

透射全息图的反射象成因分析

单子娟 王定兴 李正直

(苏州大学物理系)

提要: 本文从实验结果出发, 比已有的文献更全面地分析了透射全息图的反射象的成因。

Reflection behaviour of transmission holograms

Shan Zijuan, Wang Dingxing, Li Zhengzhi

(Suzhou University)

Abstract: In this paper the reflection behaviour of transmission holograms is discussed more comprehensively than in the literature available on this subject.

在一张透射全息图的再现中, 能观察到反射象; 而在一张反射全息图的再现中, 能观察到透射象。至今, 有的文献未给出解释^[1,2], 有的只给出片面的解释^[3~5]。

本文仅讨论银盐感光干板透射全息图的反射象成因。为了能定量测量全息图各个象的照度, 我们用天津全息干板拍摄了平面标尺的非涅耳全息图, 以及最简单的全息图——全息光栅。经过实验测量与分析, 得到银盐全息干板的透射全息图的反射象的可能成因在于: (1) 感光膜层表面浮雕的反射成象; (2) 感光膜层中折射率调制反射成象; (3) 玻璃基底后表面对重现零级衍射光的镜反射, 该反射光从感光膜层后面入射, 此时重现的透射象出现在前方, 形成表观的反射象; (4) 玻璃基底后表面对透射重现现象的镜反射, 也形成表观的反射象。也就是说, (1)、(2)是透射全息图的真实反射象, 而(3)、(4)是向前出射的透射象重叠在(1)、(2)反射

象上。下面较详细地阐述这四种成象过程。

1. 感光膜层的表面浮雕作用。在拍摄和重现透射全息图时, 我们把感光干板玻璃基底面涂黑, 而重现时, 对感光膜面加液门, 此时反射象的强度降低。对于不同条件下形成的全息图, 其反射象照度减小的程度不同。对10张漂白全息图的测量表明, 由浮雕效应形成的反射象的照度约占反射象总照度的30~70%。假使玻璃基底后表面不涂黑, 它约占15~55%。为了进一步验证浮雕效应, 对全息图的感光膜面进行镀铝, 反射象的照度随镀铝层的反射率增加而增加。特别是当镀铝层接近全反射膜时, 此时全息图几乎成为完全浮雕型。在这种条件下, 反射象的照度比原来约大10倍, 而且反射象的照度已与玻璃基底后表面是否涂黑无关。此外, 对未经漂白的吸收型透射全息图测量亦表明, 吸收型全息图的浮雕效应不显著, 由它形成的

收稿日期: 1984年3月30日。

反射象的照度一般只占反射象的总照度 20% 以下。

2. 折射率的调制引起的反射成像作用。当全息干板的玻璃基底后表面全部涂黑, 而对感光膜层面上加上液门时, 反射象还具有一定的照度, 它约占反射象的总照度 30~70%。而当玻璃基底后表面不涂黑时, 它约占 20~60%。这说明在银盐的漂白透射全息图中, 折射率的调制也能形成反射象。

3. 玻璃基底后表面反射全息图的零级衍射光, 然后该零级衍射光从反向射入感光膜层, 第二次重现透射象, 形成表观的反射象。显而易见, 如果从玻璃基底后表面射入重现激光, 透射重现实象正好位于原来反射象的位置上。在通常的重现条件下, 我们通过测量由玻璃基底后表面出射的零级光强度 I_{10} , 玻璃后表面的反射率 r , 以及全息图的衍射效率 η , 得出 $I_{10} r \eta$ 量值近似等于由玻璃后表面形成反射象的照度的一半。也就是说, 它等于玻璃后表面涂黑时, 反射象总照度减少量的一半。另一半则是由于下述因素所引起的(见图 2)。

4. 玻璃基底后表面对重现透射象的镜反射。由于玻璃基底较薄, 由该原因所引起的表观反射象重叠在真实的反射象上。我们对玻璃后表面加液门劈, 如图 1(a)所示, A 为原全息片, B 为液门溶液, C 为光学平面玻璃。在这种情况下重现时, 由光学平面玻璃所反射的透射重现实象(II), 便与真实的反射象(I)分开了, 如图 1(b)所示, 此时由 3、4 因素所形成的表观反射象重合在一起。通过测量透射重现实象的照度 I_{11} 、全息图的透过率 T 和玻璃的反射率 r , 得到 $I_{11} r T$ 量值近

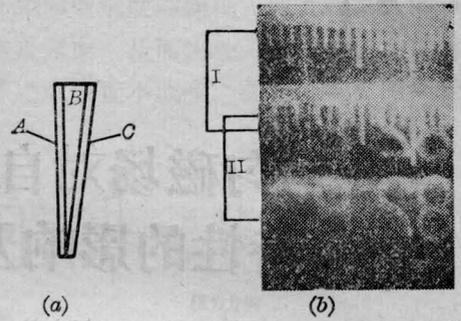


图 1

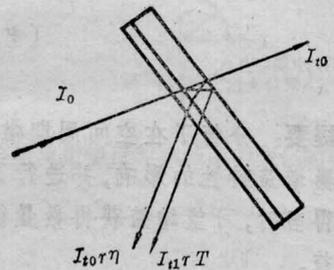


图 2

似等于 3 因素所形成的表观反射象的照度, 即 $I_{11} r T = I_{10} \eta r T = I_{10} r \eta$ (图 2)。

为了进一步说明玻璃基底对反射象总照度的贡献, 我们把玻璃基底后表面镀铝, 反射率为 85%, 那么原来反射象的照度也相应增加。用上述方法计算的结果与实验测量结果相符。

参 考 文 献

- [1] В. Д. Петров; *Ж. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр.*, 1975, **29**, 40.
- [2] В. Г. Кюмар, В. Д. Петров; *Техника и кино телевидения*, 1974, №8, 20.
- [3] E. N. Leith et al.; *Appl. Opt.*, 1966, **5**, No. 8, 1303.
- [4] P. C. Menta; *Nouv. Rev. Optique*, 1975, **6**, No. 3, 179.
- [5] P. C. Menta et al.; *J. Optics (Paris)*, 1982, **13**, No. 5, 293.