

# 基于子谱分析的白光频域 OCT

林 凌<sup>1</sup>, 张泰石<sup>1,2</sup>, 郑 羽<sup>1</sup>, 李 刚<sup>1</sup>, 任 钊<sup>1</sup>

1. 精密测试技术及仪器国家重点实验室, 天津大学, 天津 300072  
2. 金日成综合大学物理学院, 朝鲜

**摘 要** 为了提高频域 OCT 系统轴向分辨率和信噪比, 提出了一种采用白光光源的频域 OCT 系统, 研究了所用的 CCD 相机的横向像素数、白光光源的光谱与系统轴向分辨率之间的关系, 建立了一种基于子谱分析的白光频域 OCT 系统。通过选择所需的白光光源及其接收频段, 既能保证最大探测深度和高轴向分辨率, 又能提高信噪比。实验结果验证了所提出的光源的相干长度和系统及图像轴向分辨率测量方法, 证明了白光频域 OCT 的可行性。

**关键词** 白光光源; 频域 OCT; 自相关函数; 相干长度; 轴向分辨率

中图分类号: Q503 文献标识码: A DOI: 10.3964/j.issn.1000-0593(2008)09-1962-06

## 引 言

光学相干层析成像技术(optical coherence tomography, 简称 OCT)是一种新型的非接触及无创成像技术, 它可以成微米级的生物组织的像<sup>[1]</sup>。它能对生物活体组织内部细微结构进行高分辨率断层成像, 在医学疾病诊断中具有较大的应用前景及发展潜力。尽管 OCT 出现的时间不长, 却已在眼科、牙科等临床诊断中得以应用, 显示出了极大的应用价值。

为有效地扩大 OCT 的应用范围、提高其应用价值, 其关键是提高轴向分辨率和信噪比, 从而需要光源具有较宽的频谱、输出功率高, 而且稳定性好。

OCT 系统通常使用的光源是超辐射发光二极管(SLD)<sup>[2-4]</sup>, 虽然具备上述要求, 但这种光源价格昂贵, 而白光高亮发光二极管的价格低廉, 带宽范围很宽, 还可以根据不同的生物组织成分与结构对某些波段光的吸收散射系数不同, 来选择不同种类的高亮发光二极管以提高轴向分辨率和信噪比。但是, 因为白光高亮发光二极管的空间相干性差、发散角大, 所能利用的光功率有限, 但可以选择高功率的高亮发光二极管来弥补其缺陷。

## 1 理 论

### 1.1 频域 OCT 的轴向分辨率

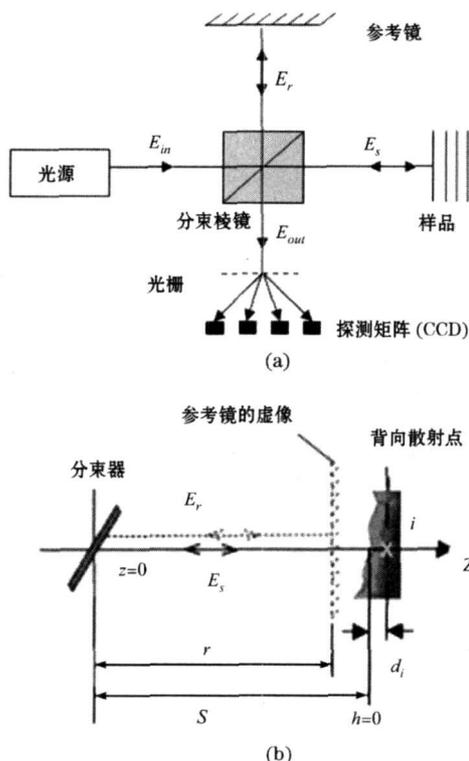


Fig 1 (a) schematics of SDOCT (b) schematics of Michelson interferometer simplified

收稿日期: 2007-03-09, 修订日期: 2007-06-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(60174032, 60674111)资助

作者简介: 张泰石, 1962年生, 天津大学精密仪器及光电子工程学院博士研究生 e-mail: ligang59@tju.edu.cn

频域 OCT 的结构图如图 1(a) 所示, 其核心是迈克尔逊干涉仪和光谱仪。为了讨论方便, 参考镜的虚像设于样品臂上, 因此整个坐标系统可以简化到与样品臂轴上, 分束器的中心为坐标的原点 ( $z = 0$ ), 光源光波的入射处和参考光波与样品光波的相遇处均位于的分束器的中心, 如图 1(b) 所示。

宽带光源发出的光被分束器按振幅分束, 分别进入样品臂和参考臂。在参考镜臂上的反射镜和样品臂上的样品分别反射与背向散射之后, 又重新在分束器上相遇, 被光谱仪中的 CCD 检测。

为了解释方便, 假设样品由功率反射率为  $R_i$  的  $M$  个很薄的盖玻片所组成, 那么迈克尔逊干涉仪输出 (在  $z = 0$  处) 的光功率谱为<sup>[5]</sup>

$$I(k) = (TR) |s(k)|^2 \{R_r + \sum_i R_i + 2 \sum_{i \neq j} \sqrt{R_i R_j} \cos[k(h_i - h_j)]\} + 2 \sum_i \sqrt{R_r R_i} \cos(kh_i) \quad (1)$$

$$h_i = 2(s + n_i d_i) \quad (2)$$

其中,  $k$  表示输出光的波数,  $R_r$  为参考镜的反射率,  $n_i$  是样品深度  $i$  点介质的折射率,  $h_i$  是参考光与样品光之间光程差,  $s$  为参考镜的虚像和样品表面之间的距离,  $d_i$  为样品的表面与深度  $i$  点之间的距离, 见图 1(b)。

为了重建图像, 进行傅里叶逆变换如式 (3),

$$i(h) = FT^{-1}[I(k)] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} I(k) \exp[j(kh)] dk \quad (3)$$

根据卷积定理<sup>[6]</sup>:

$$i(h) = (TR) FT^{-1}[|s(k)|^2] \odot FT^{-1}\{R_r + \sum_i R_i + 2 \sum_{i \neq j} \sqrt{R_i R_j} \cos[k(h_i - h_j)]\} + 2 \sum_i \sqrt{R_r R_i} \cos(kh_i) \quad (4)$$

其中“ $\odot$ ”表示卷积运算符。

根据 Wiener-Khinchin 定理<sup>[6]</sup>, 光源的功率谱的傅里叶逆变换等于光源的自相关函数<sup>[7]</sup>

$$FT^{-1}[|s(k)|^2] = \int_{-\infty}^{+\infty} E^*(h') E(h' + h) dh' = i_{in}(h) \quad (5)$$

其中  $i_{in}(h)$  为光源的在光程差空间域上表示的自相关函数。

从(5)式, 根据常数和余弦函数的傅里叶变换公式<sup>[8, 9]</sup>。将(4)式改写为

$$I(h) = \frac{1}{2\pi} (TR) i_{in}(h) \odot \{R_r \delta(h) + \sum_i R_i \delta(h) + \sum_{i \neq j} \sqrt{R_i R_j} [\delta(h - (h_i - h_j)) + \delta(h + (h_i - h_j))] + \sum_i \sqrt{R_r R_i} (\delta(h - h_i) + \delta(h + h_i))\} \quad (6)$$

其中,  $\delta$  表示脉冲响应函数。

$i_{in}(h)$  一般为复数周期函数,  $I(h)$  也为复数函数, 实际上真正有意义的是它的模。

$$|I(h)| = \frac{1}{2\pi} (TR) \{R_r |i_{in}(h)| + \sum_i R_i |i_{in}(h)| + \sum_{i \neq j} \sqrt{R_i R_j} (|i_{in}(h - (h_i - h_j))| + |i_{in}(h + (h_i - h_j))|) + \sum_i \sqrt{R_r R_i} (|i_{in}(h - h_i)| + |i_{in}(h + h_i)|)\} \quad (7)$$

比如宽带光源的功率谱  $|s(k)|^2$  为高斯函数, 则

$|i_{in}(h)|$  也为高斯函数, 其功率半峰全宽约为光源的相干长度  $l_c$ , 见图 2。

半峰全宽为  $\Delta\lambda_{FWHM}$ , 中心波长为  $\lambda_0$  的高斯型光谱光源的相干长度为

$$l_c = \frac{4 \ln^2}{\pi} \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda_{FWHM}} \quad (8)$$

式 (7) 的第五项才是所需要的样品的有用的图像信息,  $|i_{in}(h - h_i)|$  决定样品轴向深度  $i$  点的图像位置信息。而实际上样品轴向深度  $i$  点对应的 OCT 图像, 不是一个理想的点, 而是以  $h = h_i$  (在光程差空间域上) 处为中心的长度  $l_c$  的短线, 且此短线上的灰度呈高斯分布。

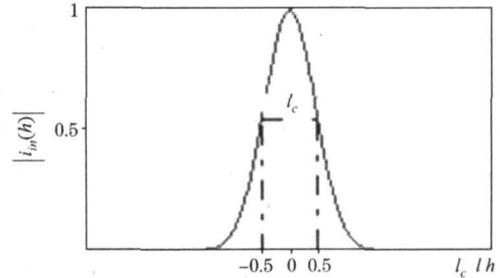


Fig 2 Autocorrelation function of wide-band light source

考虑样品的折射率和光在组织样品里往返两次, 频域 OCT 的轴向分辨率  $\Delta z$  可以表示为

$$\Delta z = \frac{l_c}{2n_g} \quad (9)$$

其中,  $n_g$  表示群折射率。

从而可知理论上的频域 OCT 的轴向分辨率与时域 OCT 的轴向分辨一样。

### 1.2 白光频域 OCT 原理

从后面的图 4c 可以看出, 高亮发光二极管发出的功率大部分都集中在中心波长为 550 nm, 半峰全宽为 150 nm 的可见光区域, 其余部分分布在中心波长为 900 nm, 半峰全宽为 50 nm 的红外光区域, 所以看成白光光源。

实际频域 OCT 系统中, 由于  $I(k)$  检测的 CCD 的像素之间有一定的间隔, 所以被 CCD 检测的干涉光功率谱不是连续函数而是  $N$  个离散点组成的数列  $\{I(k_m)\}$ 。又因为频域 OCT 系统中光谱仪的分光本领决定频域 OCT 的最大探测深度<sup>[8]</sup>, 而光谱仪中 CCD 的横向像素总数有限, 不能全部接收空间上如此大范围分开的白光的光谱, 所以 CCD 接收到的光谱只是光源中的一部分。

$$I(k_m) = (TR) |s(k_m)|^2 \{R_r + \sum_i R_i + 2 \sum_{i \neq j} \sqrt{R_i R_j} \cos[k_m (h_i - h_j)]\} + 2 \sum_i \sqrt{R_r R_i} \cos(k_m h_i) \quad (10)$$

$$k_m = k_{min} + (m - 1) \delta k, \quad m = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$\delta k = \frac{\Delta k_{CCD}}{N} \quad (11)$$

$$\Delta k_{CCD} = k_{max} - k_{min} \quad (12)$$

其中  $N$  为 CCD 的横向像素总数,  $k_{min}$  为光源光谱中被 CCD 检测的光谱最小波数,  $k_{max}$  为光源光谱中被 CCD 检测的光谱

最大波数,  $\delta k$  为 CCD 的光谱按波数采样间隔,  $\Delta k_{\text{CCD}}$  为光源光谱中被 CCD 检测的波数范围。

另外,

$$\Delta k_{\text{CCD}} = \frac{2\pi(\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}})}{\lambda_{\text{max}}\lambda_{\text{min}}} \approx \frac{2\pi(\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}})}{\lambda_0^2} \quad (13)$$

为了重建图像, 需要进行离散傅里叶逆变换:

$$i(h_n) = FT^{-1}[I(k_m)] = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^N I(k_m) \exp\left[-j\left(\frac{2\pi}{N}mn\right)\right] \quad (14)$$

$$h_n = n\delta h, n = 1, 2, 3, \dots, N$$

其中  $\delta h$  为光程差空间域(参考(2)式)的采样间隔, 它的单位为一个傅里叶周期(1 Fp)。

光程差空间(空间域)采样间隔  $\delta h$  与波数(频率域)采样间隔  $\delta k$  之间有如下关系<sup>[9]</sup>:

$$\delta h = \frac{2\pi}{N\delta k} \quad (15)$$

从(11), (13)和(15)式, 得到

$$\delta h \approx 1FP = \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda_{\text{CCD}}} \quad (16)$$

由于相干长度等于光程差空间的采样间隔(见图 2), CCD 所接收到的光谱范围(子光谱)所对应的那部分光源(子光源)的相干长度为

$$l_c^{(n)} = 1\delta h \approx 1FP = \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda_{\text{CCD}}} \quad (17)$$

“子光谱”指的是白光光谱(母光谱)中 CCD 所接收到的一部分光谱, “子光源”指的是以它组成的虚光源, ( $n$ ) 表示子光源的序号。

考虑组织样品的折射率和光在组织样品里往返两次, 轴向分辨率可以表示为

$$\Delta z^{(n)} = l_c^{(n)} / 2n_g \quad (18)$$

根据以上的理论分析, 可以提出基于子谱分析的白光频域 OCT。它与普通频域 OCT 不同之处在于, 白光频域 OCT 靠 CCD 相机的移动来选择所希望的子谱(见图 3), 其系统轴向分辨率的决定因素不是母光源的带宽, 而是子谱, 而且子光源的带宽远比普通频域 OCT 所使用的光源带宽要宽。

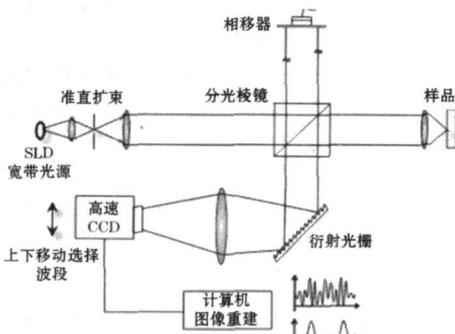


Fig 3 Experimental setup of the SDOCT system for white light source

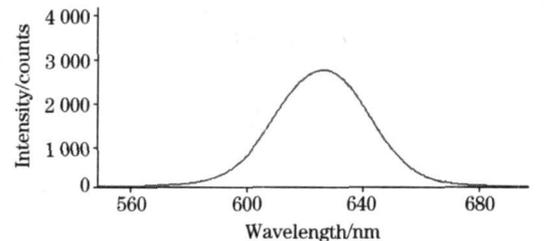
生物组织对光的吸收和散射与所用的光源的波长有关, 其吸收和散射系数是由生物组织自身的组成成分和结构特点决定的。如果所用的光源为白光, 则其光谱同时反映几种生

物组织的对光波的反映特性。这样就可以使用白光频域 OCT 找出所希望分析的生物组织散射系数最大的波段。由于高亮发光二极管的功率谱的形状类似, 只是峰值波长各异。故而可选择散射系数最大波段所对应的高亮发光二极管来做白光频域 OCT 的光源。

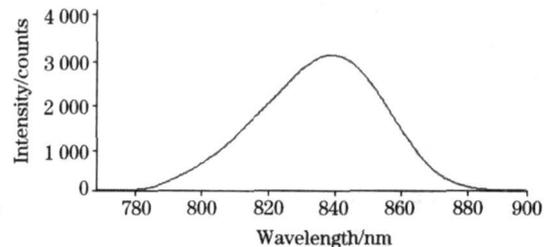
这种方式的优点在于可以根据各种需要来选择不同的光源, 而且能够在兼顾最大探测深度的基础上, 很大程度上提高频域 OCT 的轴向分辨率和信噪比。虽然这种高光发光二极管产生的光不易准直, 而且空间相干性较差, 有用的能量较小, 但随着科技发展, 市场上将会出现更大功率的高亮发光二极管来逐渐弥补这种缺陷。

## 2 实验结果与讨论

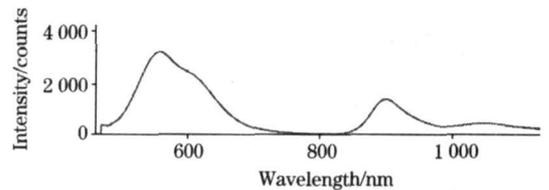
实验使用了三种光源: 半导体激光, 超量发光二极管(SLD)和高亮发光二极管。用美国海洋光学(Ocean Optics, USA)有限公司制造的 USB2000 微型光纤光谱仪(测量范围: 462 87~1136 16(nm), 分光本领: 0.7 nm)检测 3 种光源的功率谱, 如图 4 所示。



(a) Power spectrum of semiconductor laser



(b) Power spectrum of SLD



(c) Power spectrum of high luminous diode

Fig 4 Power spectrum of different light sources

半导体激光的功率谱中心波长为 627 nm, 其半峰全宽为 38 nm; SLD 的功率谱中心波长为 841 nm, 其半峰全宽为 45 nm; 高亮发光二极管的功率谱中大部分能量集中在中心波长为 559 nm 的谱段, 其半峰全宽为 117 nm。根据(8)式, 半导体激光的相干长度为 9.1  $\mu\text{m}$ , SLD 的相干长度为 13.8  $\mu\text{m}$ , 高亮发光二极管的相干长度为 2.3  $\mu\text{m}$ 。

将平面反射镜作为样品, 参考镜(平面反射镜)固定在移平台上。调节移平台, 使参考镜的虚像位置与样品表面之间的距离在频域 OCT 的测量范围之内。

半导体激光发出的低相干光经分束棱镜分束, 其中一条光束进入参考臂, 被平面反射镜散射, 另外一条光束进入样品臂, 被样品背向散射, 分别又经分束棱镜后叠加而它们之间发生干涉, 用光栅( $1\ 200\ \text{line} \cdot \text{mm}^{-1}$ )分光, 聚焦镜的焦点上出现干涉图(被调制的光源的功率谱), 用 CCD 相机 MTV-13V5HC(8 位,  $796 \times 472$  像素, 帧速率  $60\ \text{frames/sec}$ ) 进行采集一幅干涉图, 其中第 194 行数据是由  $N(796)$  个离散点组成的数列, 如图 5(a) 所示, 其傅里叶逆变换的模, 如图 5(b) 所示。

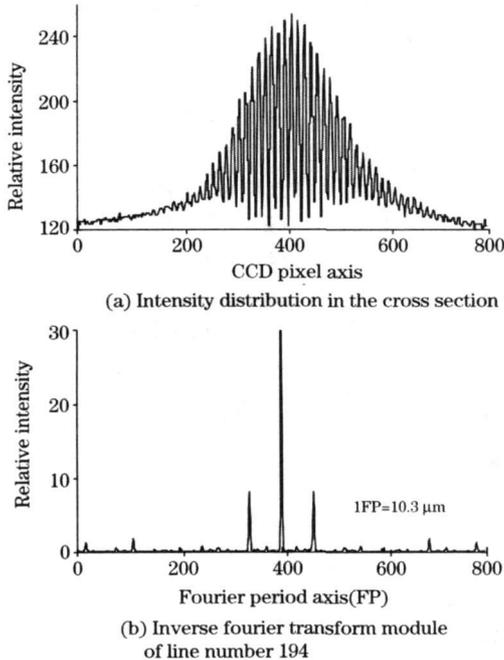


Fig 5 Experimental results of semiconductor laser

通过图 5(b) 的分析可知, 在 399 FP 处出现直流项(其峰值为 146, 其半峰全宽为 1 FP), 所以根据(17), (18)式, 半导体激光的相干长度  $l_c$  为  $10.3\ \mu\text{m}$ (1 FP), 系统的轴向分辨率  $\Delta z$  为  $5.15\ \mu\text{m}$ (0.5 FP)。在 462 FP 和 336 FP 处分别出现平面反射镜的图像信息(其峰值为 8.2, 其半峰全宽为 3.5 FP)及其镜像(其峰值为 8.2, 其半峰全宽为 3.5 FP), 从而实际图像的轴向分辨率为  $18\ \mu\text{m}$ (1.75 FP)。

以 SLD 作为光源, 用 CCD 相机采集到的干涉图中第 315 行的数据如图 6(a) 所示, 其傅里叶逆变换的模, 如图 6(b) 所示。

从图 6(a) 可知其包络线与图 4(b) 一样, 只不过波长的位置左右颠倒了, 这是与 CCD 相机读取数据的方式有关。通过图 6(b) 的分析, 在 399 FP 处出现直流项(其峰值为 186.7, 其半峰全宽为 1 FP), 从而根据(17), (18)式, SLD 的相干长度  $l_c$  为  $15.7\ \mu\text{m}$ (1 FP), 系统轴向分辨率  $\Delta z$  为  $7.85\ \mu\text{m}$ (0.5 FP)。在 376 FP 和 337 FP 处分别出现平面反射镜的

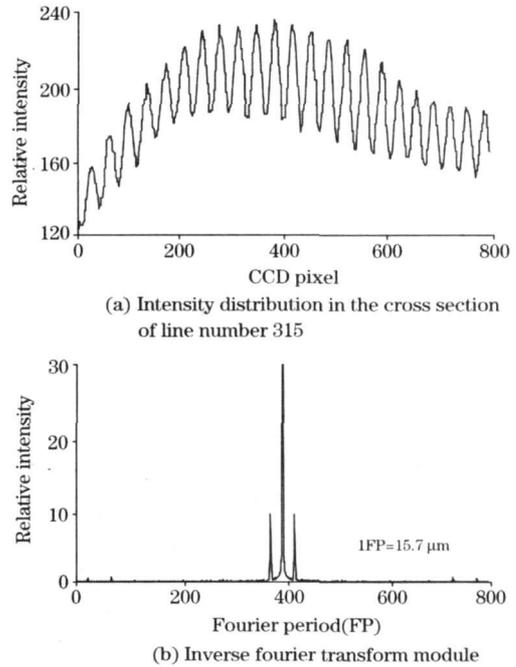
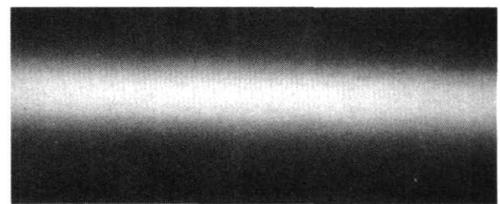
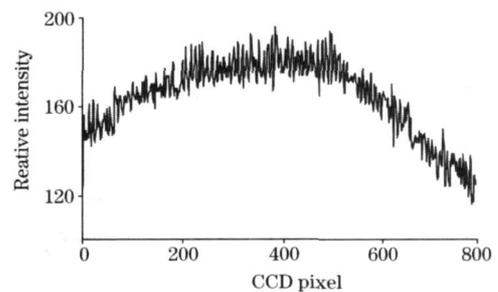


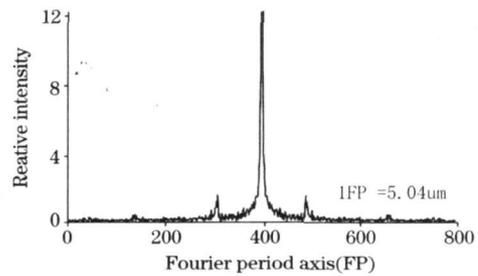
Fig. 6 Experimental results of SLD



(a) Inteferece spectrum detected by CCD camera



(b) Intensity distribution in the cross section of line number 162



(c) Inverse fourier transform module

Fig. 7 Experimental results of high light diode

图像信息(其峰值为 9.6, 其半峰全宽为 2 FP)和其镜像信息(其峰值为 9.6, 其半峰全宽为 2 FP), 从而实际图像的轴向分辨率为  $15.7 \mu\text{m}$ (1 FP)。

以高亮发光二极管为光源, 用 CCD 相机采集到的干涉图如图 7(a)所示, 其中第 162 行数如图 7(b)所示, 其傅里叶逆变换的模如图 7(c)所示。

通过图 7(a), 7(b)的分析可知, 被 CCD 相机采集到的谱段的中心波长为 559 nm, 其带宽为 62 nm, 根据(8)式, 子光源的理论相干长度为  $4.4 \mu\text{m}$ 。

通过图 7(c)的分析, 在 399 FP 处出现直流项(其峰值为 100.1, 其半峰全宽为 1 FP)。根据(17)、(18)式, 子光源的相干长度  $l_c^{(v)}$  为  $5.04 \mu\text{m}$ (1 FP), 系统轴向分辨率  $\Delta z^{(1)}$  为  $2.52 \mu\text{m}$ (0.5 FP)。在 489 FP 和 309 FP 处分别出现平面反射镜的图像信息(其峰值为 1.5, 其半峰全宽为 5 FP)及其镜像信息(其峰值为 1.5, 其半峰全宽为 5 FP)从而实际图像的轴向分辨率为  $12.6 \mu\text{m}$ (2.5 FP)。

测得的光源的相干长度与理论上相干长度有偏差(比如, 被检测到的 SLD 的相干长度为  $15.7 \mu\text{m}$  而理论相干长度为  $13.8 \mu\text{m}$ )的原因在于测量公式推导的前提是光谱形状为矩形函数(实际形状为近高斯函数)。

测得的图像轴向分辨率与系统的轴向分辨率有偏差(尤其是半导体激光与高亮发光二极管)的主要原因在于 CCD 采集到的干涉图的信噪比相对较低(见图 5(a), 图 7(a)、(b))。信噪比越高, 图像轴向分辨率越高, 接近系统轴向分辨率

(参考 SLD 的实验结果)。

## 4 结 论

本文进行了频域 OCT 的轴向分辨率理论研究, 提出了光源的相干长度、系统轴向分辨率及实际图像轴向分辨率测量法。因为频域 OCT 系统中光谱仪检测到的光谱与光源的自相干函数之间是傅里叶变换关系, 所以理论上的频域 OCT 的轴向分辨率与时域 OCT 的轴向分辨一样, 都是由光源的相干长度决定的。光源的相干长度等于一个傅里叶周期(1 FP)。

如果实际频域 OCT 系统中所用的光源的功率谱比较宽, 要保证一定的探测深度, 在光谱仪的 CCD 横向长度的制约下, 只能接收其中一部分光谱。因而, 系统轴向分辨率的决定因素不是母光谱而是 CCD 接收的子光谱。实际图像的轴向分辨率与信噪比有关, 信噪比越高, 图像轴向分辨率越大, 最终达到系统轴向分辨率。

本文提出了基于子谱分析的白光频域 OCT。它是靠 CCD 相机的移动来找出要成像的生物组织散射系数最高的波段, 再由所选择的波段来决定白光光源。这样既可以兼顾最大探测深度和高轴向分辨率, 还可以提高信噪比。样品实验结果验证了所提出的轴向分辨率理论及测量方法, 证明了白光频域 OCT 的可行性。

## 参 考 文 献

- [1] Huang D, Swanson E A, et al. *Science*, 1991, 254(5035): 1178.
- [2] Iwamoto K, Hino I, Matsumoto S, et al. *Lasers and Masers*, 1976, 15(11): 2191.
- [3] Kaminow I P, Eisenstein G, Stulz L W, et al. *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 1983, 19(1): 78.
- [4] Morrison C B, Zinkiewicz L M, Niesen J, et al. *Electronics Letters*, 1985, 21(19): 840.
- [5] Jungdae Kim, Chunho Choi, Kwang-Sup Soh. *Journal of the Korean Physical Society*, 2005, 47(2): 375.
- [6] Bracewell R. *The Fourier Transform and Its Applications*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1999. 244.
- [7] Tomlins P H, Wang R K. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2005, 38(15): 2519.
- [8] Tomlins P H, Wang R K. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2005, 38(15): 2519.
- [9] Saff E, Snider A. *Fundamentals of Complex Analysis for Mathematics*. Upper Saddle River, New Jersey: Science and Engineering, Prentice Hall International, Inc., 1993.

# White-Light Source Spectral Domain OCT Based on Partial Spectrum Analysis

LIN Ling<sup>1</sup>, ZHANG Tae-Sok<sup>1, 2</sup>, ZHENG Yu<sup>1</sup>, LI Gang<sup>1</sup>, REN Zhao<sup>1</sup>

1. State Key Laboratory of Precision Measurement Technology and Instruments, Tianjin University, Tianjin 300072, China
2. School of Physics, KIM IL SUNG University, D. P. R. Korea

**Abstract** In order to enhance the longitudinal resolution and the signal to noise ratio (SNR) of spectral domain OCT(SDOCT), a SDOCT using white light source was developed. By analyzing the relationship among axial total number of pixels in the horizontal direction of CCD, the spectrum of white-light source and longitudinal resolution, a white-light source SDOCT(WSSDOCT) based on partial spectrum analysis was developed and introduced. With proper white light source required and band width

for detection selected, the SNR was improved with maximum detecting depth and high longitudinal resolution guaranteed. Experimental results validate the measurement method for the coherence length of the light source, and system & image longitudinal resolution, and also testify the feasibility of WSSDOCT.

**Keywords** White light source; Spectral domain OCT; Auto-correlation function; Coherence length; Longitudinal resolution

(Received Mar. 9, 2007; accepted Jun. 16, 2007)

## 全国第2届近红外光谱学术会议通知 (第二轮)

为全力展示我国近红外光谱领域所取得的最新进展及成果, 增进广大近红外光谱科技工作者和广大近红外分析工作者之间的交流与合作, 进一步促进我国近红外光谱事业的发展, 中国仪器仪表协会近红外光谱分会拟于2008年11月20~22日在长沙主办全国第2届近红外光谱学术会议。俞汝勤院士、陆婉珍院士担任大会主席。届时邀请国内有丰富经验的近红外光谱分析专家、学者和仪器专家作专题报告和进行近红外光谱分析技术交流, 并邀请国外知名学者和海外华裔学者与会。热忱欢迎光谱学界专家教授及广大从事分析测试技术工作的科技人员踊跃撰稿。会议将表彰为近红外事业做出卓越贡献的先进个人和集体, 进行优秀论文评选, 并推荐优秀论文在《Chemometrics & Intelligent Laboratory Systems》、《光谱学与光谱分析》(SCI收录)、《分析测试学报》及《现代科学仪器》等杂志上发表。现将有关事项通知如下:

### 一、大会主席团成员名单

主席: 俞汝勤 陆婉珍 副主席: 王顺昌 陈星旦 闫成德

### 二、学术委员会成员名单

主任: 陆婉珍 俞汝勤

副主任: 袁洪福 梁逸曾 韩东海 徐可欣 邵学广 吴海龙 王健

委员: (按姓氏笔划为序)

丁海曙 王小如 王京华 王家俊 王艳斌 卢家炯 石春海 田松柏 冯新沪 孙素琴 孙岩峰 任玉林  
吕进 应义斌 吴玉田 杜一平 陈斌 张卓勇 张存洲 李华 金少鸿 林君 罗国安 范世福  
杨曙明 相秉仁 修连存 黄玉东 蒋士强 蒋建晖 谢洪平 谢益民 彭玉魁 褚小立 熊春华 廖延彪  
瞿军 瞿海斌

### 三、组织委员会成员名单

主任: 梁逸曾

副主任: 吴海龙 蒋建晖

委员: (按姓氏笔划为序)

易伦朝 王兵 范伟 张志敏 徐路 付海燕

### 四、论文集编辑出版

将提供会议论文集, 优秀论文推荐到《分析测试学报》、《光谱学与光谱分析》、《Chemometrics & Intelligent Laboratory Systems》及《现代科学仪器》杂志上出版, 相关内容如下:

(1) 截稿日期: 2008年7月25日。应征论文可通过 e-mail 发至大会筹备组委会电子信箱, 或通过挂号信(含磁盘)寄至大会筹备组委会(见六、联系方式)。来稿请注明论文联系人、电话、传真、电子信箱及个人简介, 并注明“全国第2届近红外光谱学术会议征文”。

(2) 论文录用: 筹备组将邀请和组织国内有关专家对应征论文进行评审, 2008年8月15日前发出论文录用通知, 2008年9月20日前确认会议召开的具体时间、地点和相关事宜。请自留底稿, 恕不退稿。

(3) 论文格式要求:

①全文一份(含图表在内的文字字数一般不超过8000字), 包括中英文题目、中英文摘要、中英文关键词、中英文作者姓名、单位和单位所在地、第一作者简介(50字左右), 以及中文正文和参考文献。也接受全英文稿。

②字体要求: 标题(黑体标准三号居中); 作者姓名(黑体标准五号居中); 工作单位(宋体标准五号居中, 含城市名称, 邮政编码和 e-mail 地址并用逗号分开); 摘要和关键词(宋体标准五号); 正文(宋体标准小四号); 图表(宋体标准五号)。用 A4 纸中文 Office Word 97 以上版本软件录入(生成 .doc 文件)。

(下转 1973 页)