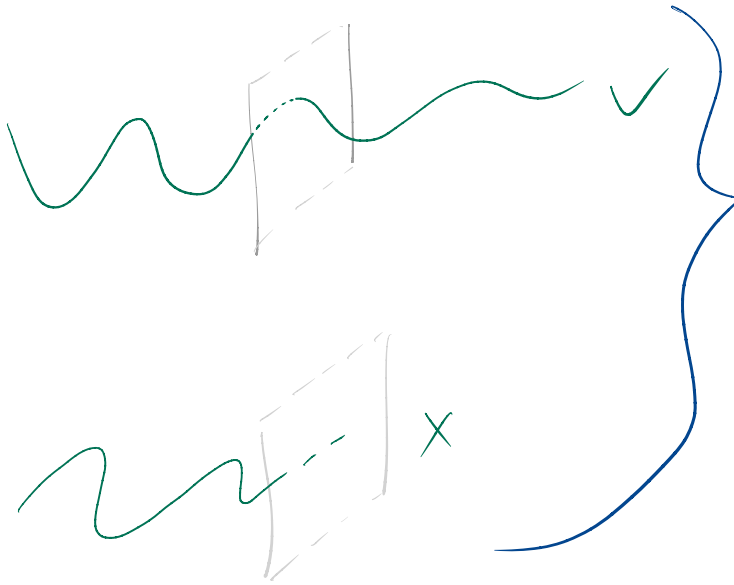


polarisation 偏振 \rightarrow only 横波
纵波 仅沿着与波一致的方向振动 \rightarrow 无偏振



线偏振光

仅包含一种振动

振动方向始终保持
在光的偏振面内

部分偏振光

包含一切可能方向的横振动 \rightarrow max 不同方向振幅不等

在互相 \perp 方向上振幅有 max & min

1. 概述

1.1 偏振态简介

早在第一篇文章中就已经指出，当两个频率相同，振动方向相垂直的单色波相叠加时，产生的就是偏振（polarization）光，并简单介绍了产生各种偏振光的条件，本文将对偏振现象展开进一步的讨论。

从偏振性的角度来说，光可以分为自然光、部分偏振光和偏振光（包括线偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光）。

- **自然光**是大量的不同振动方向的彼此无关的无优势振动方向取向的线偏振光的集合.自然光相对于传播方向呈轴对称性.普通光源发的光都是自然光，如阳光、烛光、钠灯光等.示意图如图2所示。
- **部分偏振光**是相对于传播方向就不呈轴对称性而是有一个优越的振动方向.自然光经过反射或折射一般变成部分偏振光，自然光经过散射一般也会变成部分偏振光.示意图如图2所示。
- **偏振光**则不显得那样杂乱无章，而是可以写出解析式的光.示意图如图2所示。

1. **线偏振光**在观察时间内，光矢量的大小随时间改变，但振动方向始终不变，可写成

$$\vec{E}(t) = A \cos \omega t. \text{ 或写成分量形式 } \begin{cases} E_x(t) = A_x \cos(-\omega t) \\ E_y(t) = A_y \cos(-\omega t + \delta) \end{cases} \text{ 其中，若偏振于一三象限，则 } \delta = 0; \text{ 若偏振于二四象限，则 } \delta = \pi. \text{ 另外，偏振倾角 } \theta \text{ 取决于振幅比，由 } \tan \theta = \frac{A_y}{A_x} \text{ 决定.示意图如图2所示.}$$

2. **圆偏振光**的光矢量的大小不变，但方向却随时间改变，沿（逆）着传播方向看矢量端点的轨迹是圆周，可以写成 $\vec{E}(t) = E_x(t)\vec{i} + E_y(t)\vec{j}$. 其中

$$\begin{cases} E_x(t) = A \cos(-\omega t) \\ E_y(t) = A \cos\left(-\omega t \pm \frac{\pi}{2}\right) \end{cases} \text{ 上式对于左旋圆偏光取正，而对于右旋圆偏光取负.}$$

（也有书中提到是左旋取负，右旋取正，但它们的 t 的符号为正，即

$$\begin{cases} E_x(t) = A \cos \omega t \\ E_y(t) = A \cos\left(\omega t \pm \frac{\pi}{2}\right) \end{cases} \text{ 至于原因，在本文第五节-琼斯矢量部分会解释}$$

3. **椭圆偏振光**的道理和圆偏振光类似，光矢量的大小和方向都随时间改变，矢量端点的轨迹是椭圆，同样有解析写法 $\vec{E}(t) = E_x(t)\vec{i} + E_y(t)\vec{j}$. 其中

$$\begin{cases} E_x(t) = A_x \cos(-\omega t) \\ E_y(t) = A_y \cos\left(-\omega t \pm \frac{\pi}{2}\right) \end{cases} \text{ 即两个正交分量的振幅不相等. 也同样是对于左旋取}$$

正，右旋取负（这里旋向和正负的关系和圆偏振光的道理相同）。但要注意，这是正椭圆（长短轴在坐标轴上），而对于任意的斜椭圆，则相位差 $\delta \neq \pm \frac{\pi}{2}$ 。

赞同 901



对于椭圆偏振光的具体形状与旋向和两分量相位差间的关系如图1所示。

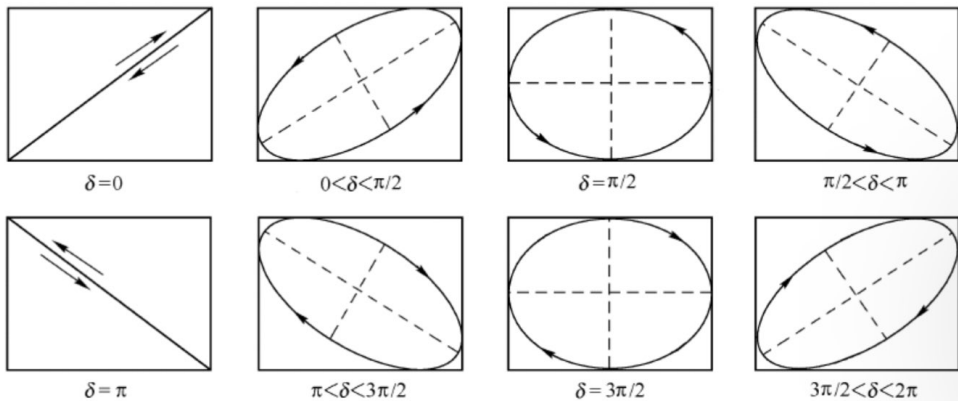


图1

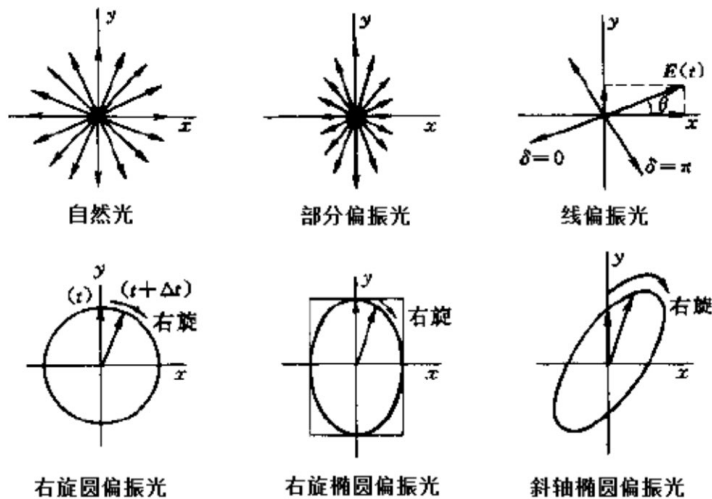


图2

另外，为了描述非偏振光的偏振性的强弱，引入偏振度的概念，设其优势振动方向的光强为 I_{\max} ，处于最劣势的振动方向光强为 I_{\min} ，那么偏振度 $P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$ 。

据此定义：

对于自然光和圆偏振光， $P = 0$ ；

对于线偏振光， $P = 1$ ；

对于部分偏振光和椭圆偏振光， $0 < P < 1$ 。

1.2 获得偏振光

从非偏振光来获取偏振光，常用手段如下。

· 反射或折射

在第一篇文章就已经看到，反射光和折射光中的s波和p波的反射系数和透射系数都是不同的，这就意味着反射和折射都会改变光的偏振态，特别是当光在光疏-光密界面以布儒斯特角入射时，**反射光是振动方向垂直于入射面的线偏振光**，而**折射光则是偏振度很高的部分偏振光**。

而对于具体的实施手段，以**偏振分光镜**为例说明，如下图所示。

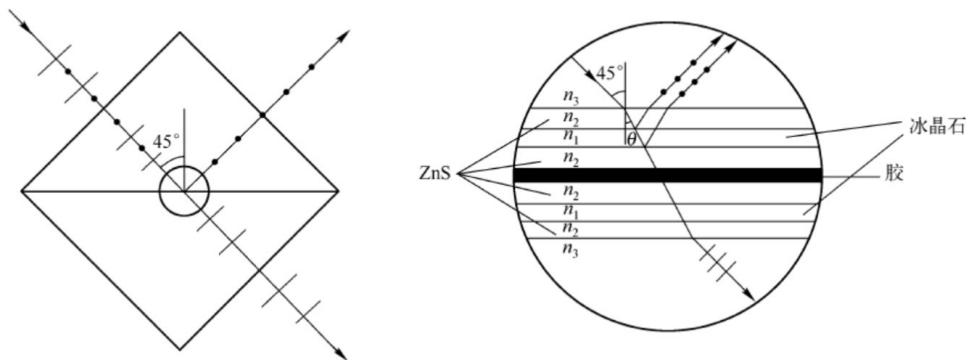


图3

整体上的分光镜如左图所示，两直角玻璃棱镜斜边相对，在它们之间交替镀两种**折射率相差很大的膜**.这种多层膜的手段就避免了「单个分界面反射光虽是线偏振光，但光强太小；而透射光光强虽足够，但偏振度太小」这样的缺陷.图中的细节部分如右图所示

图中的分别是**高折射率**的硫化锌膜层和**低折射率**的冰晶石膜层。

· 二向色性

二向色性原指各向异性的晶体对不同振动方向的偏振光有不同的吸收系数，然而这种性质还与光波的波长有关，进而对于由振动方向相垂直而合成的线偏振白光通过该晶体后会呈现不同的颜色，故称二向色性。

另外，一些本来各向同性的介质在受到外界作用时也会变为各向异性，从而具有二向色性。

利用这种特性就可以改变入射光的偏振态.具体的手段以**H偏振片**为例说明。

H偏振片是一种人造偏振器件，是将「聚乙烯醇」薄膜浸泡在「碘溶液」中，这就形成了碘链，然后在高温环境下将其拉伸形成「碘-聚乙烯醇」构成的长链，它是可以导电的.最后烘干制成。

对于入射光，平行于长链振动的分量会对电子做功而被强烈吸收；垂直于长链的分量可以透过，从而得到**线偏振光**，光矢量垂直于拉伸方向。

· 双折射晶体

光入射到双折射晶体会被分解成**两束线偏振光**，沿着不同的方向传播.**波片**就是对这种现象的一个应用，本文将详细介绍其原理及应用，在这里先不展开说。

1.3 关于应用

1. 对于会获得线偏振光的偏振器件，其允许透过的光振动的方向为其**透光轴**。
2. 用来将自然光变为偏振光的偏振器件称为**起偏器**。
3. 用来检验偏振光的偏振器件称为**检偏器**。
4. 使从起偏器出射的光入射到检偏器，那么透过两偏振器件后的光强 I 与它们透光轴的夹角 θ 有关，即 $I = I_0 \cos^2 \theta$ 。其中 I_0 是当两透光轴平行时的光强，是最大光强.这就是**马吕斯定律(Malus' law)**。
5. 另外，若两透光轴相垂直时，理论上透射光强为零，称此时检偏器的位置为**消光位置**。
6. 而实际上偏振器件并不是理想的，自然光透过之后也不是线偏振光，而是部分偏振光，进而当再透过处于消光位置的检偏器时，光强也不为零.称此时的最小光强与两透光轴平行时得到的最大光强之比为**消光比**。