

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>6</sup>

G01N 21/25

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97116856.3

[43]公开日 1999年3月10日

[11]公开号 CN 1210259A

[22]申请日 97.9.2 [21]申请号 97116856.3  
[71]申请人 中国科学院生物物理研究所  
地址 100101 北京市朝阳区大电路 15 号  
[72]发明人 许以明

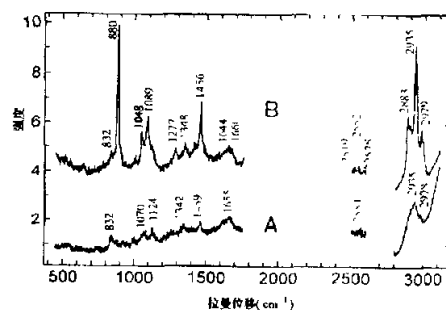
[74]专利代理机构 中科专利代理有限责任公司  
代理人 严 舫

权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 检测艾滋病病毒的光谱方法

[57]摘要

本发明提供了一种检测体外液体被检物中是否存在艾滋病病毒的拉曼光谱方法,重点是检测  $450-3100\text{cm}^{-1}$  光频范围的特征拉曼谱线,得到无艾滋病病毒样品和有艾滋病病毒样品的拉曼光谱。两种谱图比较可确知试样中是否存在艾滋病病毒。本发明提供的艾滋病病毒拉曼光谱可作为未知样品鉴定用的标准参比谱图。通过检测对比,可快速准确地判定。



# 权利要求书

---

1、一种检测病毒的光谱方法，其特征在于对艾滋病毒的检测，包括（1）检测前的准备，即调整光谱仪器，将液体被检物注入直径为1—3mm的石英管或硬质玻璃管中，置于仪器的样品台上，（2）样品测定，包括对a. 无艾滋病毒感染的（阴性）血清和b. 有艾滋病毒感染的（阳性）血清，进行光谱检测，重点检测 $450 - 1750\text{cm}^{-1}$ 、 $2500-2600\text{cm}^{-1}$ 和 $2800 - 3100\text{cm}^{-1}$ ，得到附图1—5的一系列谱图，及表1中列示的一系列谱线，（3）图谱处理：从a与b两种谱图对比，可确知艾滋病毒的特征拉曼频率（拉曼谱线），（4）未知体液的艾滋病毒鉴定：将同样条件下测得的未知体液的拉曼光谱的特征拉曼频率（谱线）与b. 提供的艾滋病毒的特征拉曼频率（谱线）进行比较对照，便可迅速准确地判断未知体中是否有艾滋病毒。

2、如权利要求1所述的检测艾滋病毒的光谱方法，其特征在于得到的有艾滋病毒的拉曼光谱，包括在880，1048，1089，1272，1348，1456，1644， $1660\text{cm}^{-1}$ 及2578，2883，2935和 $2978\text{cm}^{-1}$ 的强谱线和属于HIV1和HIV2的4个组份的全部特征Raman频率。

3、如权利要求1所述的检测病毒的光谱方法，其特征在于所使用的光谱仪器包括激光拉曼光谱仪、拉曼微探针、傅里叶转换拉曼光谱仪、红外光谱仪及傅里叶转换红外光谱仪(带光纤和探头)。

4、如权利要求1所述的检测病毒的光谱方法，其特征在于所说的液体被检物包括体液、血液、血清、精液和唾液及各种血制品。

# 说 明 书

---

## 检测艾滋病毒的光谱方法

本发明是关于光谱技术方法用于检测病毒，特别是检测艾滋病毒。

艾滋病病毒（HIV）是一种引起人体免疫缺损的病毒，艾滋病是目前威胁人类生命和健康的首要疾病。据文献报道，1988年全世界艾滋病患者在25万以上，而受HIV感染的人多达5百万；1992年美国可能有36万艾滋病例。亚洲虽是艾滋病的低发区，但是截止到1992年已有200万人已经感染了艾滋病。有些国家和地区，由于人口密度大，经济文化比较落后，医疗水平低下，艾滋病患者和感染者有快速增加的趋势。目前，艾滋病人诊断和治疗，均极端困难，医疗费用极高。据统计，1981—1991年间，全世界为诊治艾滋病所付出费用高达2400亿美元。

人类免疫缺损病毒，主要是通过性接触、接触血液和血制品以及在产期中的母亲对婴儿的传染。全世界每年因输血造成艾滋病感染的悲剧令人震惊。

艾滋病毒，曾经于1983年首次被提取分离出来，此后于1985年在西非洲水中又鉴定出了第二种艾滋病毒。这两种病毒分别被叫做HIV1和HIV2，它们呈现出相似的生物学和形态特性，它们的整体结构是相同的，都是由RNA，蛋白质，碳水化合物和脂类4个部份组成（见附图6），但却具有遗传和抗原的差别，图6是用电子显微术和其它方法对艾滋病毒复杂结构的解剖结构，球状外壳中呈截头圆锥形的核心部分是最主要的结构特征。

艾滋病的诊断防治（包括血制品的检验）及抗艾滋病毒药物研制都需要有效的检验方法。经文献检索表明，从1985年到1995年间，检测艾滋病毒的方法专利有234件，但都属于生物化学和分子生物学方法。例如免疫试验、抗原—抗体、单克隆抗体、核酸杂交、细胞融合等方法。也有用

Raman 光谱法成功研究其它病毒的报道，例如 1976 年美国麻省理工学院 Thomas 等人在“J. Mol. Biol.”上发表文章谈到用 Raman 光谱研究 MS2 - Phage（噬菌体）的结果，但至今尚无光谱法用于检测艾滋病毒报道。然而，目前用来检测艾滋病毒生物化学方法和分子生物学方法，本身还存在许多缺点：方法较复杂、技术难度大、准确性有问题、检测时间周期长、需用较多血样、易造成污染等。

本发明的目的是针对目前检验艾滋病毒技术方法中存在的缺点和问题，寻求、提供一种能直接测定含有艾滋病毒的血清、血液、精液、和唾液的物理方法，且其灵敏度高、专一性强、准确性高、快速简便。

本发明基于多年的基础研究经验提供了一种检测艾滋病毒的光谱方法，利用该方法和技术能够直接、快速和准确地检测出艾滋病毒。本发明的技术内容如下：

1、仪器和样品准备：本发明用于检测艾滋病毒的光谱仪主要为激光拉曼（Raman）光谱仪，也包括 Raman 微探针、FT（傅里叶转换）-Raman 光谱仪以及红外光谱仪和 FT-红外光谱仪。测定样品前，校正仪器使处于良好可用状态，取液体被检测样品；如果被测样品为干细胞或固体，可按仪器说明书要求制备试样，以备检测之用。利用光谱法测定艾滋病毒的技术，无需特殊训练和要求，一般光谱分析人员即可进行。样品检测后的谱图，与对照样品（标准艾滋病毒纯样品）的图谱比较，普通人肉眼即可辨别，是否存在艾滋病毒。

## 2、样品检测法

将液体被检物 10 ~ 15  $\mu$  L 用注射器注入石英管和或硬质玻璃管（1 ~ 3mm 直径），将管子置于谱仪的样品台上，开动仪器进行测定。激光功率从 200mW - 800mW；激发线波长从紫外，可见到红外均可，功率也随之而变。重点检验（1）450 ~ 1750 $\text{cm}^{-1}$ ，（2）2500 ~ 2600  $\text{cm}^{-1}$ ，（3）2800 ~ 3100 $\text{cm}^{-1}$ 。光谱分辨率 2-4 $\text{cm}^{-1}$ （可以再外延 1 ~ 2 $\text{cm}^{-1}$ ），累加次数（信号平均），步长和积分时间随样品的特点及所用的谱仪等条件而定，以达最佳信噪比为宜。如果被测样品为细胞或固体，可按仪器说明书要求制样，再用 Raman 微探针测出。

3. 图谱处理：（1）先做出无艾滋病毒感染的血清的 Raman 谱图；（2）再做出有艾滋病毒感染的血清的 Raman 光谱图，从（1）和（2）对比可知艾滋病毒的特征 Raman 频率，本发明已测得了 HIV1 和 HIV2 的特征 Raman 频率（所用的样品请看实施例）；（3）将同样条件下测得的未知体液的 Raman 光谱的特征 Raman 频率与（2）中提供的艾滋病毒的特征 Raman 频率进行比较，对照，可以迅速而准确地判定。

下面将结合附图对本发明作进一步说明：

图 1 是阴性人血清的拉曼光谱（A）和人血清中 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱（B），用作比较选择的有关光谱区域为  $450$  至  $3100\text{cm}^{-1}$ 。实验条件是：激发线波长  $514.5\text{nm}$ ，功率  $500\text{mW}$ ，三单色器的四个狭缝宽度分别为  $700$ ， $800$ ， $800$ ， $700\ \mu\text{m}$ ，光谱分辨率  $4\text{cm}^{-1}$ ，步长  $1\text{cm}$ ，积分时间和信号平均分别为  $0.1$  和  $7$  次扫描（在  $450 - 1750\text{cm}^{-1}$ ）， $0.2$  和  $5$  次扫描（在  $2500 - 2600\text{cm}^{-1}$ ）， $0.2$  和  $2$  次扫描（ $2800 - 3100\text{cm}^{-1}$ ），室温  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

本发明的检测实验，所用艾滋病毒是由美国 V - TECH 公司提供；仪器是使用法国 Jobbing Yvon 公司的 JY - T800 型 Raman 光谱仪；采用美国的 NIC 1180 小型计算机（配有专门做拉曼光谱的程序）；激光器是美国 Spectra Physics 公司生产的 164 型氩离子激光器。

图 1 至图 5 是对图 1 拉曼光谱的不同光谱区域给予更加详细的展示。

图 2 是阴性人血清的拉曼光谱图（ $450 - 1750\text{cm}^{-1}$ ），实验条件与图 1 相同。

图 3 是人血清中 HIV1 和 HIV2 的光谱图（ $450-1100\text{cm}^{-1}$ ），实验条件与图 1 相同。

图 4. 人血清中 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱图（ $1100 - 1750\text{cm}^{-1}$ ），实验条件与图 1 相同。

图 5. A、阴性人血清和 B、人血清中 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱图（ $2800-3100\text{cm}^{-1}$ ），实验条件与图 1 相同。

本发明首次报道了人血清中艾滋病毒（HIV1 和 HIV2）与对照样品阴性人血清的拉曼光谱图，实际上将成为艾滋病毒的一套标准拉曼光谱图，

可供科研，医疗卫生、血制品、血库等方面作为参比标准使用，只需比较谱图各特征峰即可确知有无艾滋病毒。这种方法在体外能够快速、准确地检测出体液中（血液、精液、唾液等）及各种血制品等物中的艾滋病毒。

上述光谱检测法的实验过程和科学上的理论分析（谱图特征峰与艾滋病毒空间结构间关系）如下：

本发明所提供的人血清中艾滋病毒的拉曼光谱图是首次得到的真实的 RNA—蛋白质—碳水化合物—脂类复合物的拉曼光谱图，是艾滋病毒空间结构的信息。

从图 1 可清楚地看出，拉曼信号主要是产生于 HIV1 和 HIV2 的上述四种主要组分的谱图，即这些突出的谱线和特征峰是产生自艾滋病毒的糖蛋白的碳水化合物、蛋白质、RNA 及脂类。

人血清中 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱，是碳水化合物产生的拉曼散射起着支配作用。在碳水化合物的异头 C1 位上有  $\beta$  构型。二股病毒 RNA 的骨架估计是 A 型构象。病毒蛋白质的二级结构保持有  $\alpha$  螺旋、 $\beta$ -折叠、 $\beta$ -回折和无规卷曲的结构。病毒的脂双层处于凝胶相。在 18 °C 下所测得的人血清中 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱谱线（450—3100 $\text{cm}^{-1}$ ），详见表 1 所示。

表 1. 在 18 °C 所测得的人血清中 HIV1 - HIV2 的拉曼光谱  
( 450--3100  $\text{cm}^{-1}$  )

频率( $\text{cm}^{-1}$ )	病毒的四种组成			
	碳水化合物	RNA	蛋白质	脂类
465				
493	Man			
503	skeletal modes	r	S-S str	
515	GlcNac		S-S str	
521			S-S str	
537	GlcNac		S-S str	
548			Trp	
581		C, G	Trp	
596		C		
602	Man			
613				
620			Phe	
631	GlcNac	r		
640			Tyr	
669	Man	G		
676				
684				
692				
703	GlcNac		C-S str	
717			C-S str	C-N sym
728		A		
736	GlcNac			
743	Man		Ile, Asn	
751		C		
759			Trp, Val	
769	Man			
778				
786		C, U	Thr	
814		P	Asn	
832	Man		Tyr, Val	
851			Tyr	
859				
880	$\beta$ - configuration		C-C str, Trp	
	Man		Val	
907	Man		C-C str	
926	COH		C-C str	
933	GlcNac		C-C str	
952	Man		C-C str	

表1. ( 续 )

频率( cm <sup>-1</sup> )	病毒的四种组成			
	碳水化合物	RNA	蛋白质	脂类
974	Man	r		
994	CH <sub>2</sub> rock			
1004		r	Phe	
1048	C1-H bending C-O, C-C, GlcNac	r	C-N str	
1089	COH		C-N str	C-C str
1106	Man	P		
1123	Man, GlcNac	C, U	C-N str	
1132	Man		C-N str	C-C str
1157		r	C-N str	
1172				
1178		G, A, C	Tyr	
1193				
1205			Tyr, Phe	
1226		A	Amide III	
1237		U, C	Amide III	
1244			Amide III	
1250		A, C	Amide III	
1264			Amide III	
1277	CH <sub>2</sub> OH, Man		Amide III	
1282	Man, GlcNac, COH		Amide III	
1303		A, C	Amide III	
1322	GlcNac	G	C-H def	
1330	C(6)-H <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> COH			
1341		A	C-H def, Trp	
1348	COH bending, Ma 1			
1356			Trp	
1365	GlcNac	G	C-H def	
1379	CH <sub>3</sub> , GlcNac, Man	G, U, A		
1394	C-H bending			
1408	Man		CO <sub>2</sub> <sup>-</sup> sym str	
1419		G, A		
1433	GlcNac		Trp(N-H def)	
1456	CH <sub>2</sub> bending		CH <sub>2</sub> bending	CH <sub>2</sub> bending
1484		G, A		
1494	Man			
1508		A		
1520				
1527		C		
1537	Man	G		
1555	GlcNac		Amide II, Trp	
1581		G, A	Trp	
1567				



表 1. ( 续 )

频率( $\text{cm}^{-1}$ )	病毒的四种组成			
	碳水化合物	RNA	蛋白质	脂类
1613				
1620	Man	C=O str,U	Trp, Tyr, Phe	
1628				
1635	GlcNac(Amide I )			
1644			Amide I	
1660		C O str, U, G, C	Amide I	
1669			Amide I	
1681		C= O, str U, G, C	Amide I	
1696				
1725			C=O str	
1740			C=O str	
2552			S-H str, Cys	
2578			S-H str, Cys	
2853				CH <sub>2</sub> sym str
2883			C-H str	CH <sub>2</sub> asym str
2900	C-Hstr, Man			
2935	C-H str, Man	C-H str	C-H str	CH <sub>3</sub> sym str
2979	C-H str, Man	C-H str	C-H str	

缩写词说明 :

标准 3-字符号是用于各氨基酸和碳水化合物 ; 一字符号是用于 RNA 碱 ; r=ribose,核糖 ; p=磷酸酯 ; Man=D-Mannose, 甘露糖 ; GlcNac=N-乙酰基-D-葡萄糖胺。其中已知有一些特殊类型的振动模式, 它们由以下缩写词表示: sym=对称, str=伸缩, def=形变, A=腺嘧啶, U=尿嘧啶, G=鸟嘧啶, C=胞嘧啶, Trp=色氨酸, Tyr=酪氨酸, Phe=苯丙氨酸。

### 1、阴性人血清的拉曼光谱图说明：

阴性人血清的拉曼光谱的一些谱线主要是属于蛋白质（参见图 2）。这此些谱线是分别出现于 500， 521， 543 $\text{cm}^{-1}$ （S - S Str）， 744 $\text{cm}^{-1}$ ，（C - S， Str）， 832， 852 $\text{cm}^{-1}$ （Tyr）， 1003 $\text{cm}^{-1}$ （Phe）， 2554 $\text{cm}^{-1}$ （S - Hstr）， 1070， 1081， 1124 $\text{cm}^{-1}$ （C - N str）， 1342 $\text{cm}^{-1}$ （C - H def）， 1459 $\text{cm}^{-1}$ （CH<sub>2</sub> 弯曲）， 2935， 2978 $\text{cm}^{-1}$ （C - H Str）。主链酰胺 III 和酰胺 I 的谱线是分别出现于 1226， 1232 $\text{cm}^{-1}$ （ $\beta$ -折叠）， 1299 $\text{cm}^{-1}$ （ $\alpha$ -螺旋）， 1253 $\text{cm}^{-1}$ （无规卷曲）以及 1655 $\text{cm}^{-1}$ （ $\alpha$ -螺旋）， 1668 $\text{cm}^{-1}$ （ $\beta$ -折叠或无规卷曲）。有趣的是，似乎阴性人血清的蛋白质光谱中没有来自  $\beta$ -回折和色氨酸的信号。此外，在阴性人血清的拉曼谱图中也没有来自脂类，碳水化合物和 RNA 的信号。

### 2、人血清中 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱图解释：

相比之下，人血清中 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱的突出的拉曼谱线是产生于病毒糖蛋白的碳水化合物，蛋白质（包括各种酶），RNA 和脂双层。这四种组份的谱线有时是独立的，有时又被此重叠。

#### （1）人血清中 HIV1 和 HIV2 的碳水化合物的拉曼光谱：

重量占包膜糖蛋白的 50% 的是碳水化合物，属于 HIV1 和 HIV2 的碳水化合物的一些强谱线出现于 880， 1048， 1089， 1277， 1348 及 1456 $\text{cm}^{-1}$ 。在 880 $\text{cm}^{-1}$  的谱线是属于异头 C1 位上的  $\beta$ -构型。甘露糖和 N-乙酰糖胺是 GP120 寡糖的主要成分，其强谱线出现于 493， 880， 1048， 1272， 1350， 1450, 1466 $\text{cm}^{-1}$ 。N-乙酰-O-糖胺的强谱线出现于 515， 537， 1048， 631， 736， 1282， 1322， 1330， 1379 及 1635 $\text{cm}^{-1}$ 。

#### （2）人血清中 HIV1 和 HIV2 的蛋白质的拉曼光谱：

这些病毒的蛋白质包括基质蛋白、蛋白外壳，核外壳、蛋白酶、反转录酶、整合酶与核糖核酸酶等。此外，还有病毒的多肽。

主链构象： HIV 病毒蛋白的主链酰胺 III 的谱线出现于 1237， 1226 $\text{cm}^{-1}$ （ $\beta$ -折叠）， 1264， 1277， 1282 $\text{cm}^{-1}$ （ $\alpha$ -螺旋），

1303 $\text{cm}^{-1}$  ( $\beta$ -回折) 及 1244, 1250 $\text{cm}^{-1}$  (无规卷曲)。蛋白质的主链酰胺 I 的谱线, 出现于 1644 和 1681 $\text{cm}^{-1}$  ( $\beta$ -回折), 1660 $\text{cm}^{-1}$  ( $\alpha$ -螺旋或无规卷曲) 及 1669 $\text{cm}^{-1}$  ( $\beta$ -折叠或无规卷曲)。C-N 伸缩振动出现于 1048, 1089, 1123, 1132, 1157 $\text{cm}^{-1}$ 。CH<sub>2</sub> 弯曲出现于 1456 $\text{cm}^{-1}$  和 C-H 伸缩振动在 2883, 2935 及 2979 $\text{cm}^{-1}$  等谱线, 都是很清楚和很强的。

侧链构象: 属于侧链的谱线是产生于芳香残基, 出现于 548, 581, 759, 880, 1341, 1356, 1433, 1555, 1581 及 1620 $\text{cm}^{-1}$  (色氨酸的吡啶环), 640, 832, 851, 1178, 1205, 及 1620 $\text{cm}^{-1}$  (酪氨酸的 P-羟基苯环), 620, 1004, 1205 及 1620  $\text{cm}^{-1}$ ) (苯丙氨酸的单取代苯环)。色氨酸在 1356 $\text{cm}^{-1}$  的谱线也很清楚。此外, 还有胱氨酸, 蛋氨酸等的 S-S 键、在 503、515、521 及 537 $\text{cm}^{-1}$  的伸缩振动及半胱氨酸的-SH 基在 2552, 2578 $\text{cm}^{-1}$  的谱线; 天冬氨酸和谷氨酸残基的羧基出现于 1725, 1740 $\text{cm}^{-1}$  和 1408 $\text{cm}^{-1}$ 。

(3) 人血清中 HIV1 和 HIV2 的 RNA 的拉曼光谱: 这主要是主链磷酸二酯, 磷酸离子, 4 个碱基 A. G. C. U 和核糖的空间结构。主链磷酸二酯 (PO<sub>2</sub>) 在 814 $\text{cm}^{-1}$  的对称伸缩振动谱线是明显的, 它表明该病毒的双股 RNA 呈 A 型构象, 在 1106 $\text{cm}^{-1}$  的对称伸缩属于磷酸离子。病毒 RNA 中的核糖 C-O 和 C-C 伸缩振动是出现在 974, 1004, 1048 及 1157 $\text{cm}^{-1}$ , 核糖骨架变形谱线出现于 503 和 631 $\text{cm}^{-1}$ 。此外, 还有碱基的许多的谱线。

(4) 人血清中 HIV1 和 HIV2 的脂类的曼光谱: 病毒的脂类所产生的谱线出现于 717, 1089, 1132, 1456, 2853, 2883 及 2935 $\text{cm}^{-1}$ 。这些谱线分别属于胆碱的 C-N 对称伸缩, C-C 主链振动, CH<sub>2</sub> 弯曲振动及 C-H 伸缩振动。

(5) 结论: 将人血清 HIV1 和 HIV2 的拉曼光谱图 (A) 与阴性人血清的拉曼光谱图 (B) 进行比较可以看出在 B 中的强的特征谱线 880, 1048, 1089, 1277, 1348, 1456, 1644, 1660, 2883, 2935, 以及 2979  $\text{cm}^{-1}$ , 是十分明显地表明着它们双方的差别。

本发明的效果：利用光谱法检测艾滋病病毒具有很高的准确性，因为 Raman 和红外光谱图都具有“指纹”鉴定的特征。美国和法国的 Raman 光谱仪的波数精度高达  $\pm 0.1 \text{ CM}^{-1}$ ，分辨率高达  $0.28 \text{ cm}^{-1}$ （检收指标），因而该图谱有很高的重现性。

本发明检测艾滋病的光谱方法，与主述生化及分子生物学方法相比，具有下列优点：

（1）能直接测定含有艾滋病病毒（例如 HIV1，HIV2）的血清和血液、唾液、精液等，且所需样品量少，每次只需  $15 - 20 \mu \text{L}$  即可；

（2）灵敏度高：能够直接和同时测得艾滋病病毒的四种组成（RNA、蛋白质、糖和脂类）及它们的空间结构的信息；

（3）专一性极强和准确性极高：有无艾滋病病毒的血液或血清呈现出的信息（谱图）完全不同；

（4）快速简便：检测一个样品大约需要  $0.5 - 3$  小时（视谱仪的检测器类型而定）。对初中毕业生经短期培训操作规程即可进行检测，对照标准样品图谱即可判定血液或血清中是否有艾滋病病毒；

（5）安全无污染：对测试人员及环境无污染；

（6）设备投资的效益高：建立检测装置，购买进口激光拉曼光谱仪需要费用约 10-15 万美元，但可连续使用 30 - 40 年，作为艾滋病检测中心长远考虑是合算的。（其间只需调换消耗性器材如：激光管等）。

#### 实施例 1

被检测的样品是阴性人血清（未被 HIV 感染）和强阳性人血清（含有 HIV1 和 HIV2），HIV 即人类免疫缺损病毒。它们均来自美国 V - TECH 公司（地址在 Pomona, CA, 91767, U.S.A）。（见“说明书”）

样品注入 1.0mm 内径的石英管内。

用法国的 Jobing Yvon 公司的 JY - T800 Raman 光谱仪进行测定。用美国的 NIC1180 小型计算机（配有专门做 Raman 光谱的程序）控制及数据处理。激光器是美国 Spectra-Physics 公司生产的 164 型氩离子激光器，激发线波长  $514.5 \text{ nm}$ ，功率  $500 \text{ mW}$ ，光谱分辨  $4 \text{ cm}^{-1}$ ，三单色器的 4 个狭缝宽度  $700, 800, 800, 700 \mu \text{m}$ ，步长  $1 \text{ cm}^{-1}$ ，积分时间和信

号平均 0.1 和 7 次扫描 (在  $450 - 175\text{cm}^{-1}$ ), 0.2 和 5 次扫描( $2500-2600\text{cm}^{-1}$ ), 0.2 和 2 次扫描 ( $2800 - 3100\text{cm}^{-1}$ ), 室温  $18^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。获得 HIV1 和 HIV2 的 Raman 光谱和特征 Raman 频率与指定表 ( $450 - 1750\text{cm}^{-1}$ ,  $2500-2600\text{cm}^{-1}$ ,  $2800 - 3100\text{cm}^{-1}$ ) 见附图 1 - 5 和表 1。对照, 比较阴性人血清与含 HIV1 和 HIV2 的人血清, 便可确知艾滋病毒存在。

### 实施例 2

实验方法同实施例 1, 不同之处在于使用红外光谱, 结果也得到同样的谱图和特征谱线。

# 说明书附图

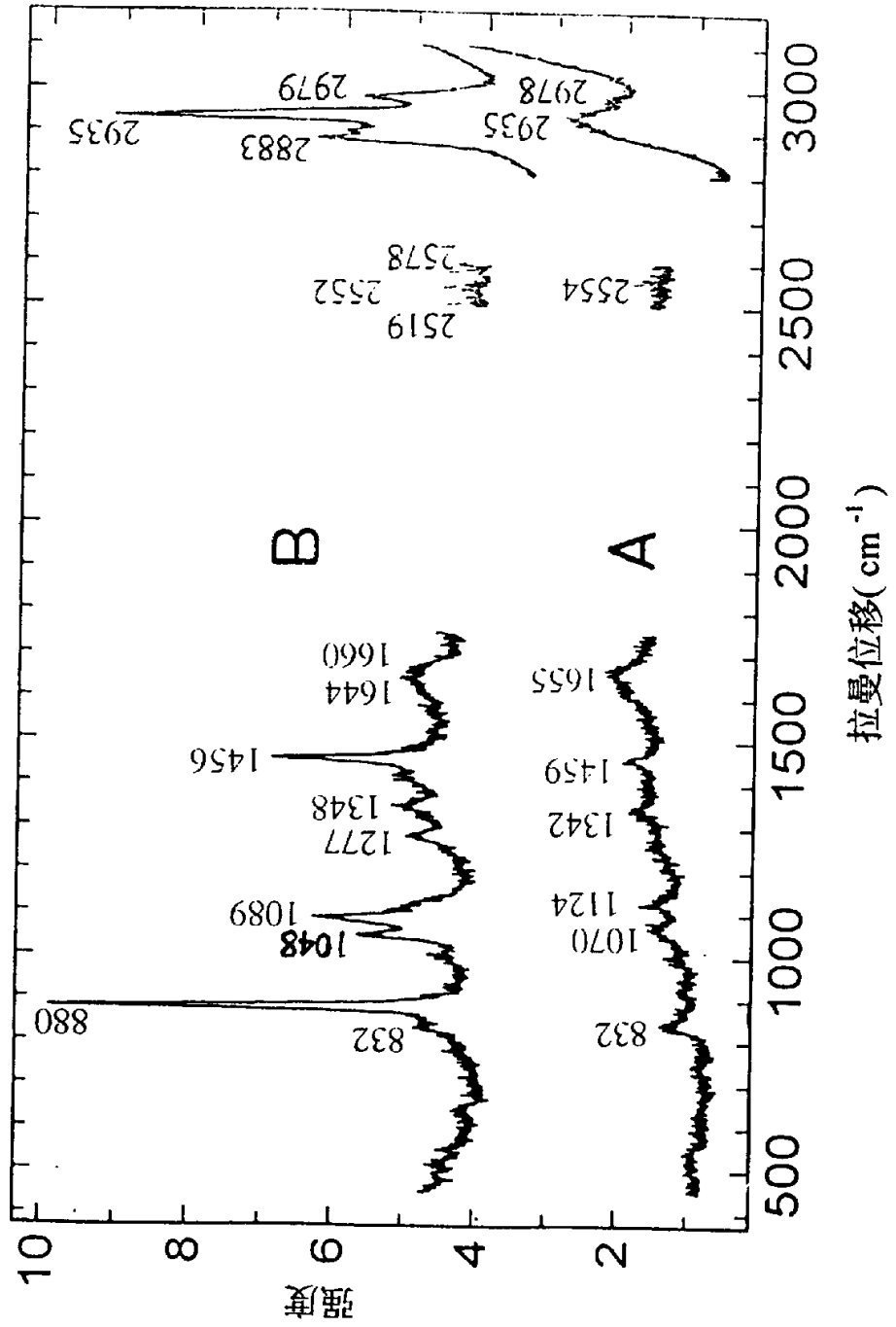


图 1

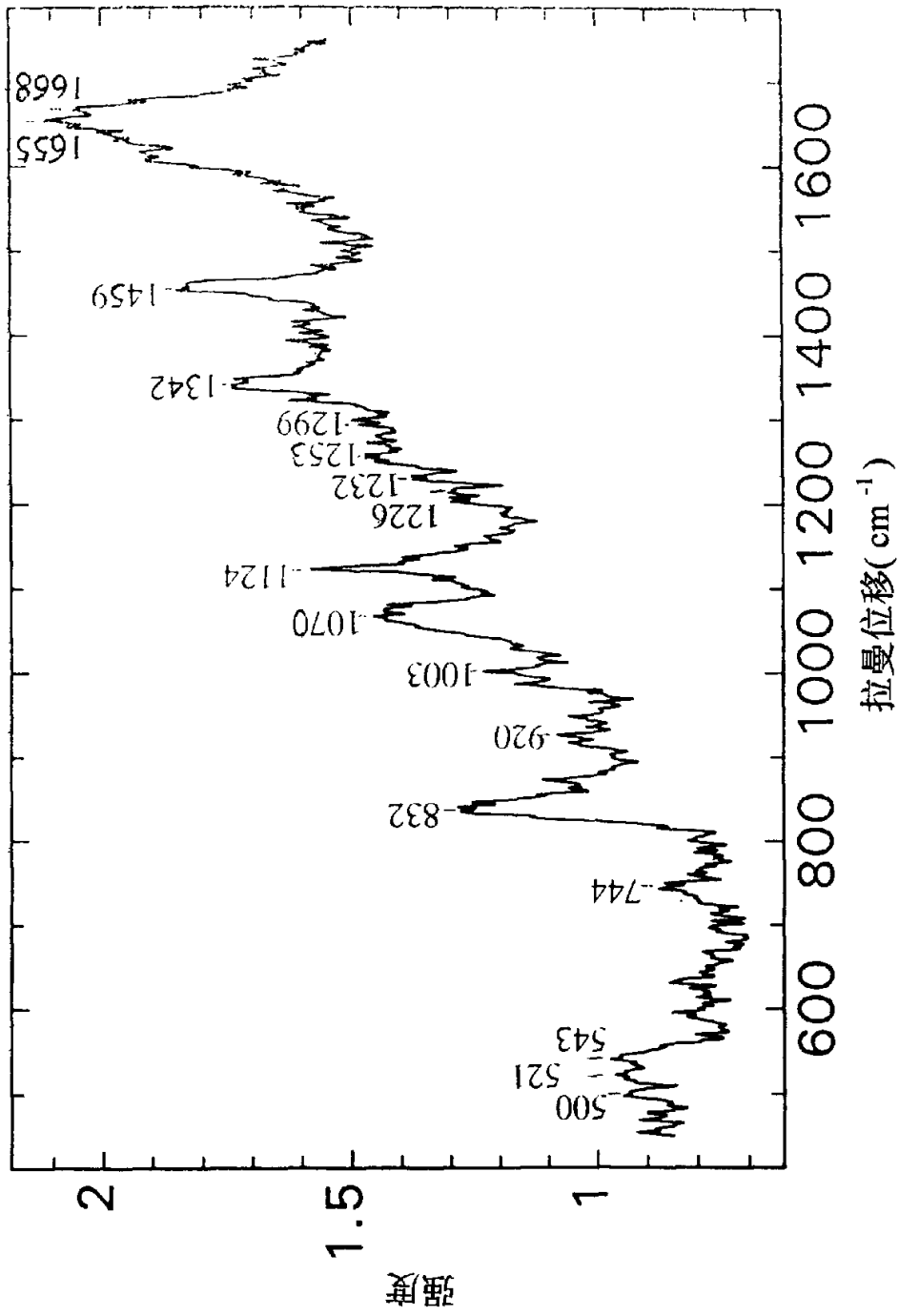


图 2

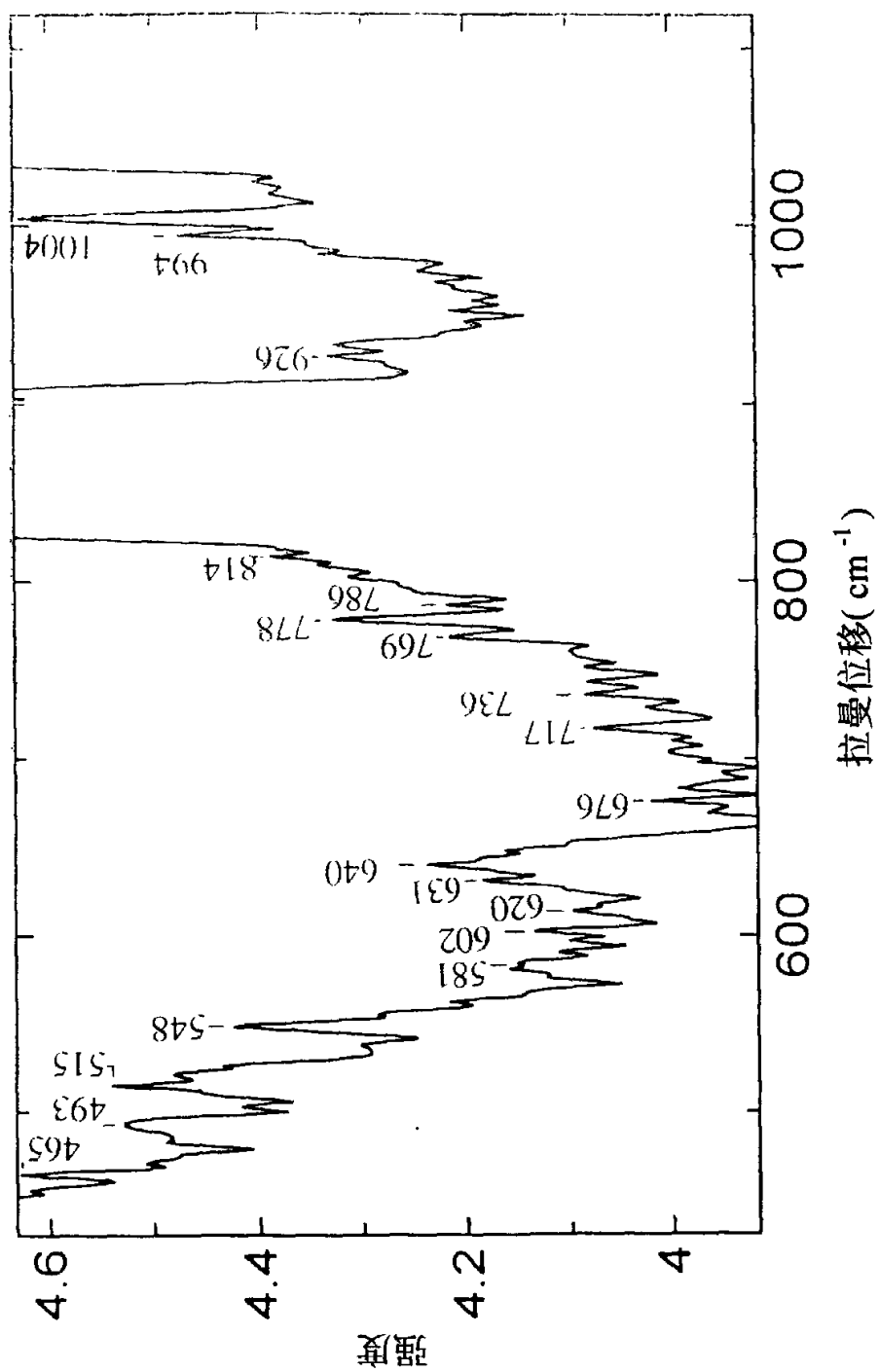


图 3



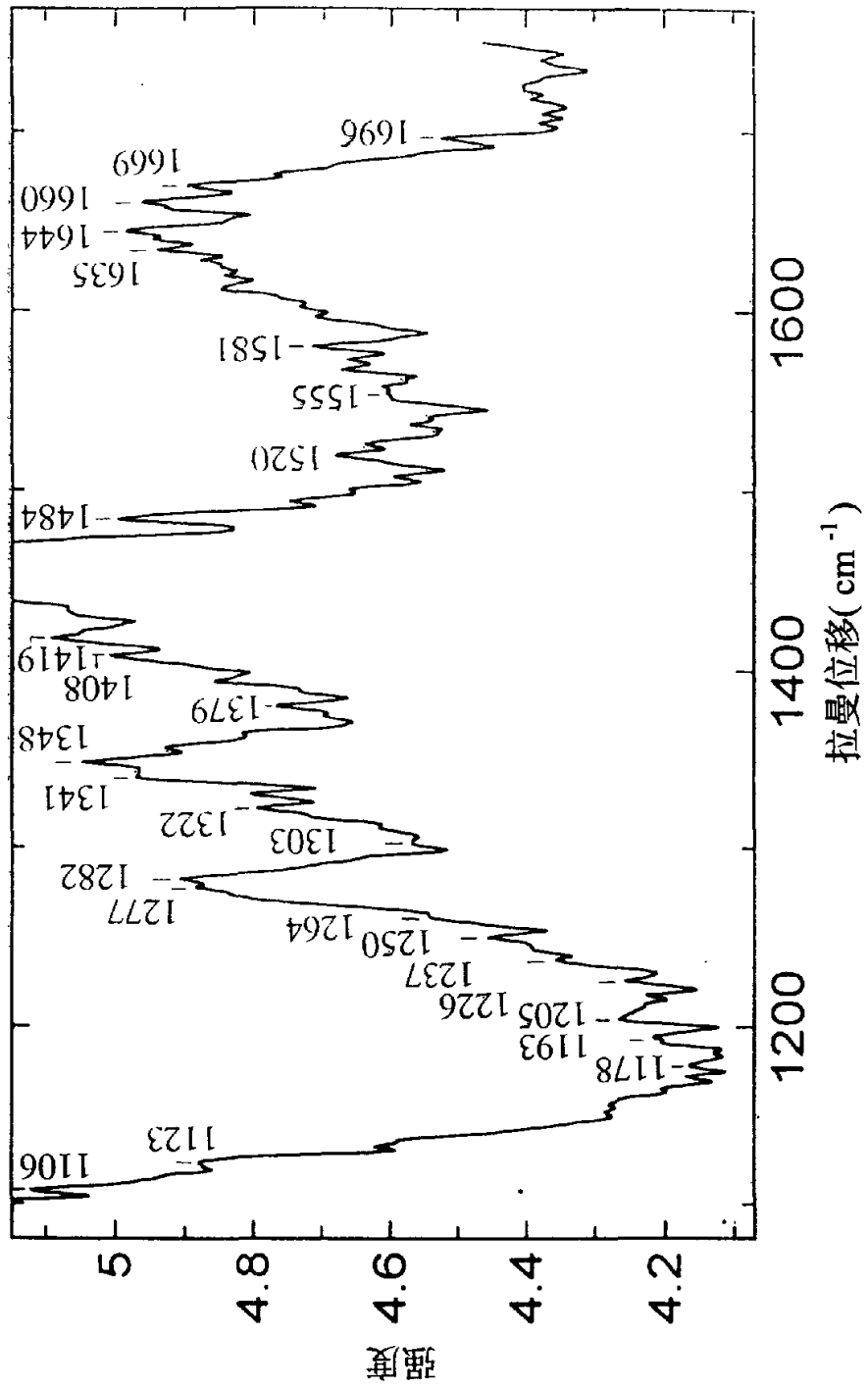


图 4

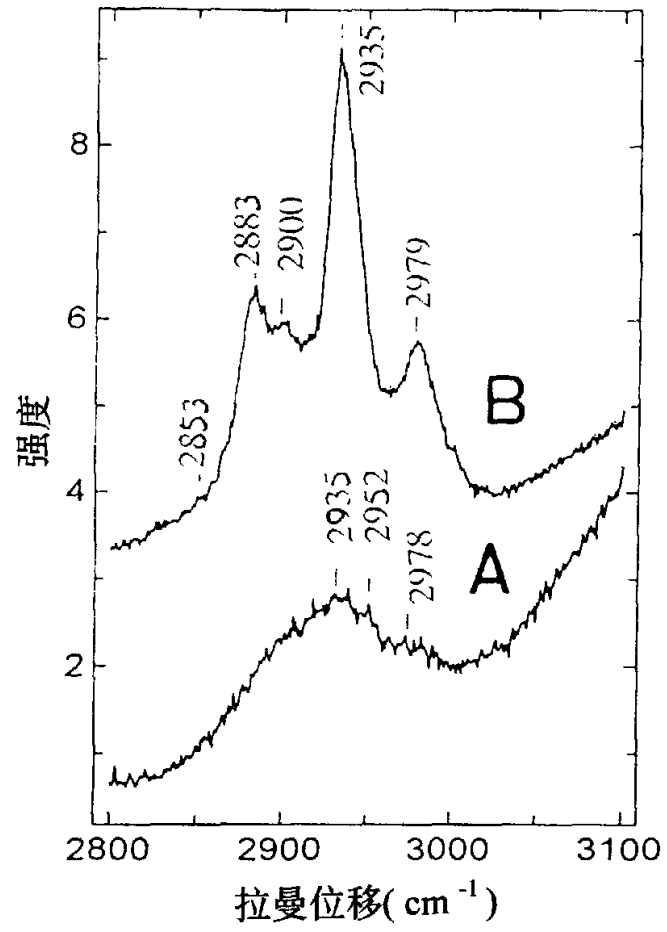


图 5

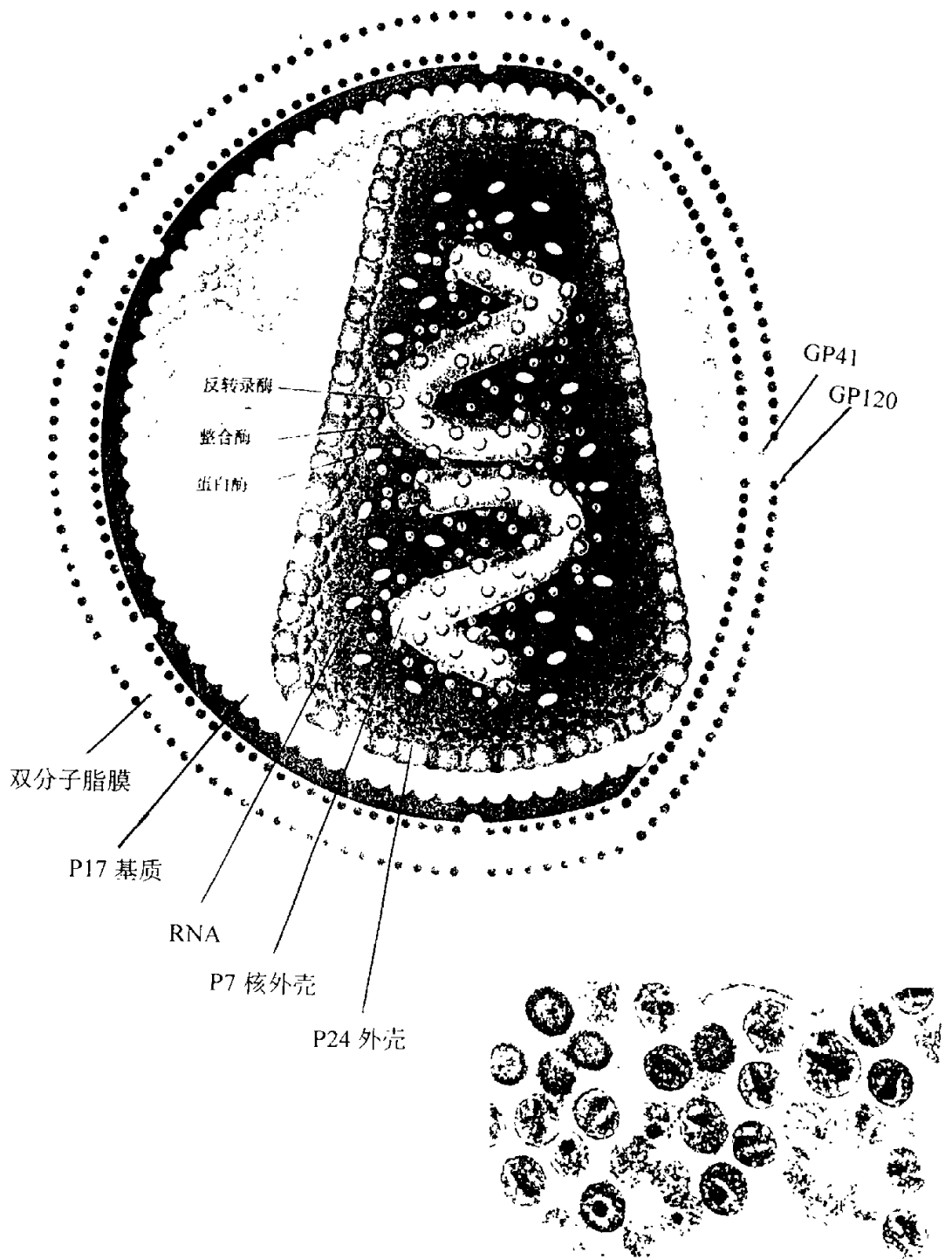


图 6