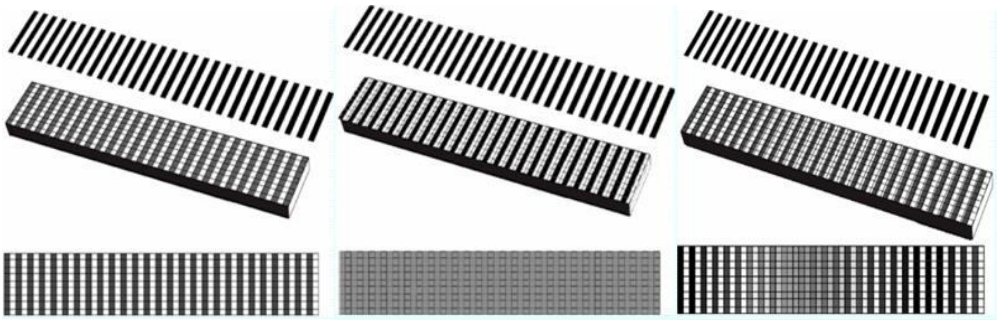
摩尔纹 Moir e effects

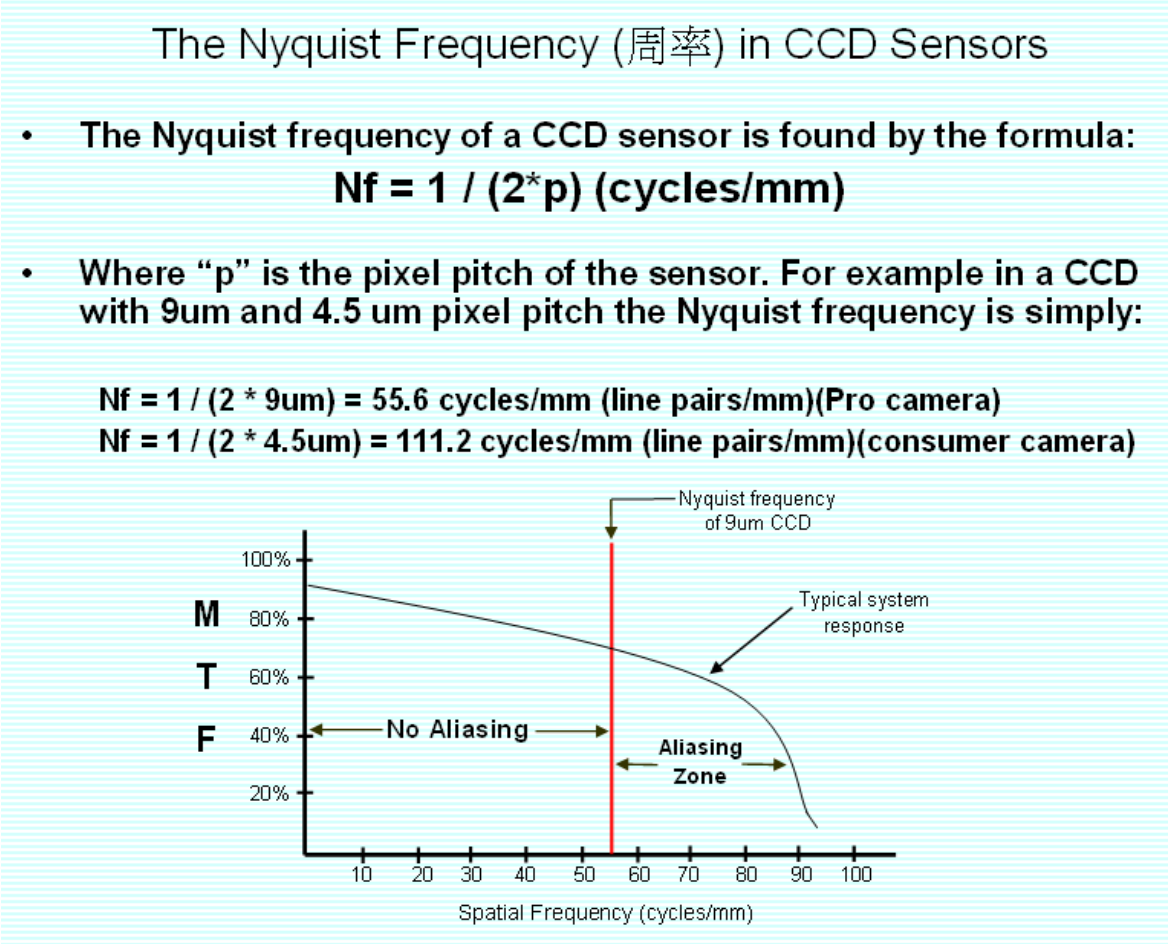
在这些瑕疵之中，使用者最常遇到的就是利用数位相机拍摄的过程中，如果有密布的纹理出现在画面中（下图），例如：牛仔或卡其布面等；拍照後审视数位照片会出现原先肉眼所没发现的水波样条纹，这就是『摩尔纹』！除此之外，摩尔纹也会出现在密布栏杆、屋顶波浪板以及其他同等重复密度的物体景物中。

由於摩尔纹可以说是只有数位相机才有特有瑕疵，因此有必要彻底了解摩尔纹产生的原因。为何摩尔纹会出现在数位影像，却不会出现在底片上，就必须先从认识底片与 CCD 基本构造不同开始。简单的说，由於底片上密布了乱数分布之均匀感光粒子，因此可以将其视为一个完整的感光平面；CCD 和 CMOS 则全然不同、那是一个完整地、排列整齐的电子感光原件『矩阵』。同学也可以这样想像，你无法确定每一张底片上究竟有多少感光粒子，可能有一千万、也可以是一千一百万，大体是维持在这样的平均数之中；但对於 CCD 来说，标准的三百万画素就是 2048X1536 个『Pixel』，你每一次按下快门拍照，绝不可能多一个或少一个画素。



正由於 CCD 分布是如此的规律，所以你可以了解如果是拍摄一组同样条理分明的密集线条，例如：上图中的黑白相间的 Bars，如果 Bars 的密度低於 CCD 间格的密度，当然拍出的影像是『条条皆清楚』(左图)；反过来说，如果 Bar 的密度远高於 CCD 的间格，那么数位相机就会将其换算成一整片的『灰』色（图中）。可是如果 Bar 的密度恰好介於 CCD

可以分辨的间格之中（理论差值约为 1/2 Pixel / 图右），那么无可避免的数位相机还是会解读出部分可以辨识的结果，却也会加上不能辨识的灰阶地带，两者的和就会形成规律性的纹路，而反应在视觉上就是周期性的波纹。

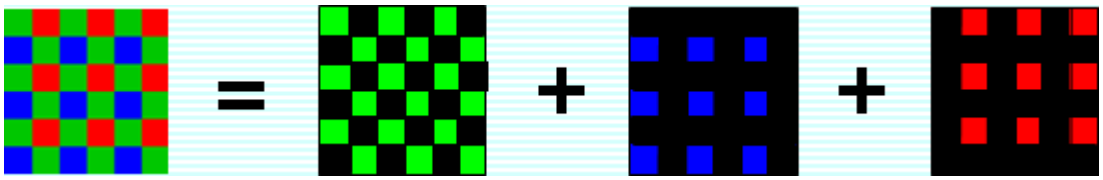


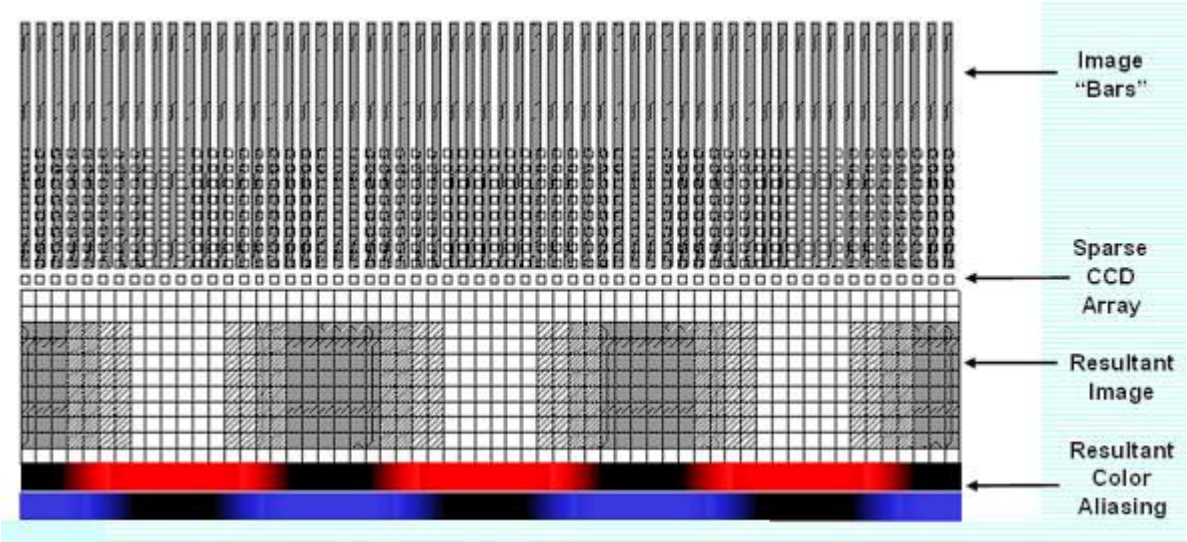
很多同学问 究竟『Moir e 』摩尔是何许人也？这个现象是为了纪念他而命名的吗？这其实是一个误解，Moir e 原出自法文，1570 年前後被用来描述安哥拉山地羊毛特殊的织布，也有引伸为规则纹路的意思、一直到 1823 年这个字被用来说明规则『波纹』的形容词。因此，当我们使用『摩尔纹』这个字时，其实就是讲『波浪纹』的意思。时至今日，摩尔纹已经可以精确地利用数学公式加以推算出来（见上图）；而除了布料之外，电脑萤幕或电视在显示密集条纹也会出现摩尔纹、甚至如果你将数位相机对准电视萤幕以非垂直的角度拍摄，你也会发现摩尔纹的存在。

假色与伪色（False Color）

Moir e effects 通常用来描述单色（黑白）照片所出现波浪纹现象；这个现象当然也会出现在彩色照片之中，特别是在密度相对较高或是空间对比很大的地方，这会使得原本应该是色调相同之处，却会在数位相机拍照之後，出现奇怪、非自然的颜色（见下图），例如：人的眼睫毛或是牛仔布料上、也是日本摄影界常称的『假色』或『伪色』的现象。

『伪色』的形成除了 摩尔效应之外，感光器的三原色 RGB 色块排列也要付很大一部分责任。这是因为在颜色取样的同时，因为空间差而没有取样到的颜色，数位相机中的影响处理引擎仍会按照 CCD 色块的顺序排列（RGB），试图为每一个画素去分配应有的颜色。这种情况在大量色块均匀分布时是正确的处理程序。可是遇到突出部或微细构造时，这样的颜色换算往往会出现错误而产生伪色。





数位相机的影像处理引擎，必须额外算出 50%的 Green + 75%的 Blue + 75%的 Red 这些依靠计算得来的颜色，依统计学来说大至与自然分布相同，却也有例外的时候，这时候就会产生『伪色』。

为什么不用『摩尔色』而用『伪色』或『假色』呢？因为这个现象除了，摩尔效应、CCD 设计之外，也有可能是镜头的像差所造成的。相机的设计者很难单从发生在画像周边的伪色现象推断出究竟是从镜头到 CCD 中哪一个环节出了问题，再检查这一类问题时必须重复考虑因为镜片组合中折射率的不同，而发生在焦点光轴上的色散现象、高低空间频率所发生的误差、甚至是影像感光器中可能的电荷泄漏发生等、各种各样的原因。

消除摩尔纹

摩尔纹可以消除吗？答案是肯定，最简单的方法就是使数位相机的解像力小於感光物件的空间频率，使其成为『灰阶』化即可。这个方法可以透过『软体』与『硬体』两种方法做到。『软体』的部分主要是利用影像後制为主；硬体的部分，则可以使用镜前滤光镜（见下图左）专门消除 Moir e effects，这种滤镜共有四个等级 4.0、5.6、8.0 与 11.0 级数越高者，可以呈现出更锐利的影像。

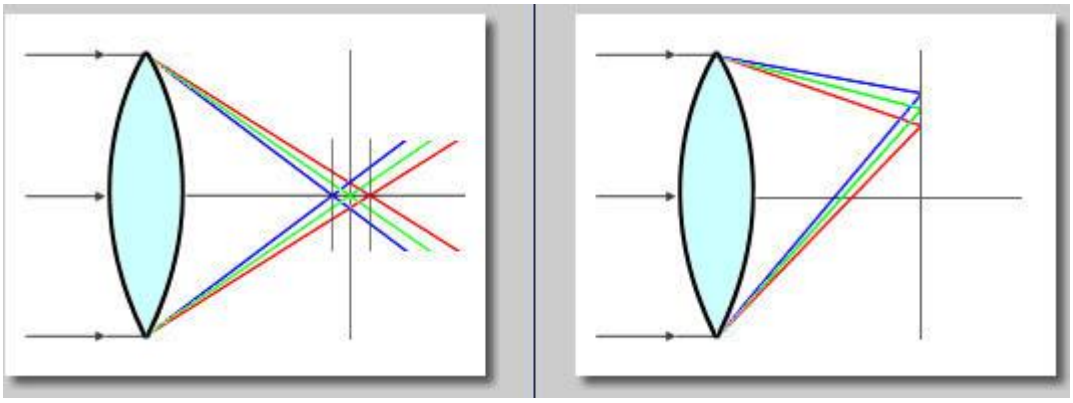
另一种方式就是将这片滤光镜直接安装在 CCD 的前面，使其曝光条件满足空间频率，影像中就不会出现摩尔纹。大量的数位相机与 DSLR 的 CCD 前安装有低通道过滤器，Canon EOS 30D 甚至安装了三组低通道滤片（因其 CMOS 开口率较大故需要更佳的滤除效果）。透过这种方式，彻底过滤影像中高空间频率部分，减少摩尔纹发生的机会，但这也会同步降低影像的锐利度。

『紫边问题』- Purple Fringe

为什么 Mr.OH! 称：『紫边问题（Purple Fringe）』，而不是『紫边效应』呢？这是因为这个问题的发生，拥有好几种说法，目前比较广为接受的就是『镜头色散』与『CCD 颜色插值』运算之问题。这个问题的发生在於拍摄高反差的景物时，例如：背光环境（下图），在明暗

交界的边缘部分会出现异常的紫色。

这个问题，同样也会发生在当你使用内建闪光灯在室内拍摄镀铬或镜面物体时强烈反光中，也可以看到这样的问题。严格来说，紫边实际上是洋红色（Magenta），这给了主张紫边问题的产生，取决於数位相机 CCD 在色彩插值运算过程中，因蓝 B、R 红两色混合误差而产生有力的证据。另一派色散（Chromatic aberration）的说法，则举出固有镜片会对不同波长光波产生色散的例子来说明，紫边的问题（见下图）。这个说法最大的矛盾，在於传统底片时代同样的镜头却鲜少发生紫边问题。因此，很多解释通常会给镜头和 CCD 各打五十大扳！



减轻和消除摄影中的摩尔纹影响

1、改变相机角度。由于相机与物体的角度会导致摩尔波纹，稍微改变相机的角度（通过旋转相机）可以消除或改变存在的任何摩尔波纹。

2、改变相机位置。此外，通过左右或上下移动来改变角度关系，可以减少摩尔波纹。

3、改变焦点。细致图样上过于清晰的焦点和高度细节可能会导致摩尔波纹，稍微改变焦点可改变清晰度，进而帮助消除摩尔波纹。

4、改变镜头焦长。可用不同的镜头或焦长设定，来改变或消除摩尔波纹。

5、用软件处理。如 Nikon Capture 或 Photoshop 插件等，消除最终影像上出现的任何摩尔波纹。但无法还原原来细节。