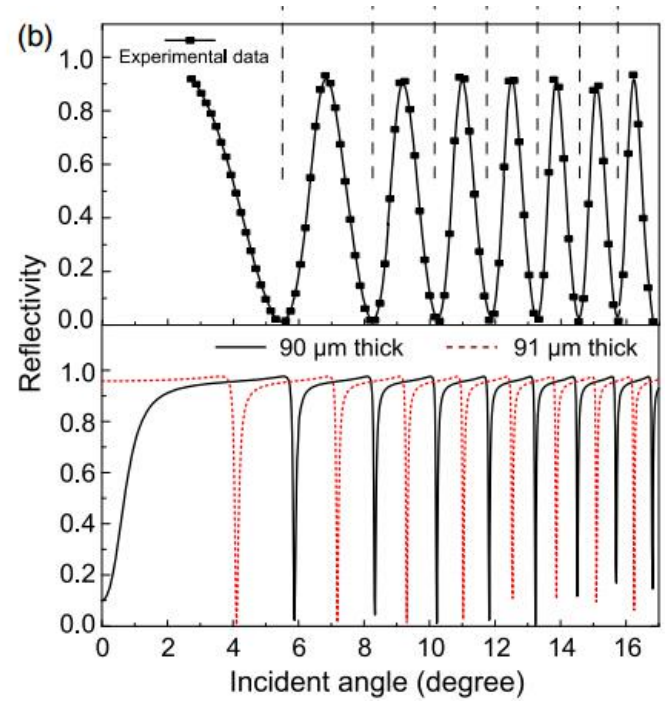
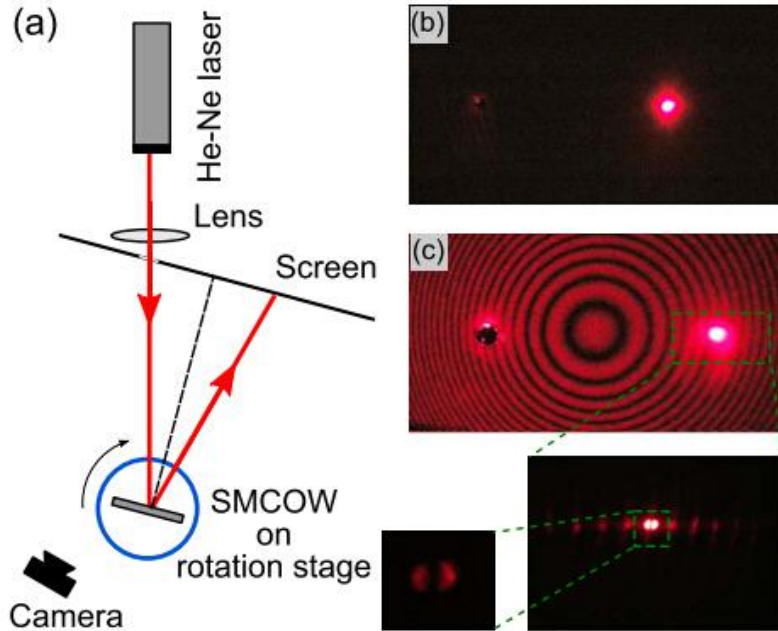


空心金属  
包覆波导

传统拉曼  
仪器测量

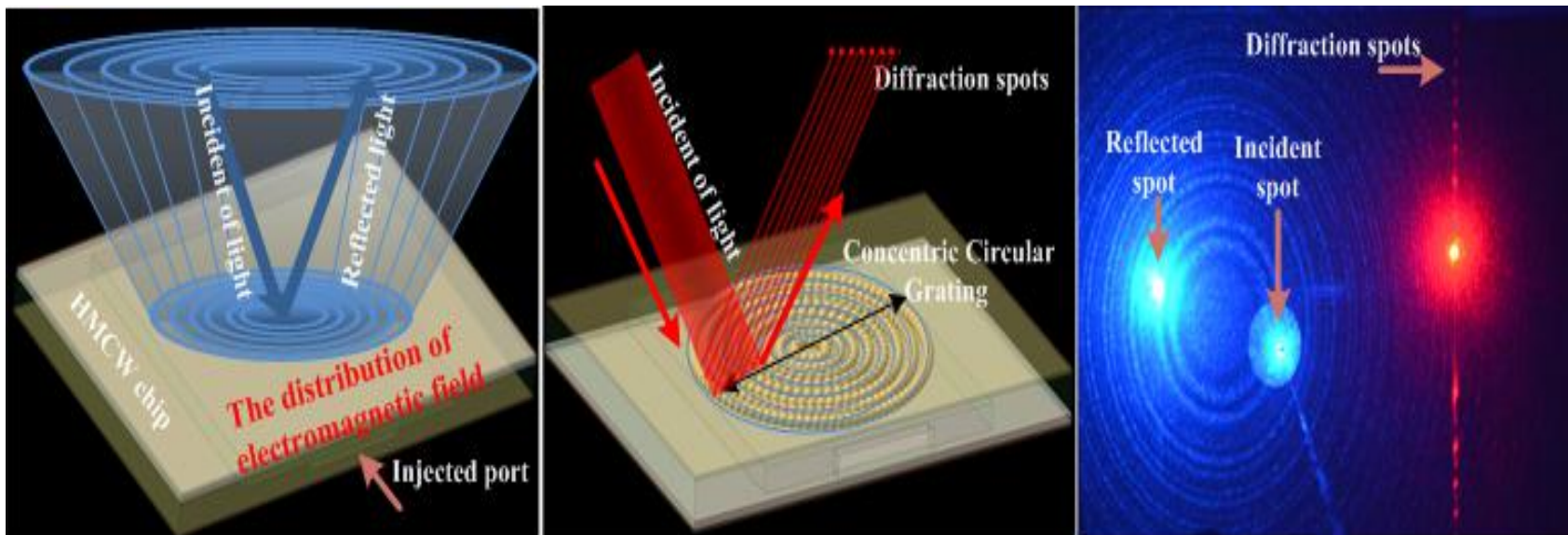
# 强耦合

## 强耦合



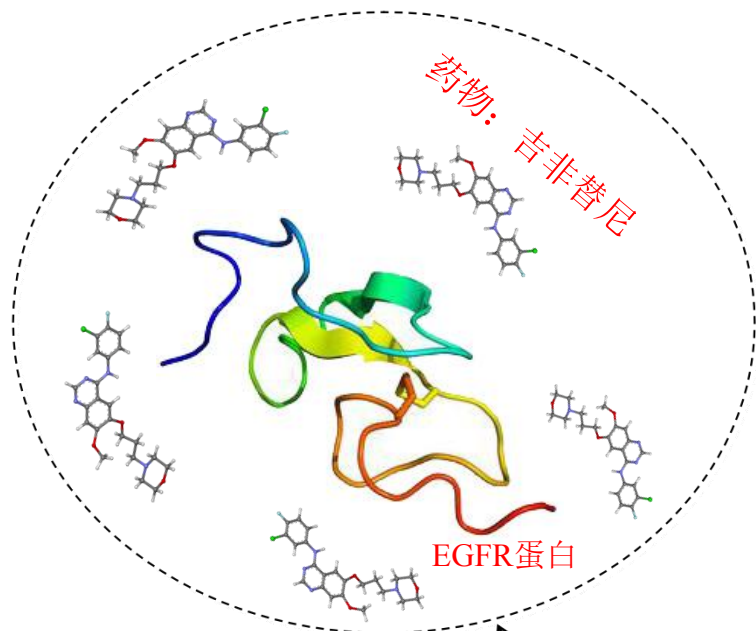
# 光捕获效应

光捕获效应（自组装光栅）

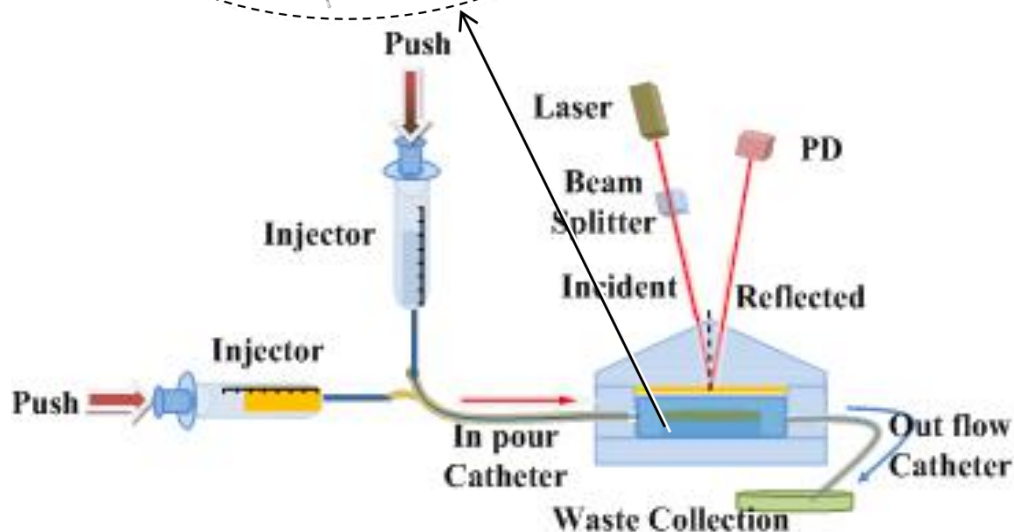
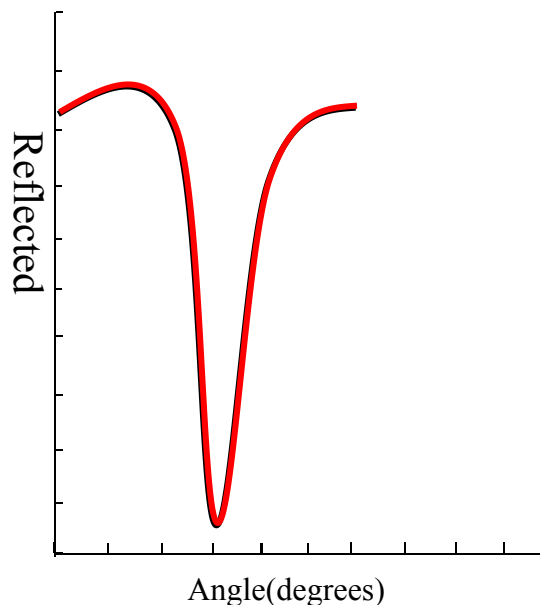


# 生物分子相互作用

## 生物分子相互作用—EGFR与药物结合

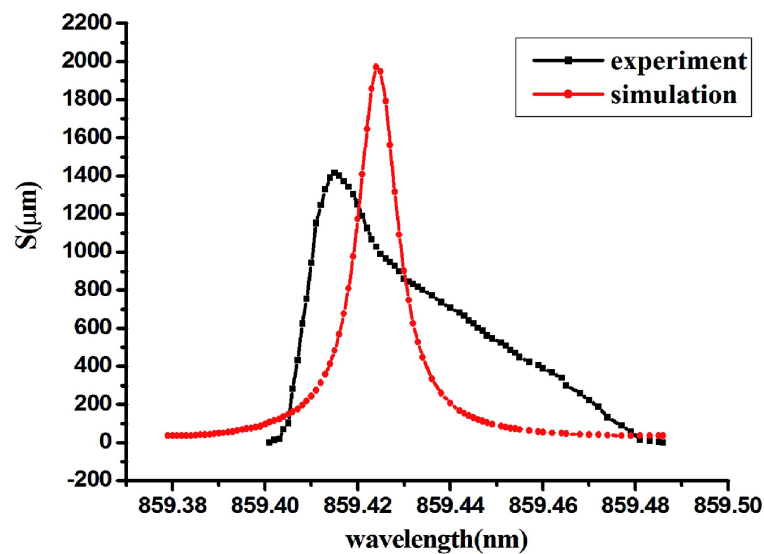
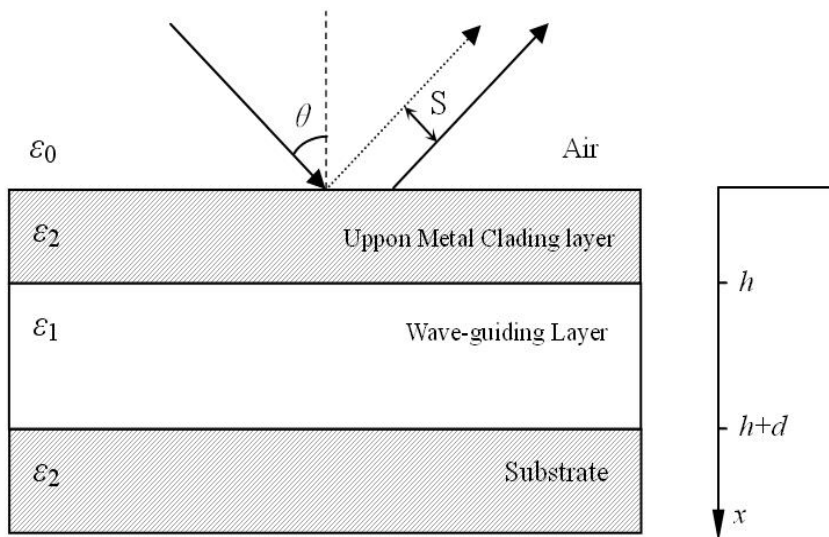


Observed at detector



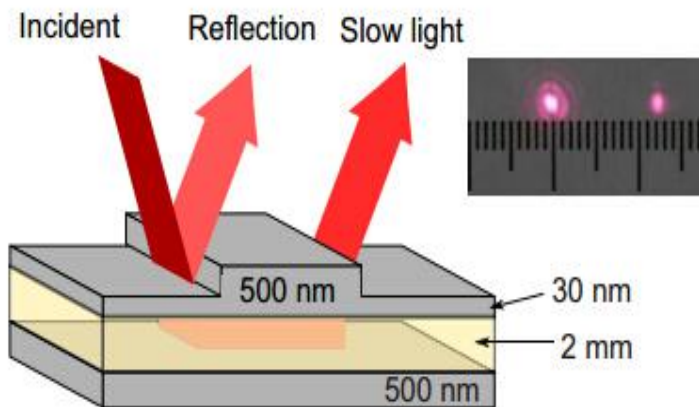
# 古斯汉欣位移

## Goos-Hanchen 位移的变化



# 慢波效应

## 慢波效应



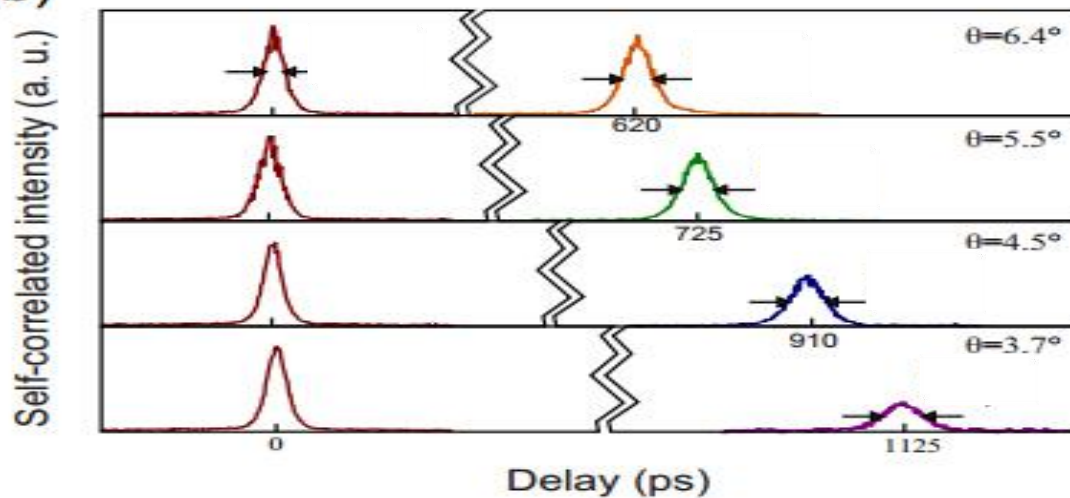
群速度:

$$v_g = \frac{C}{n_g} = \frac{n_{eff}}{n} \cdot \frac{C}{n + \omega \frac{dn}{d\omega}}$$

有效折射率  $n_{eff} \rightarrow 0$

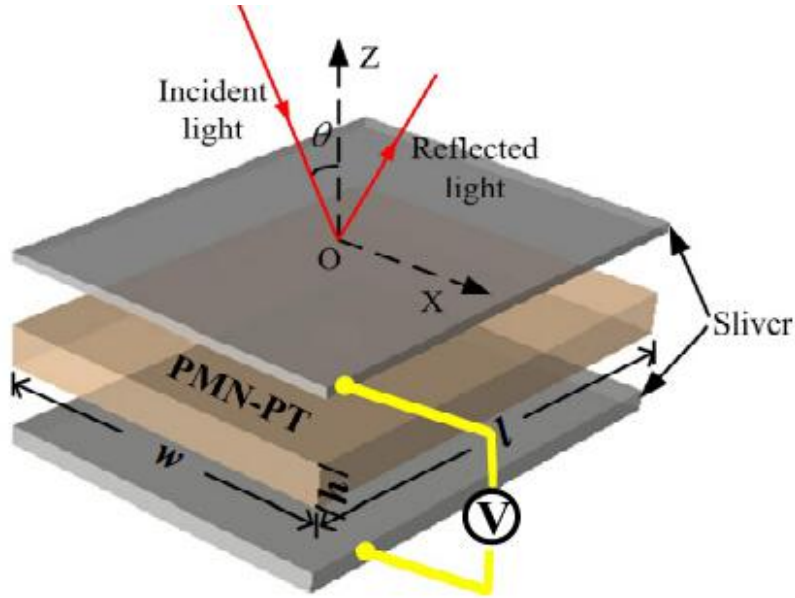
群速度  $v_g \rightarrow 0$

(b)

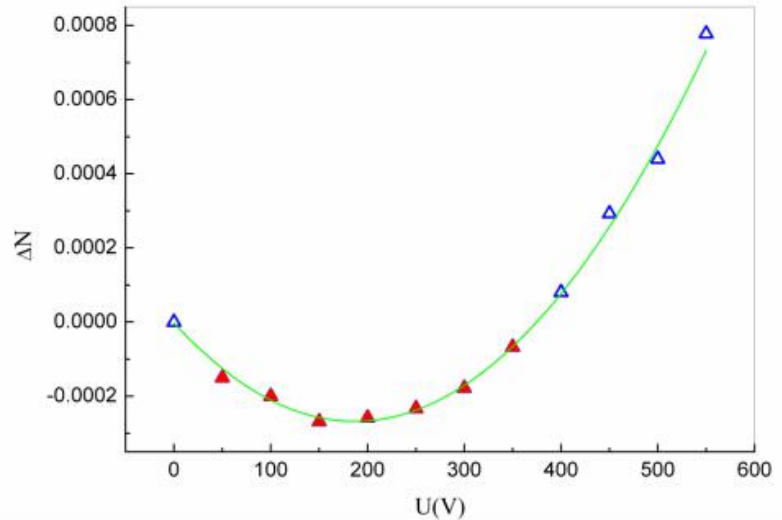


# 压电、电光效应

压电和电光效应同时测量



$$\Delta N = \frac{n}{N} \Delta n_2 + \frac{n_2^2 - N^2}{N h_2} \Delta h_2$$



# 环保检测

环保监测—有害气体CO(1.568um), CO<sub>2</sub>(1.572um), CH<sub>4</sub>(1.637um)

