

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610018281.9

[51] Int. Cl.

G11B 7/24 (2006.01)

G11B 7/254 (2006.01)

G11B 7/257 (2006.01)

G11B 7/244 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100388373C

[22] 申请日 2006.1.23

[21] 申请号 200610018281.9

[73] 专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市 800-211 邮政信箱

共同专利权人 查 黎

[72] 发明人 魏劲松 施宏仁 侯立松 干福熹

[56] 参考文献

CN1542788A 2004.11.3

CN1632870A 2005.6.29

CN1632869A 2005.6.29

CN1220455A 1999.6.23

一种新的超分辨记录点的读出技术. 魏劲松, 阮昊, 施宏仁, 干福熹. 光学学报, 第 23 卷第 5 期. 2003

审查员 段瑞玲

[74] 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司

代理人 朱必武

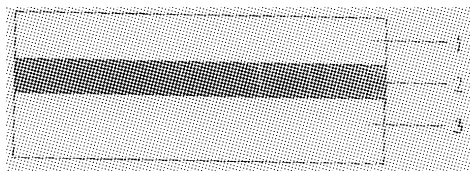
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 6 页

[54] 发明名称

超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘

[57] 摘要

一种超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘, 包括超透镜薄膜(2)和盘基(3), 还有介电层(1), 它们依次为介电层(1)/超透镜薄膜(2)/盘基(3), 介电层(1)是氮化硅 SiN 或 ZnS-SiO₂; 盘基(3)带有坑点, 坑点尺寸小于 380nm, 最小坑点尺寸在 200nm, 其特征在于: 超透镜薄膜(2)是 Ag(x)Au(1-x)合金薄膜, 其中 x 值在 0-1 之间变化。该光盘结构, 通过使用激光波长为 650nm 红光, 数值孔径为 0.60 的光学头, 实现信息坑点尺寸在 200nm 及其以上的动态读出。该光盘的单面单层容量达到 12-15GB, 双面单层的容量达到 25-30GB。



1、一种超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘，包括超透镜薄膜(2)和盘基(3)，还有介电层(1)，它们依次为介电层(1)/超透镜薄膜(2)/盘基(3)，介电层(1)是氮化硅 SiN 或 ZnS—SiO₂；盘基(3)带有坑点，坑点尺寸小于 380nm，最小坑点尺寸在 200nm，其特征在于：超透镜薄膜(2)是 Ag(x)Au(1-x)合金薄膜，其中 x 值在 0-1 之间变化，不包括 0 和 1。

2、如权利要求 1 所述的超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘，其特征在于所述的超透镜薄膜(2)所用的 Ag(x)Au(1-x)合金薄膜材料的厚度范围 5—500nm。

3、如权利要求 1 或 2 所述的超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘，其特征在于介电层(1)由厚度 10—500nm 的氮化硅 SiN 或 ZnS—SiO₂ 构成，厚度范围是 10—500nm。

4、如权利要求 3 所述的超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘，其特征在于所述的盘基(3)所用的材料为聚碳酸酯或 K9 玻璃，盘基的厚度为 0.6—1.2mm。

超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘

技术领域

本发明属于信息技术中光存储领域，是一种超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘，主要适用于只读式红光超分辨数字光盘，可以有音频、视频等多种用途。

背景技术

信息技术的迅猛发展要求用于信息存储的光盘必须具备超高存储密度和超快存取速率，这就要求光盘中的记录点的尺寸越来越小。然而，随着记录点尺寸的减小，要求用于记录点读出的光斑尺寸也相应减小，采用现有的光学系统却很难读出如此微小的记录点，因为记录点尺寸小于读出光斑的分辨率，光斑中将出现多个记录点的信号，这就要求采用短波长的激光和高数值孔径的光学头，但由于光的衍射极限效应和光学头的数值孔径的制约，读出光斑尺寸的减小即使从目前的蓝光转移到紫光也只是几倍的关系，而光学头数值孔径的增大是以焦深的减小和由于偏心率而引起的失真的加大为代价。因此采用增大光学头的数值孔径和减小激光波长来减小读出光斑的尺寸是十分有限的，所以研究直径小于光的衍射极限的记录点（超分辨记录点）的读出具有非常重要的应用价值和意义，同时这对于实现超高容量的只读式光盘来讲也有很大的实际应用前景。Yasuda 等首次采用“PC 基片/介电层/反射层/介电层/掩膜层/介电层”的膜层结构在只读式光盘实现了超分辨记录点的读出(Kouichi Yasuda, Masumi Ono and Katsuhisa Aratani et al. Premastered Optical Disk by Super-resolution. Jpn. J. Appl. Phys., 1993, 32(11B): 5210—5213)，随后他们改变光盘结构为“PC 基片/对比度增强层/介电层/掩膜层/介电层/反射层/介电层”既实现了只读式超分辨光盘的线密度提高，又实现了其道密度的增加(Yutaka K, Kouichi Y, Masumi O et al., Jpn. J. Appl. Phys., 1996, 35 part.1B 423-428)。Yihong Wu 等在理论上提出“PC 基片/介电层/上掩膜层/下掩膜层/反射层/介电层”双掩膜层结构的只读式超分辨光盘来获得超分辨记录点的读出(Yihong Wu, Hock Khoo and Takuyo Kogure et al. Read-only Optical disk with Super-resolution, Appl. Phys. Lett. 1994, 64(24): 3225-3227)。Jingsong Wei and Fuxi Gan 采用超分辨反射膜结构在激光波长为 632.8nm、

光学头的数值孔径为 0.40 的装置上实现了尺寸为 380nm 的超分辨信息点的读出。

(Jingsong Wei and Fuxi Gan, "Novel approach to super-resolution pits readout", Opt. Eng. (Lett) 41(9), 2073-2074(2002)。然而, 以上的光盘结构读出的记录点尺寸仅仅在光的衍射极限左右, 我们的任务是进一步读出更小的记录点和得到更高的信噪比, 使光盘上的信息记录点小于 380nm。

发明内容

为了能读出只读式光盘中小于 380nm 的信息记录点, 本发明提出一种超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘, 在激光波长为 650nm、数值孔径为 0.60 的动态装置上实现记录点尺寸在 200nm 及其以上的读出, 该记录点的尺寸远小于动态测试装置的分辨率。

本发明的技术解决方案是:

一种超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘, 包括超透镜薄膜 2 和盘基 3, 其特征在于: 还有介电层 1, 它们依次为介电层 1/超透镜薄膜 2/盘基 3, 介电层 1 是氮化硅 SiN 或 ZnS—SiO₂; 超透镜薄膜 2 是 Ag、Au 或 Ag(x)Au(1-x) 合金薄膜, 其中 x 值在 0-1 之间变化; 盘基 3 带有坑点, 坑点尺寸小于 380nm, 最小坑点尺寸在 200nm。由于采用了上述结构, 与在先技术相比具有结构简单、制备成本低廉和工艺控制容易等优良性能。其机理是在读出激光束的作用下, 由于超透镜薄膜由贵金属组成, 其上又覆盖了介电层 1, 在介电层 1/超透镜薄膜 2 的界面处会激发出表面等离子体波, 表面等离子体波由于沿表面传播, 波矢大、波长短, 当遇到信息记录点时, 它将被散射和耦合成传播光, 通过探测该传播光来实现更小超分辨记录点的动态读出。

如上所述的超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘, 其特征在于所述的超透镜薄膜 2 所用的 Ag、Au 或 Ag(x)Au(1-x) 合金薄膜材料的厚度范围 5—500nm。在 5-500nm 区间中, 具有读出信噪比高, 光盘性能稳定等优良性能。

如上所述的超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘, 其特征在于介电层 1 由厚度 10—500nm 的氮化硅 SiN 或 ZnS-SiO₂ 构成, 厚度范围是 10—500nm。在 10—500nm 区间中, 具有具有读出信噪比高, 光盘性能稳定等优良性能。

如上所述的超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘, 其特征在于所述的盘基 3 所用的材料为聚碳酸酯或 K9 玻璃, 盘基的厚度为 0.6—1.2mm。盘基 3 可用的材料有用聚碳酸酯或 K9 玻璃或普通的石英玻璃, 选用聚碳酸酯或 K9 玻璃具有读出性能好、材料来源容易、与传统

光盘兼容等优良性能。

本发明的技术效果：

与先前的技术相比，本发明的超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘中介电层 1 为保护层，并与超透镜薄膜层 2 结合用于减小读出光斑的尺寸。在激光波长为 650nm、光学头的数值孔径为 0.60 的动态测试系统下能实现信息坑点尺寸在 200nm 及 200nm 以上的读出。该只读式光盘的单面单层容量达到 12-15GB，双面单层的容量达到 25-30GB。

附图说明

图 1，本发明实施例的结构示意图。

图 2，以 SiN 作为介电层、Ag 作为超透镜薄膜得到的动态信号示波器图。

图 3，以 SiN 作为介电层、Au 作超透镜薄膜得到的动态读出信号频谱图。

图 4，以 SiN 作为介电层， $Ag_{0.5}Au_{0.5}$ 超透镜薄膜得到的读出信号频谱图。

图 5，以 ZnS-SiO₂作为介电层，Ag 作超透镜薄膜得到的读出信号的频谱图。

图 6，以 ZnS-SiO₂作为介电层，Au 作超透镜薄膜得到的读出信号的频谱图。

图 7，以 ZnS-SiO₂作为介电层， $Ag_{0.5}Au_{0.5}$ 作超透镜薄膜得到的信号的频谱图。

图 8，SiN 薄膜厚度与读出信噪比的关系。

图 9，ZnS-SiO₂薄膜厚度与读出信噪比的关系。

图 10，Ag 薄膜厚度与读出信噪比的关系。

图 11，Au 薄膜厚度与读出信噪比的关系。

图 12， $Ag_{0.5}Au_{0.5}$ 薄膜厚度与读出信噪比的关系。

具体实施方式

本发明的实施例为“超透镜薄膜结构的只读式红光超分辨多用数字光盘”，如图 1 所示，包括介电层 1、超透镜薄膜层 2 和盘基 3。介电层 1 用于保护超透镜薄膜层 2，并与超透镜薄膜层 2 结合用于减小读出光斑的尺寸，盘基 3 用于预制信息点，信息点尺寸在 200nm。

本发明实施例中的介电层 1 由厚度 10—500nm 的氮化硅或 ZnS-SiO₂ 构成。根据实施的具体情况取值，然而，在低于 10nm 时，则不行，因为在该厚度下高质量的薄膜制备比较困难；在高于 500nm 时也不行，因为在该厚度下一方面使制备成本提高，另一方面读出信号下降。超透镜薄膜层 2 所用的材料的厚度为 5-500nm 的 Ag、Au 或 $Ag(x)Au(1-x)$ 合金薄膜，根据实施的具体情况取值，在低于 5nm 时则不行，因为在该厚度下高质量的薄膜制备比较困难，同时降低光盘的读出信噪比，高于 500nm 时也不行，因为在该厚度下已经没有表面

等离子体波效应,不能实现超分辨信息点的动态读出。介电层 1、超透镜薄膜层 2 和盘基 3 联合构成超透镜薄膜结构的超分辨数字光盘,见图 1。

本发明的介电层 1 可以由 $\text{SiN}(x)$ 或 $\text{ZnS}(x)-\text{SiO}_2(1-x)$ 构成,超透镜薄膜 2 可以由 $\text{Ag}(x)$ 、 $\text{Au}(1-x)$ 或 $\text{Ag}(x)\text{Au}(1-x)$ 合金组成(注:参数 x 可以取 0 和 1 之间的任意值)。下面结合实例对本发明及其作用作进一步说明:

在厚度为 0.6mm 的聚碳酸酯基片上用压制的方法预制直径为 200nm 的坑点作为信息点。超透镜薄膜结构的只读式红光超分辨多用数字光盘的制备过程如下:采用磁控溅射方法(溅射气压 $1.0 \times 10^{-4} \text{Pa}$),在光盘基片上依次镀:贵金属薄膜层 2 和介电层 1,其中介电层 1 为厚度为 80nm 的 SiN 薄膜,贵金属薄膜层 2 为 40nm 厚的 Ag 超透镜薄膜。检测光盘中信号所用装置的激光器是波长为 650nm 的半导体激光器,所用光学头的数值孔径为 0.60,根据光的衍射极限公式计算得到光斑的半高宽的直径为 600nm,远远超过坑点直径 200nm。测试本实验中的超透镜薄膜结构的只读式红光超分辨多用数字光盘,则得到了图 2 所示的示波器信号,这说明本发明“超透镜薄膜结构的只读式红光超分辨多用数字光盘”能在激光波长为 650nm、光学头的数值孔径为 0.60 的动态装置上实现信息坑点尺寸在 200nm 的读出。以 SiN 作为介电层, Au 作为超透镜薄膜层得到的动态读出信号的频谱图 3。以 SiN 作为介电层, $\text{Ag}_{0.5}\text{Au}_{0.5}$ 作为超透镜薄膜层得到的动态读出信号的频谱图 4。以 ZnS-SiO_2 作为介电层, Ag 作为超透镜薄膜层得到的动态读出信号的频谱图 5。以 ZnS-SiO_2 作为介电层, Au 作为超透镜薄膜层得到的动态读出信号的频谱图 6。以 ZnS-SiO_2 作为介电层, $\text{Ag}_{0.5}\text{Au}_{0.5}$ 作为贵金属薄膜层得到的动态读出信号的频谱图 7。

改变上述 SiN 薄膜或 ZnS-SiO_2 薄膜厚度得到图 8 和图 9 所示的动态读出信号与薄膜厚度的关系,其关系为随着薄膜厚度的增加,其信噪比先增加再减小。 SiN 薄膜或 ZnS-SiO_2 薄膜厚度在 200 nm 左右时,信噪比达到最大值。

改变 Ag 薄膜或 Au 薄膜或 $\text{Ag}_{0.5}\text{Au}_{0.5}$ 薄膜的厚度,得到图 10、图 11、图 12 所示的读出信噪比与薄膜厚度的关系,其关系为随着薄膜厚度的增加,其信噪比先增加再减小。 Ag 薄膜, Au 薄膜, $\text{Ag}_{0.5}\text{Au}_{0.5}$ 薄膜的厚度分别在 300nm, 220nm, 320 nm 左右时,信噪比达到最大值。

综上所述,采用本发明的“超透镜薄膜结构的只读式红光超分辨多用数字光盘”,在激光波长为 650nm、光学头的数值孔径为 0.60 的动态装置上能实现信息坑点尺寸在 200nm 及其以上的读出。

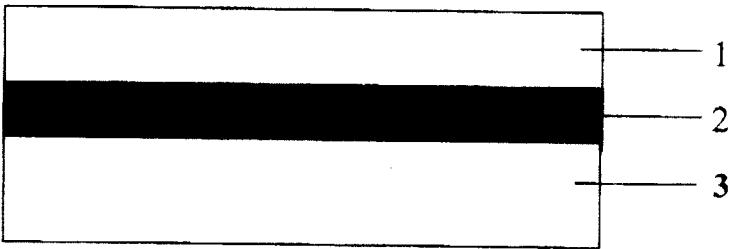


图 1

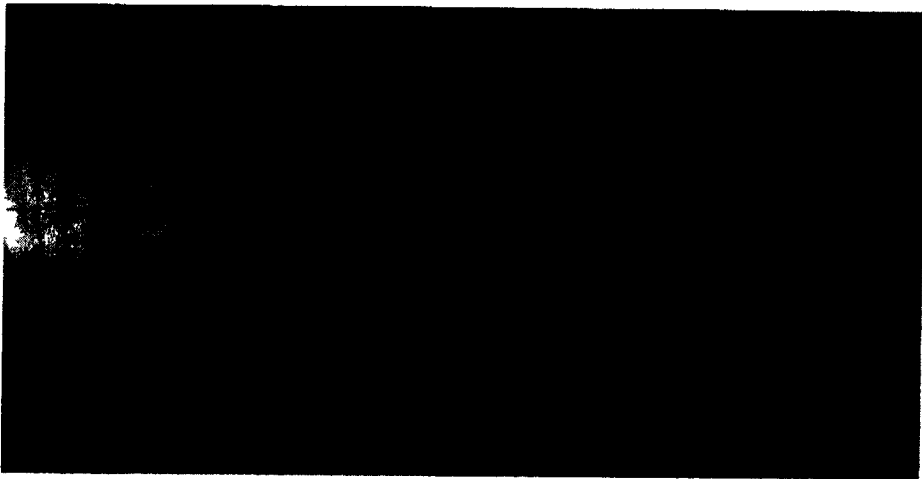


图 2

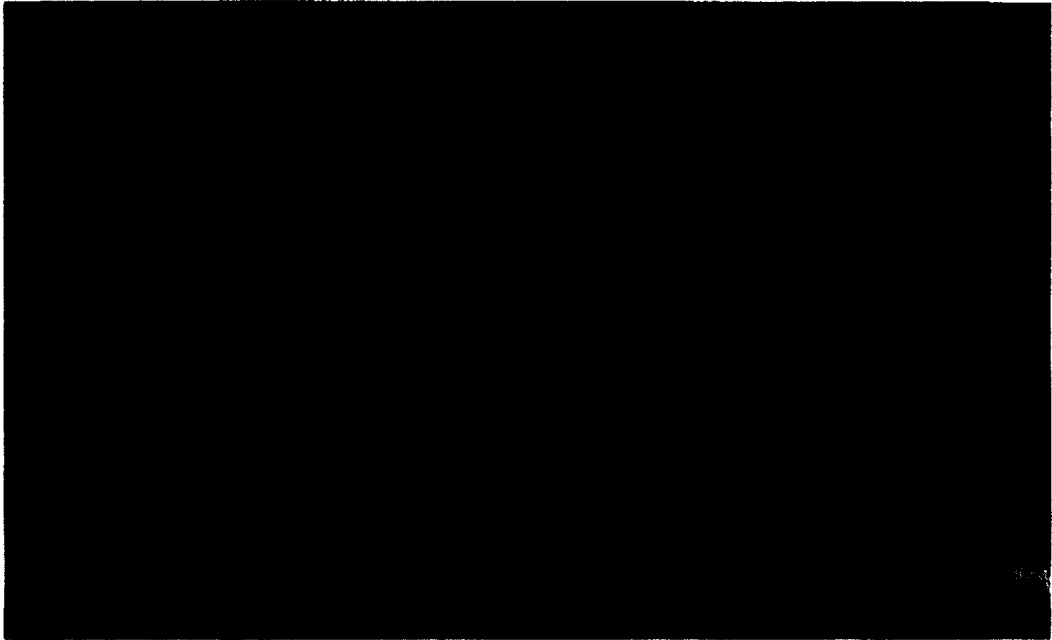


图 3

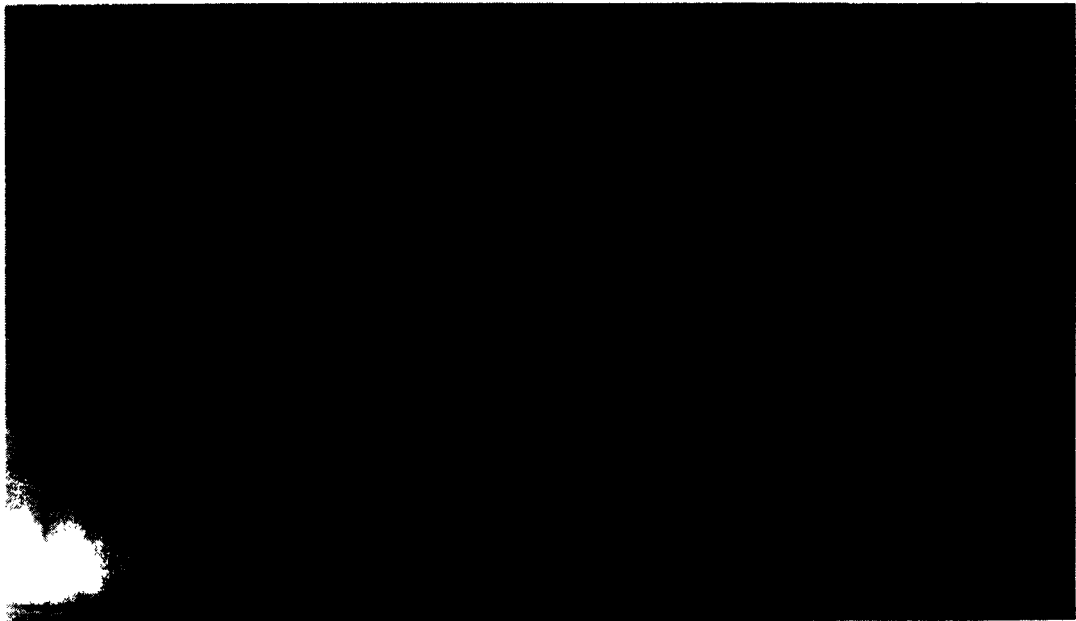


图 4

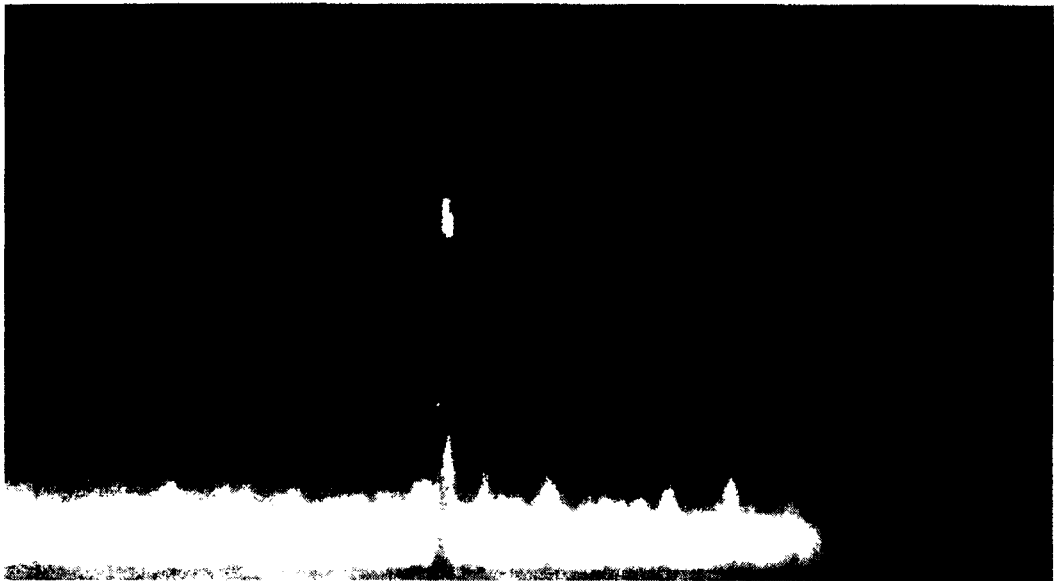


图 5



图 6



图 7

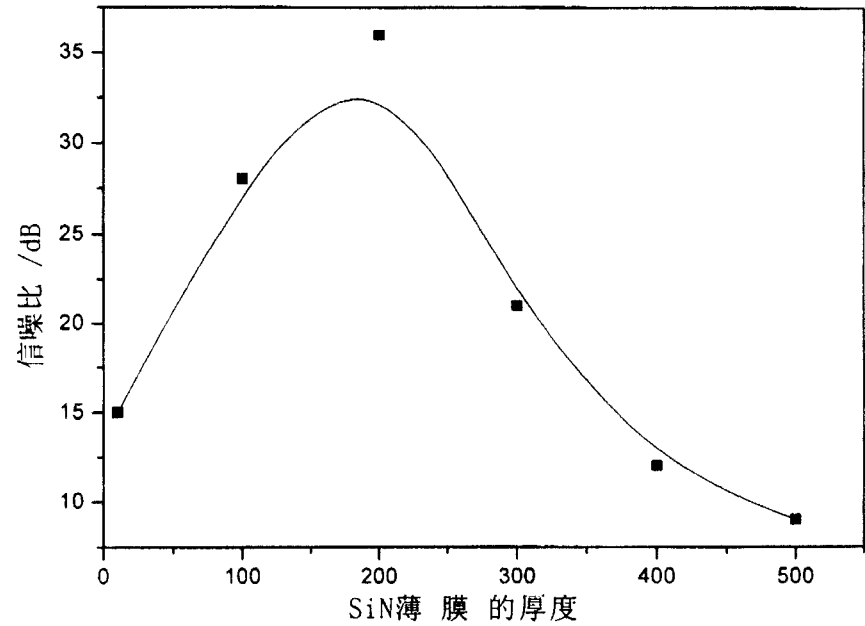


图 8

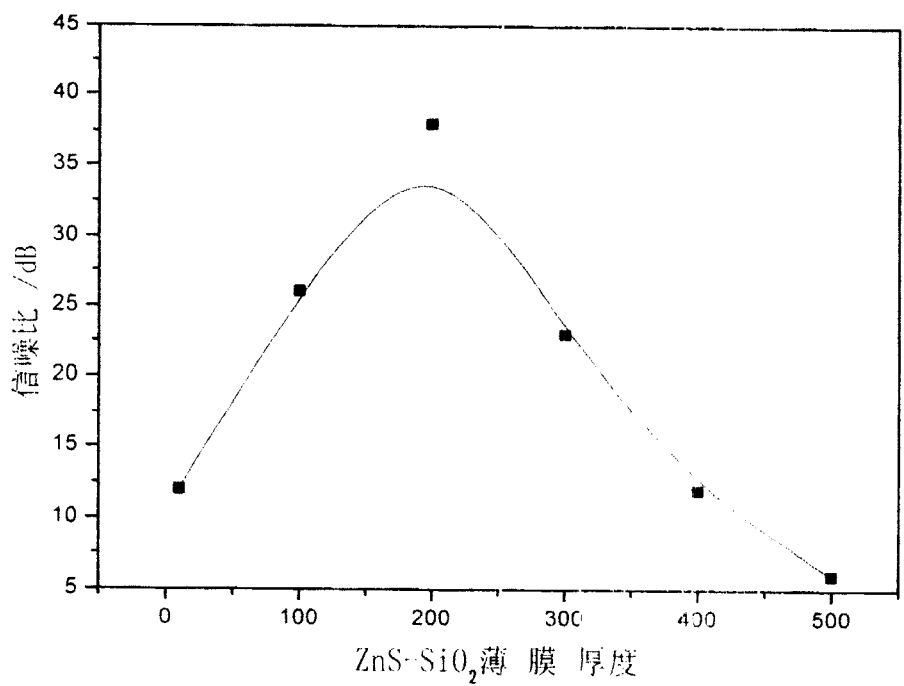


图 9

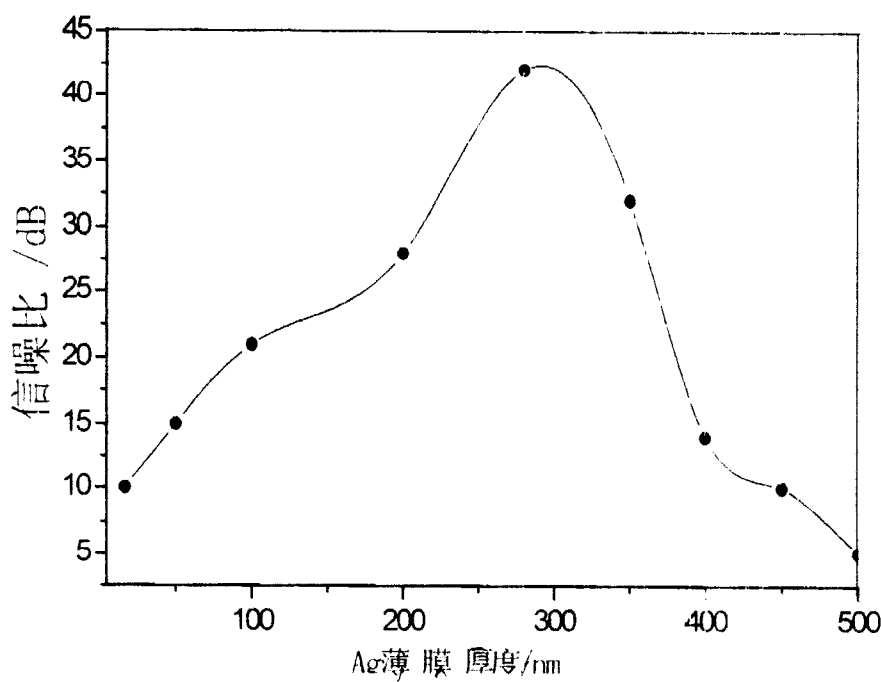


图 10

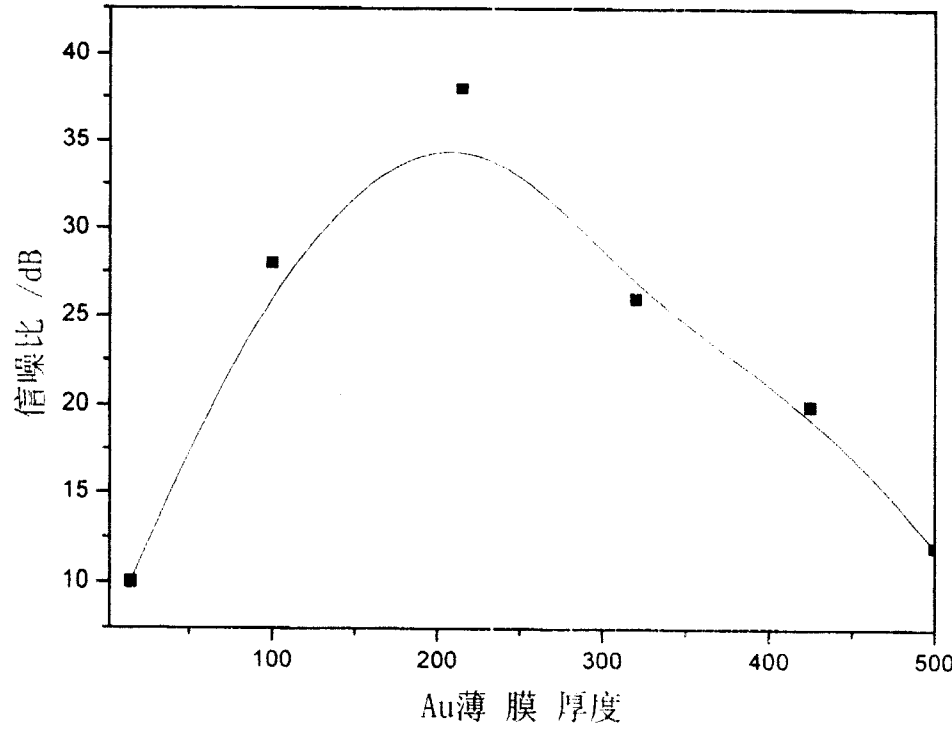


图 11

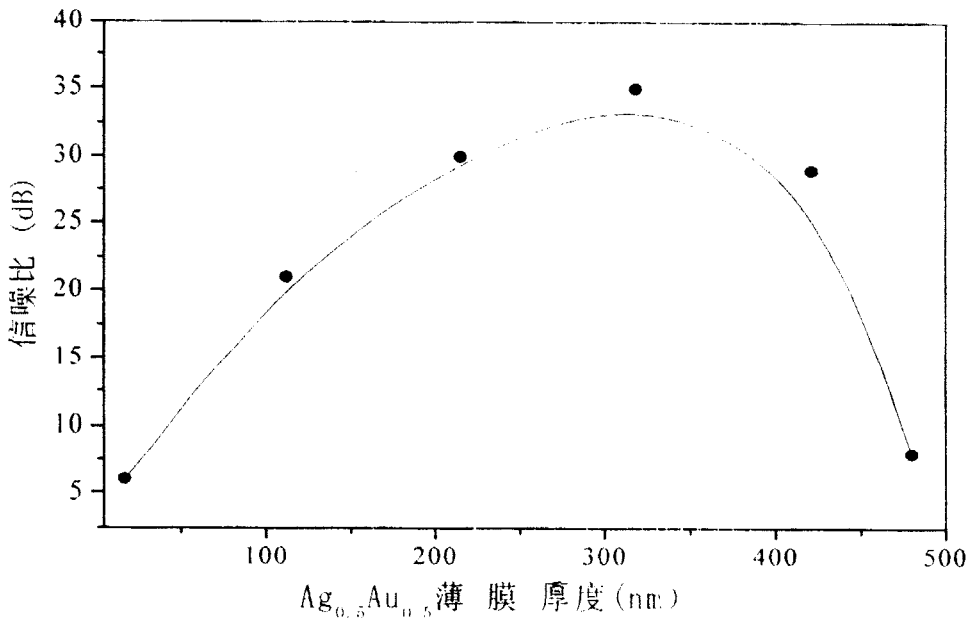


图 12