TRƯỜNG ĐẠI HỌC SÂN KHẤU – ĐIỆN ẢNH HÀ NỘI
KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN ẢNH – TRUYỀN HÌNH

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

CHƯƠNG 9 · PHẦN B

Ống kính nâng cao và kính lọc

Ống kính zoom

- Ống zoom đổi được tiêu cự; tỉ số zoom chỉ cho biết ống đổi được bao nhiêu lần
- Zoom quang lấy mẫu lại cảnh; zoom số chỉ nội suy từ mẫu đã có
- Mặt phẳng hội tụ được giữ cố định nhờ chuyển động phi tuyến của hai thấu kính
- Ống zoom đánh đổi một phần chất lượng quang học để đổi cỡ cảnh tức thời

Tỉ số zoom

Z là tỉ số giữa tiêu cự dài nhất và tiêu cự ngắn nhất. Công thức (9.15)

$$Z = \frac{F_{\max}}{F_{\min}}$$

- Ống đổi được từ 100 mm tới 400 mm là ống zoom 4x
- Máy quay thời kỳ đầu: khoảng 5x tới 7x
- Ống truyền hình chuyên nghiệp có thể đạt tới cả trăm lần
- Ống zoom truyền hình thể thao: loại ống kính dân dụng lớn nhất và đắt nhất trên thị trường

Con số "x" không cho biết ống rộng hay hẹp

CẢNH BÁO

Con số x chỉ cho biết ống đổi được bao nhiêu lần, không cho biết ống rộng hay hẹp.

- Ống 10 – 100 mm và ống 50 – 500 mm đều là zoom 10x
- Ống thứ nhất bắt đầu ở góc rất rộng; ống thứ hai bắt đầu ở góc thông thường
- Khi mua hoặc thuê ống kính, xem dải tiêu cự tính bằng milimét, không xem con số x

Zoom quang và zoom số

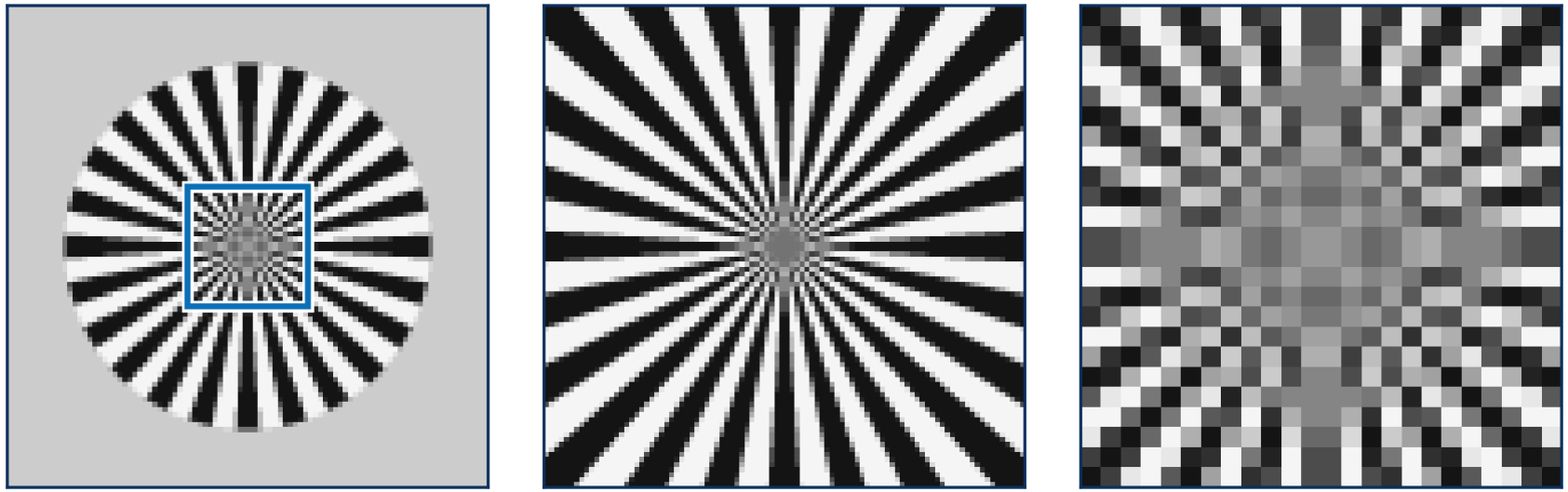
Zoom quang

- Sắp đặt các thấu kính quang học với các khoảng cách khác nhau
- Ống đổi tiêu cự nên cảm biến lấy mẫu lại vùng nhỏ với đầy đủ số điểm ảnh
- Các nan quạt của bảng thử vẫn tách bạch tới rất gần tâm

Zoom số

- Phóng lớn hình ảnh bằng phần mềm cài sẵn trong máy
- Kết quả dựa trên thuật toán mô phỏng, không dựa trên cường độ và sắc độ của ánh sáng
- Chỉ nội suy từ mẫu đã có: nan quạt nhoè thành khối vuông vì không có thêm mẫu nào được ghi

Zoom quang và zoom số trên bảng thử hình sao

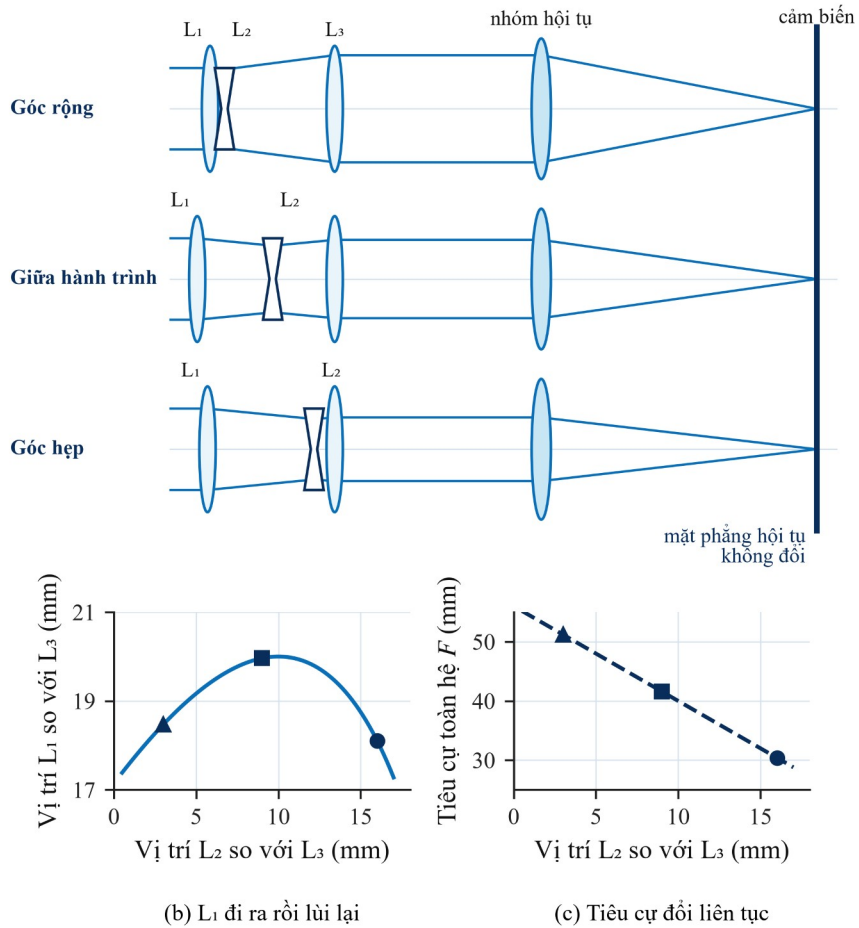


Hình 9.13 — Zoom quang và zoom số so trên cùng một bảng thử hình sao

- Bảng thử hình sao là công cụ chuẩn đo độ phân giải; hệ quả của hai loại zoom hiện ra rất rõ

Nguyên lý bù mặt phẳng hội tụ

- Bài toán: đổi độ phóng đại của cả hệ mà mặt phẳng hội tụ ở nguyên một vị trí, để ảnh không mất nét khi zoom
- Phía sau: phần kính hội tụ giống ống tiêu cự cố định
- Phía trước: hai thấu kính hội tụ L1, L3 cùng tiêu cự, thấu kính phân kỳ L2 ở giữa
- Tiêu cự của L2 nhỏ hơn một nửa tiêu cự của L1; L3 cố định, L1 và L2 di chuyển
- L2 đi thẳng từ trước ra sau; L1 đi ra rồi lùi lại theo hàm parabol



Hình 9.14 — Nguyên lý bù mặt phẳng hội tụ của ống kính zoom

Vì sao mặt phẳng hội tụ không đổi

GHI NHỚ

Ở ba vị trí đặc biệt, cụm L1, L2, L3 không hội tụ cũng không phân kỳ, nên không làm đổi mặt phẳng hội tụ.

- Ở các vị trí khác, cụm hơi hội tụ hoặc hơi phân kỳ: mặt phẳng hội tụ đổi chừng 0,01 mm với ống thiết kế tốt, coi như không đáng kể
- Ống zoom thời kỳ đầu chưa đạt yêu cầu này: người dùng phải chỉnh lại nét sau mỗi lần zoom
- Đó cũng là lý do thao tác chỉnh nét sau ở mục 9.11 tồn tại

Ống zoom so với ống tiêu cự cố định

Tiêu chí	Ống zoom	Ống tiêu cự cố định
Số thấu kính	Nhiều; thiết kế phức tạp nhất tới ba mươi thấu kính	Ít hơn hẳn
Sửa quang sai	Phải sửa trên toàn dải tiêu cự nên khó hơn nhiều	Chỉ tối ưu cho một tiêu cự
Khẩu độ lớn nhất	Thường f/2,8 hoặc nhỏ hơn về số f; ống rẻ còn đổi khẩu theo tiêu cự	Dễ đạt f/1,4 hoặc thấp hơn
Độ nét ở khẩu mở hết	Kém hơn, nhất là ở hai đầu dải tiêu cự	Tốt hơn ở cùng tầm giá
Khối lượng và giá	Nặng và đắt hơn ở cùng chất lượng	Nhẹ và rẻ hơn
Ưu thế thực dụng	Đổi cỡ cảnh không cần dừng máy hoặc đổi ống	Phải đổi ống hoặc di chuyển máy

Sự đánh đổi của ống zoom

GHI NHỚ

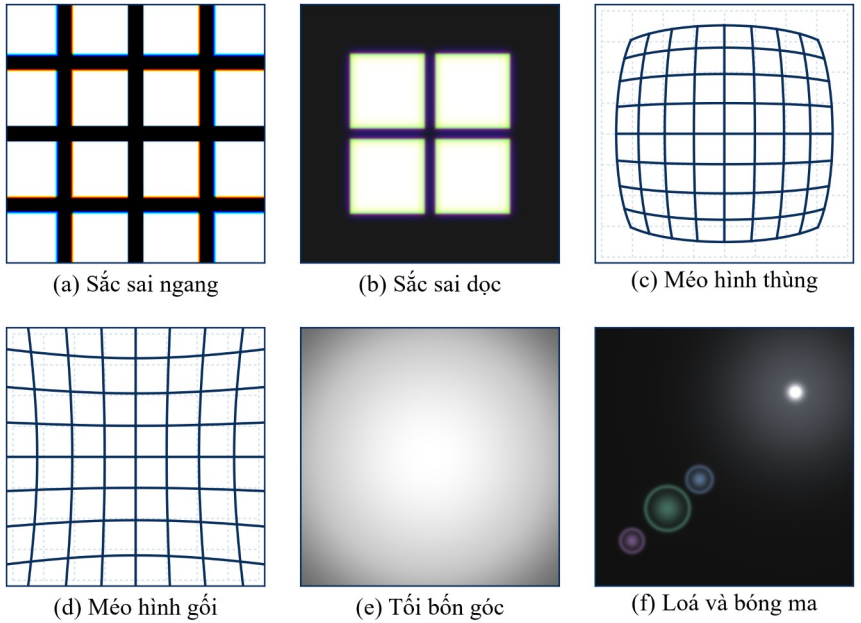
Ống zoom không kém hơn ống cố định: nó đổi một phần chất lượng quang học lấy khả năng đổi cỡ cảnh tức thời.

- Truyền hình trực tiếp: đánh đổi bắt buộc
- Điện ảnh có thời gian đổi ống: thường chọn ống tiêu cự cố định
- Lý do ống zoom thời đầu chậm phổ biến: sửa quang sai trên cả dải hoạt động khó hơn ống cố định

Những điều cần nhớ

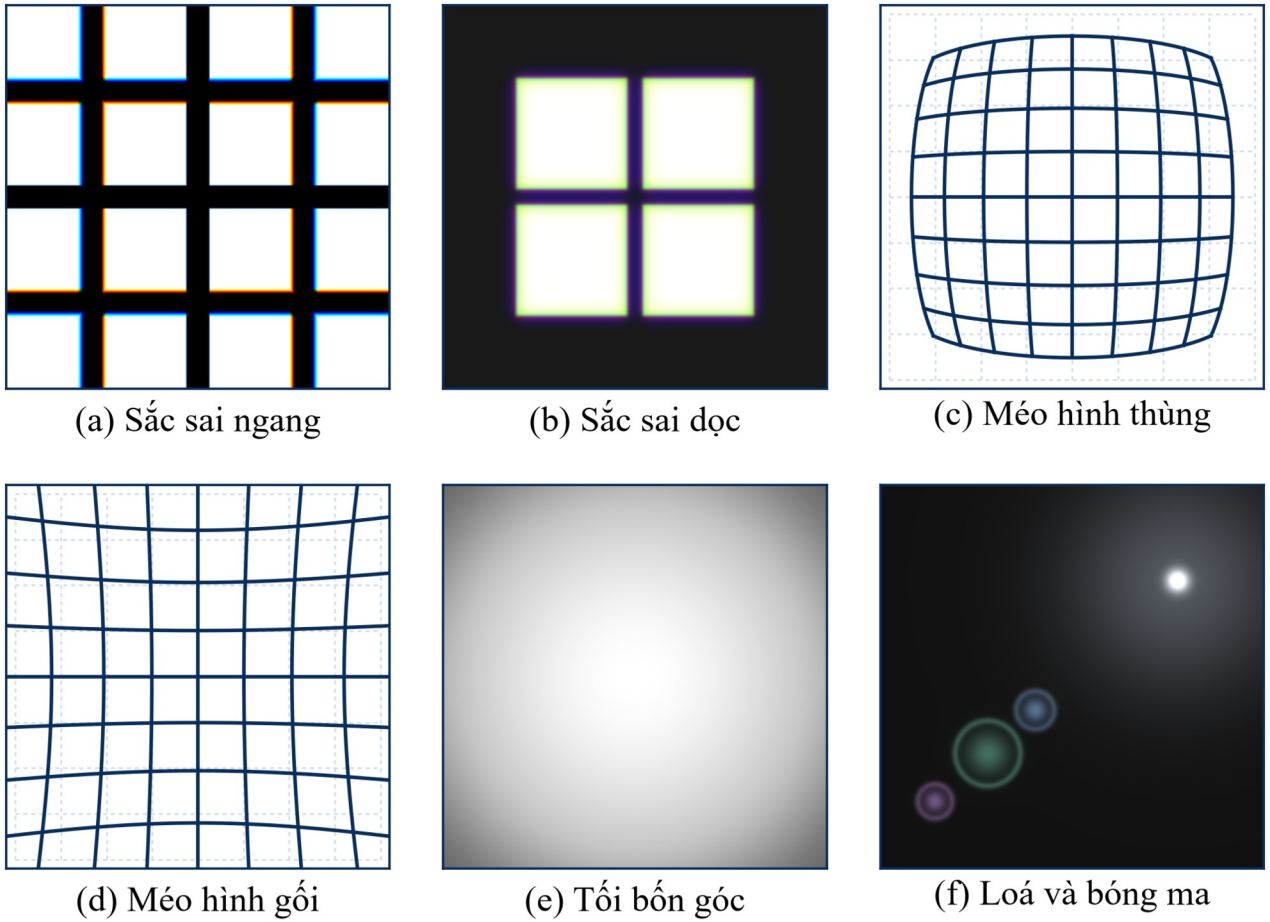
- Z = Fmax / Fmin, công thức (9.15); con số x không nói ống rộng hay hẹp, phải xem dải mm
- Zoom quang lấy mẫu lại; zoom số chỉ nội suy nên nan quạt nhoè thành khối
- Mặt phẳng hội tụ giữ cố định nhờ L1 và L2 di chuyển phi tuyến; sai lệch chừng 0,01 mm với ống tốt
- Ống zoom đổi chất lượng lấy tính tức thời: bắt buộc ở truyền hình, ít dùng ở điện ảnh

Quang sai và chất lượng ống kính



- Sáu hiện tượng nhận ra được bằng mắt, mỗi hiện tượng có cách xử lý riêng
- Cong trường ảnh: hiện tượng ít được nhắc nhưng nhiều phiền toái khi quay tài liệu phẳng
- MTF: công cụ khách quan để so sánh hai ống kính bằng con số

Sáu loại quang sai và khuyết tật thường gặp



Hình 9.15 — Sáu loại quang sai và khuyết tật thường gặp của ống kính

Quang sai (1): sắc sai và méo hình

Hiện tượng	Biểu hiện	Nguyên nhân	Xử lý
Sắc sai ngang	Hai mép cùng một vật mang hai viền màu ngược nhau, rõ nhất ở rìa khung	Các bước sóng khác nhau bị phóng đại khác nhau	Phần mềm sửa rất tốt; nhiều máy tự sửa ngay khi ghi
Sắc sai dọc	Viền tím quanh vùng sáng chói, thấy cả ở giữa khung	Các bước sóng hội tụ ở những mặt phẳng khác nhau	Khó sửa bằng phần mềm; khép khẩu một tới hai nấc
Méo hình thùng	Đường thẳng cong ra ngoài như thành thùng	Độ phóng đại giảm dần từ tâm ra rìa	Sửa bằng phần mềm theo hồ sơ ống; hay gặp ở ống góc rộng
Méo hình gối	Đường thẳng cong vào trong	Độ phóng đại tăng dần từ tâm ra rìa	Sửa bằng phần mềm; hay gặp ở ống tele

Quang sai (2): tối góc, loá và bóng ma

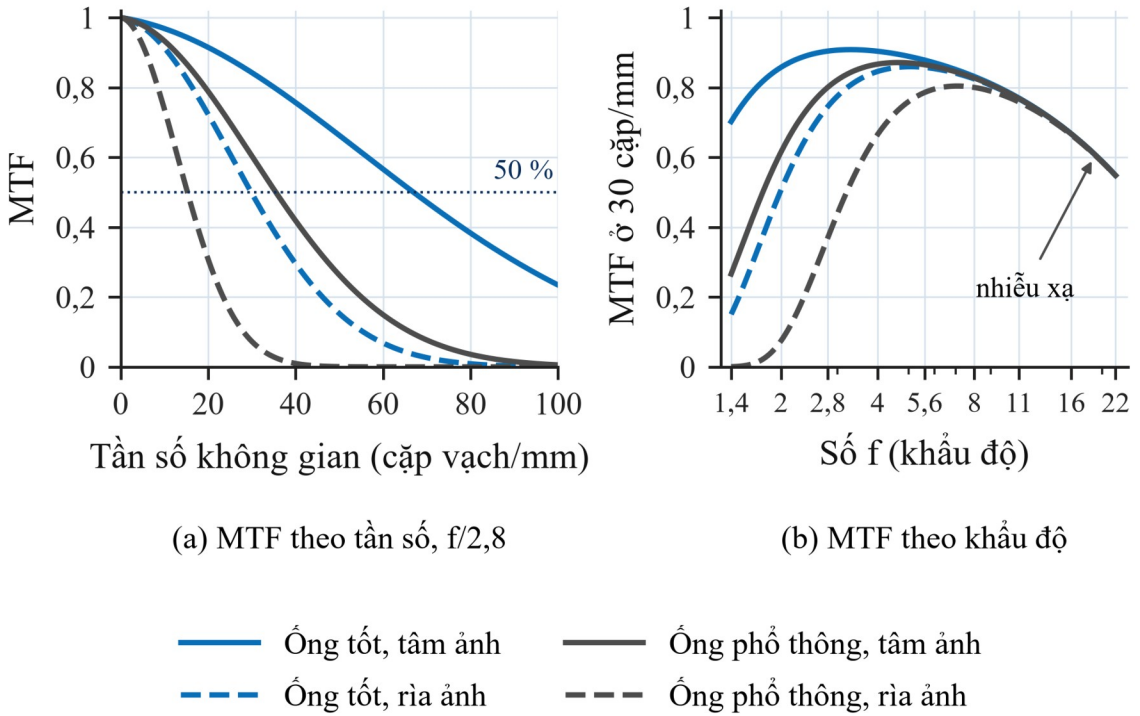
Hiện tượng	Biểu hiện	Nguyên nhân	Xử lý
Tối bốn góc	Bốn góc khung tối hơn giữa	Chùm tia tới rìa bị chắn bớt; nặng nhất khi mở khẩu hết cỡ	Khép khẩu một tới hai nấc; hoặc bù bằng phần mềm
Loá và bóng ma	Vệt sáng mờ phủ toàn khung, hoặc các đốm sáng xếp thẳng hàng đối xứng qua tâm	Ánh sáng phản xạ nhiều lần giữa các mặt kính	Loa che nắng; lớp phủ chống phản xạ; bớt số kính lọc chồng lên nhau

Cong trường ảnh

- Mặt cho ảnh nét của ống kính không phải mặt phẳng thật mà là mặt cong nhẹ
- Lấy nét vào giữa khung thì rìa hơi mờ; lấy nét vào rìa thì giữa hơi mờ
- Chân dung: gần như vô hại, thậm chí có lợi
- Quay bức tranh, bảng biểu, trang tài liệu trải phẳng: bốn góc không bao giờ nét cùng lúc với giữa
- Cách xử lý: khép khẩu để vùng nét dày lên đủ trùm cả mặt cong

Hàm truyền điều biến (MTF)

- Công cụ khách quan để so sánh hai ống kính bằng con số thay vì cảm tính
- Cách đo: chiếu dãy vạch đen trắng ngày càng mảnh, đo độ tương phản còn lại sau khi qua ống
- Vạch càng mảnh, tương phản còn lại càng ít
- Tới một mức nào đó đen trắng nhập thành xám: ống coi như không phân giải được nữa



Hình 9.16 — Đường MTF và cách đọc chất lượng ống kính

Ba điều khi đọc biểu đồ MTF

GHI NHỚ

Ống giá rẻ suy giảm rất nhanh ở rìa: đó là khác biệt lớn nhất giữa ống rẻ và ống cao cấp, hơn cả khác biệt ở tâm.

- Biểu đồ luôn có ít nhất hai đường: tâm ảnh và rìa ảnh
- Hãng công bố MTF ở khẩu mở hết và ở một khẩu đã khép; khép hai nấc thường cải thiện rất rõ
- MTF cao không đồng nghĩa với ảnh đẹp: chỉ số này không phản ánh vùng ngoài nét, màu sắc, cách xử lý ánh sáng ngược, tức "cá tính" của ống

Điều thực dụng nhất rút ra từ MTF

QUY TẮC

Khép khẩu một tới hai nấc so với mức mở hết thì ống nào cũng nét hơn hẳn.

- Đúng với gần như mọi ống kính
- Khép quá nhiều (từ f/16 trở đi trên cảm biến nhỏ) thì chất lượng lại giảm do nhiễu xạ

Những điều cần nhớ

- Sáu hiện tượng: sắc sai ngang, sắc sai dọc, méo thùng, méo gối, tối góc, loá và bóng ma
- Sắc sai ngang, méo hình sửa tốt bằng phần mềm; sắc sai dọc khó sửa, giảm bằng khép khẩu
- Cong trường ảnh: khép khẩu để vùng nét trùm cả mặt cong
- MTF: xem hai đường tâm và rìa; khép một tới hai nấc nét hơn; từ f/16 trên cảm biến nhỏ có nhiễu xạ

Ngàm ống kính, ống điện ảnh và ống ảnh

- Thông số quan trọng nhất của ngàm là khoảng cách mặt bích
- Quy tắc vòng chuyển ngàm: ống mặt bích dài lắp được lên thân mặt bích ngắn
- Ống điện ảnh khác ống chụp ảnh ở khả năng điều khiển chính xác và lặp lại được
- Thở tiêu cự và ống anamorphic

Ngàm EF trên thân máy

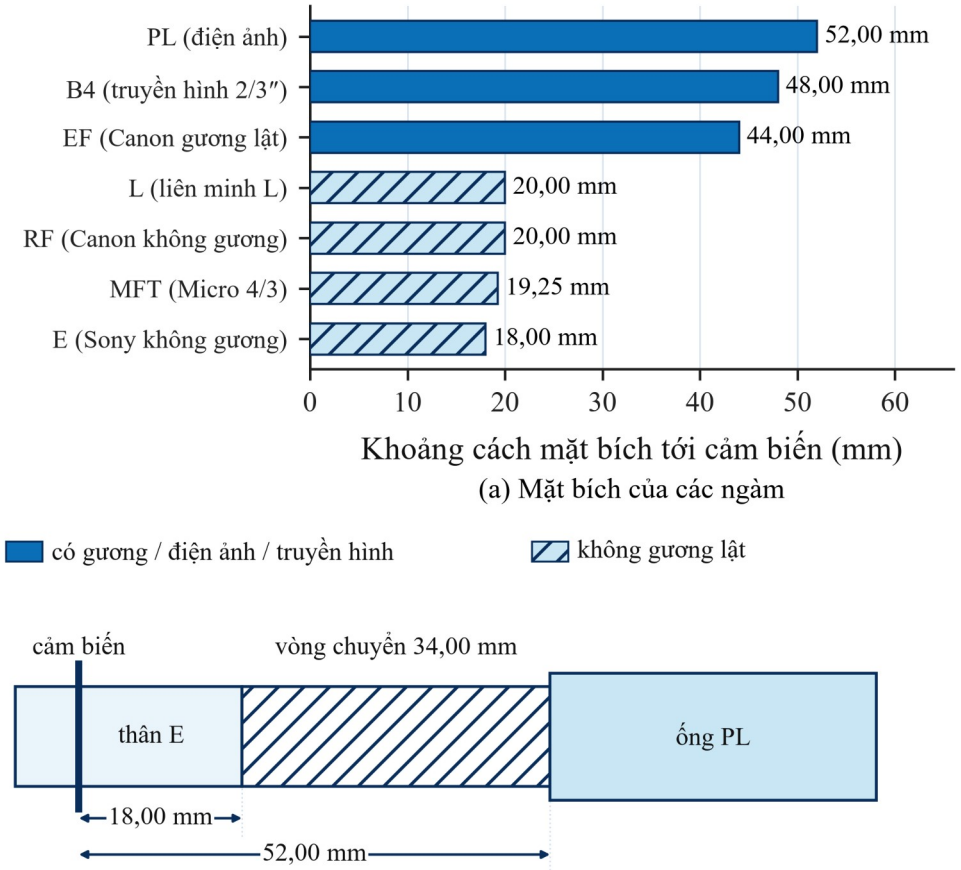


Hình 9.17 — Ngàm EF trên thân máy: vành khoá, chấm đỏ định vị và tám tiếp điểm điện

Nguồn: Nebrot, CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons (truy cập 05/11/2026).

- Ngàm là vị trí ống kính gắn vào thân máy
- Thông số quan trọng nhất không phải đường kính mà là khoảng cách mặt bích
- Khoảng cách mặt bích: từ mặt phẳng tiếp xúc của ngàm tới mặt cảm biến
- Hàng tiếp điểm điện truyền tín hiệu giữa thân máy và ống kính

Khoảng cách mặt bích của các ngàm thường gặp



Hình 9.18 — Khoảng cách mặt bích của các ngàm thường gặp

Quy tắc của vòng chuyển ngàm

QUY TẮC

Chỉ lắp được ống kính của ngàm có mặt bích dài hơn lên thân máy có mặt bích ngắn hơn; phần chênh lệch chính là bề dày của vòng chuyển.

- Ống PL, EF, B4 lắp được lên thân E, L, RF và Micro 4/3; chiều ngược lại thì không
- Trừ khi vòng chuyển có thêm thấu kính: thêm thấu kính là thêm quang sai
- Thân máy không gương lật, mặt bích ngắn, thành thân máy vạn năng của người làm phim: ống cũ lắp được qua vòng chuyển thuần cơ khí

Mặt sau ống kính ngàm Sony E



Hình 9.19 — Mặt sau ống kính ngàm Sony E với vành ngàm và các tiếp điểm điện

Nguồn: Tiia Monto, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons (truy cập 05/11/2026).

- Phần ngàm ngắn và hàng tiếp điểm điện
- Khác với ngàm điện ảnh có khoảng cách mặt bích lớn
- Hãng làm máy thường đặt hàng chi tiết, kể cả ống kính, từ hãng khác
- Cần phân biệt ống kính điện ảnh và ống kính chụp ảnh

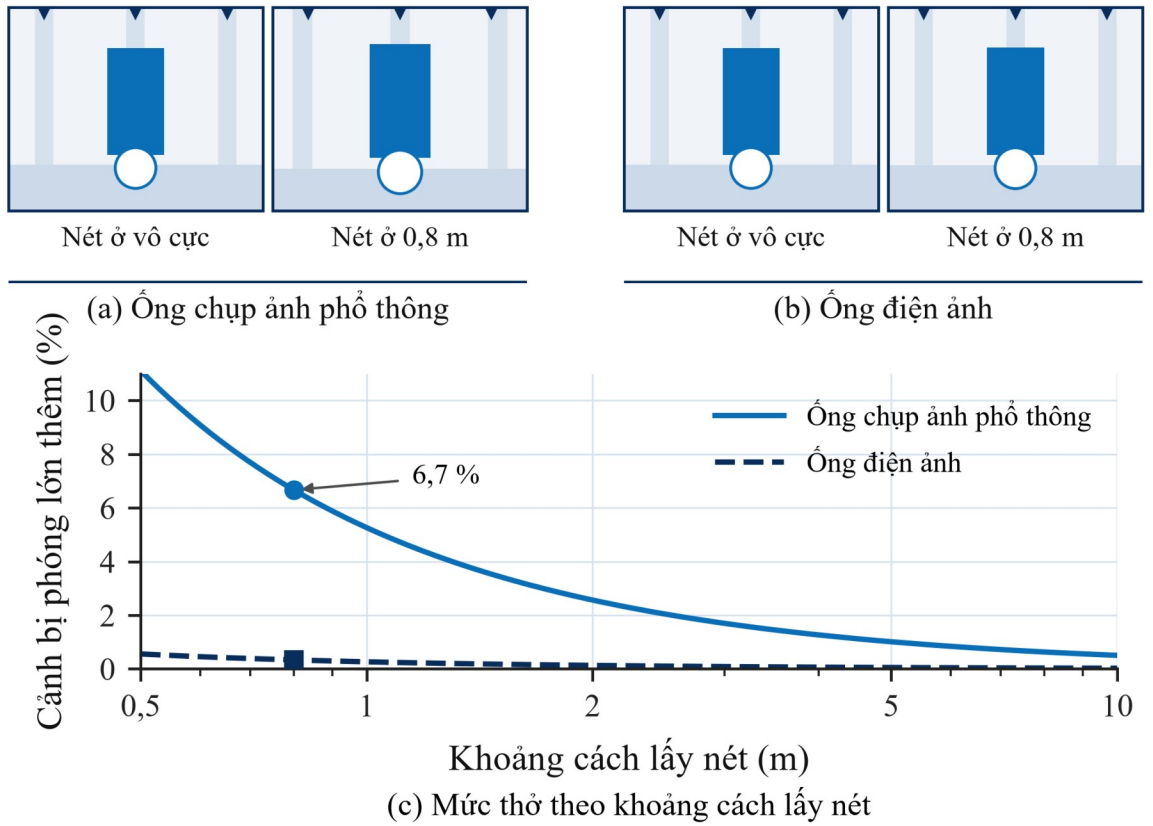
Ống kính điện ảnh khác ống kính chụp ảnh ở đâu

Tiêu chí	Ống chụp ảnh	Ống điện ảnh
Hành trình vòng nét	Ngắn, thường dưới 120°; xoay nhẹ đã đổi nét nhiều	Dài, thường từ 270° trở lên; chỉnh được rất tinh
Thang khoảng cách	Có nhưng thưa, nhiều ống không có	Khắc dày và chính xác, để người phụ nét đặt trước
Điểm dừng ở vô cực	Thường có chốt cứng	Không có chốt, để bù giãn nở vì nhiệt
Vòng khẩu	Nhảy theo nấc, có tiếng tách	Vô cấp, không nấc; đổi sáng mượt khi đang quay
Ghi khẩu độ	Ghi số f, tính từ hình học	Ghi số T, đo thực tế
Bánh răng	Không có	Có, đúng chuẩn 0,8 mô-đun cho bộ theo nét
Đường kính ngoài	Mỗi ống một cỡ	Thống nhất trong cùng bộ; đổi ống không phải chỉnh lại giá đỡ
Thở tiêu cự	Thường rõ	Thiết kế để giảm tới mức tối đa
Khối lượng và giá	Nhẹ, rẻ	Nặng và đắt gấp nhiều lần

Hình 9.20 — Ống kính điện ảnh khác ống kính chụp ảnh ở đâu

Thở tiêu cự

- Góc nhìn thay đổi khi kéo nét: khung hình như bị zoom nhẹ trong lúc điểm nét chuyển
- Ảnh tĩnh: vô hại vì không ai thấy quá trình lấy nét
- Phim: chuyển nét từ người này sang người kia là thủ pháp kể chuyện thường dùng
- Ống thở nhiều thì cả khung hình "nhảy" theo, mất độ liền mạch của cú chuyển
- Ống điện ảnh được thiết kế để triệt tiêu hiện tượng này: một phần lý do giá thành cao



Hình 9.21 — Thở tiêu cự: cùng một cú kéo nét trên hai ống khác nhau

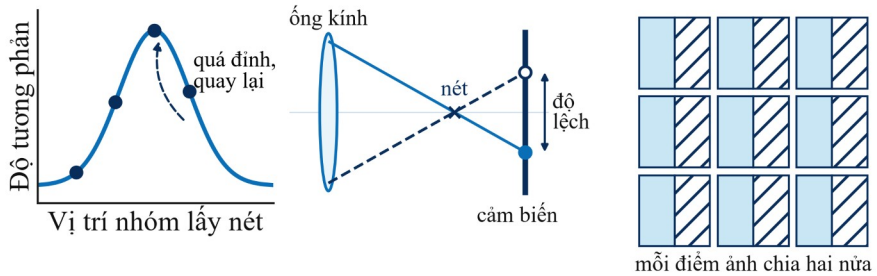
Ống anamorphic

- Nén ảnh theo chiều ngang khi ghi, thường với hệ số hai
- Khâu chiếu hoặc khâu dựng giãn lại
- Quay được khuôn hình rất rộng mà vẫn dùng hết chiều cao của vùng ảnh
- Ngày nay cảm biến đã đủ rộng nên lý do kỹ thuật ban đầu không còn cấp thiết
- Vẫn được dùng nhờ hai đặc trưng thị giác: vùng ngoài nét hình bầu dục, vệt loá kéo thành vạch ngang

Những điều cần nhớ

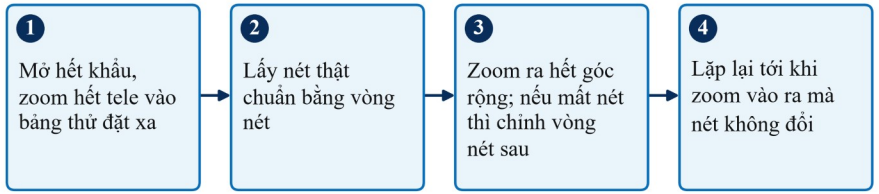
- Thông số quan trọng nhất của ngàm: khoảng cách mặt bích
- Mặt bích dài lắp lên thân mặt bích ngắn qua vòng chuyển; chiều ngược lại cần thấu kính, tức thêm quang sai
- Ống điện ảnh: điều khiển chính xác, lặp lại được, ít thở tiêu cự; không phải lúc nào cũng nét hơn
- Anamorphic: nén ngang hệ số hai; nền nhoè hình bầu dục, vệt loá ngang

Lấy nét



(a) Theo tương phản (b) Theo pha (c) Dual Pixel

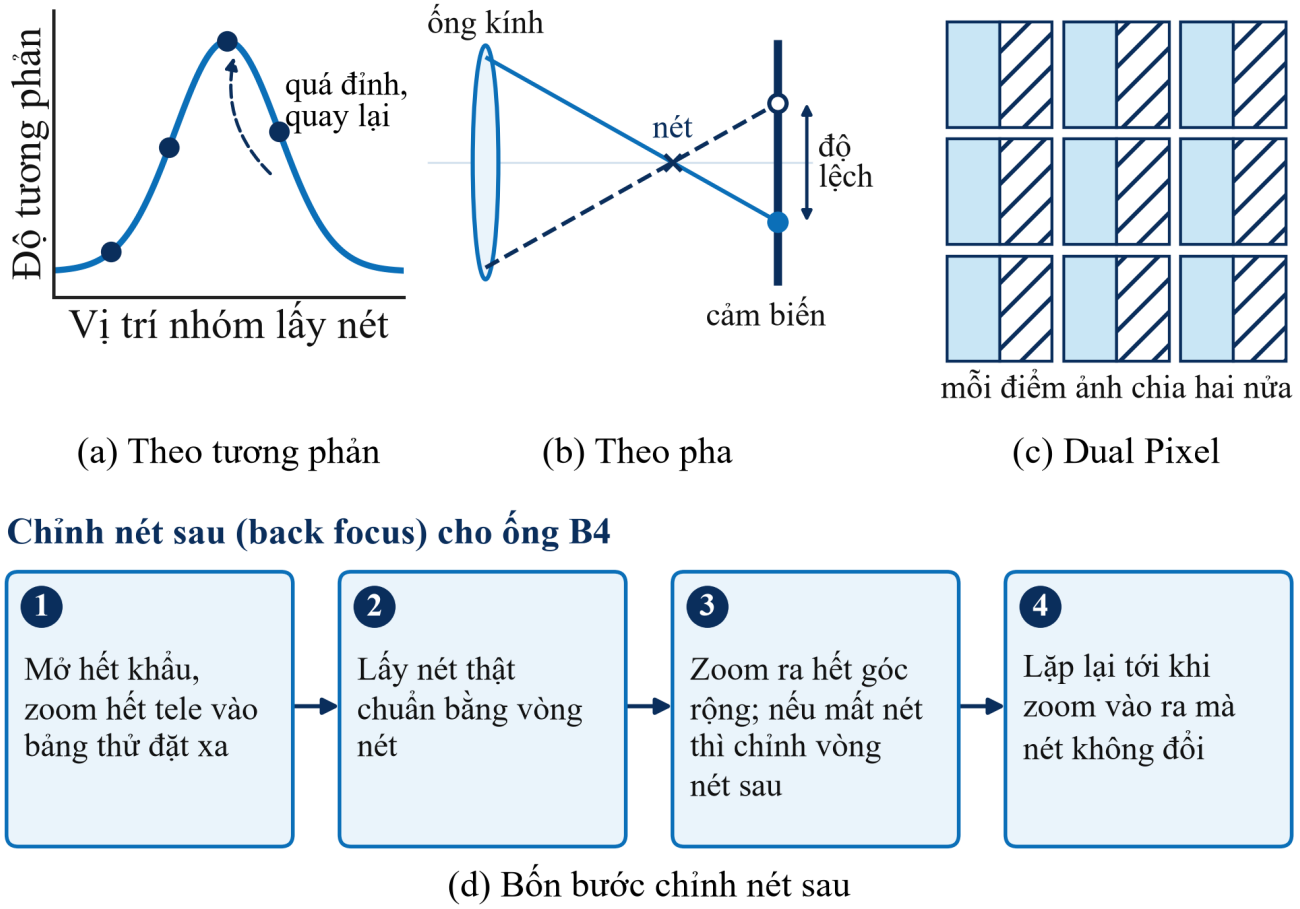
Chỉnh nét sau (back focus) cho ống B4



(d) Bốn bước chỉnh nét sau

- Ba cơ chế lấy nét tự động: theo tương phản, theo pha, Dual Pixel
- Chỉnh nét sau cho ống B4: thao tác bắt buộc trước mỗi buổi quay truyền hình
- Vì sao điện ảnh vẫn cần người phụ nét

Ba cơ chế lấy nét tự động



Hình 9.22 — Ba cơ chế lấy nét tự động, và thao tác chỉnh nét sau cho ống B4

Ba cơ chế lấy nét tự động

Cơ chế	Cách làm	Ưu	Nhược
Theo tương phản	Dịch nhóm lấy nét, đo độ tương phản; đỉnh tương phản là điểm nét	Chính xác cao; không cần phần cứng riêng	Phải đi quá đỉnh rồi quay lại: chậm, thấy được "dò" trên hình
Theo pha	So hai ảnh tạo bởi hai nửa khác nhau của ống; độ lệch cho biết chỉnh bao nhiêu và theo hướng nào	Nhanh vì biết ngay hướng chỉnh; bám được vật chuyển động	Cần điểm ảnh chuyên dụng trên cảm biến; kém chính xác hơn ở ánh sáng yếu
Dual Pixel	Mỗi điểm ảnh chia thành hai nửa, so hai nửa với nhau	Nhanh như theo pha và dày đặc trên toàn khung	Cần thiết kế cảm biến riêng; chỉ có ở một số dòng máy

Chỉnh nét sau cho ống B4

- Thao tác bắt buộc trước mỗi buổi quay truyền hình; người học thường bỏ qua nhất
- Nếu mặt phẳng hội tụ của ống zoom bù chưa chuẩn do nhiệt độ, va chạm hoặc hao mòn cơ khí...
- ...ảnh nét ở đầu tele nhưng mất nét ở đầu góc rộng
- Nếu bỏ qua, cảnh quay rộng bị mờ mà người quay không nhận ra: kính ngắm nhỏ rất khó phát hiện

Bốn bước chỉnh nét sau

QUY TẮC

Mở khẩu hết cỡ; zoom vào hết tele một bảng thử đặt xa; lấy nét thật chuẩn bằng vòng nét.

- ① Mở khẩu hết cỡ để vùng nét mỏng nhất, zoom vào hết tele một bảng thử đặt ở xa
- ② Lấy nét cho thật chuẩn bằng vòng nét
- ③ Zoom ra hết góc rộng; nếu mất nét thì chỉnh vòng nét sau, vòng riêng trên thân ống, thường có vít khoá
- ④ Lặp lại vài lần cho tới khi zoom vào và ra mà nét không đổi

Vì sao điện ảnh vẫn cần người phụ nét

- Trên phim trường chuyên nghiệp, điểm nét do một người đặt bằng tay theo thang khoảng cách đã đo trước bằng thước
- **Điểm nét là quyết định kể chuyện:** máy chọn mặt người gần nhất hoặc vật ở giữa khung; đạo diễn có thể muốn nét ở bàn tay hay vật sau lưng nhân vật
- **Nét có thể trôi giữa cảnh:** một người đi ngang trước ống đủ làm điểm nét nhảy, hỏng cả đúp quay
- **Tốc độ chuyển nét không khớp nhịp:** người phụ nét theo yêu cầu cảnh, máy theo tốc độ mặc định

Khi nào dùng lấy nét tự động

GHI NHỚ

Với người học và sản xuất quy mô nhỏ, lấy nét tự động là công cụ hiệu quả và nên dùng.

- Cần biết máy đang chọn đối tượng nào
- Cần biết tắt chế độ này khi cảnh đòi hỏi một điểm nét cụ thể

Những điều cần nhớ

- Ba cơ chế: theo tương phản (chậm, dò), theo pha (nhanh, cần điểm ảnh riêng), Dual Pixel (nhanh và dày)
- Chỉnh nét sau cho ống B4: bốn bước, lặp tới khi zoom vào ra mà nét không đổi
- Điện ảnh dùng người phụ nét vì điểm nét là quyết định kể chuyện, có thể trôi, và tốc độ chuyển nét phải khớp nhịp
- Tự động hoá là công cụ; phải biết máy đang chọn gì và khi nào tắt

Chống rung và giữ máy

- Chống rung quang học: thấu kính cơ động trong ống bù góc rung, ảnh trên cảm biến giữ nguyên
- Năm cách chống rung, mỗi cách xử lý một loại rung khác nhau
- Rung không phải lúc nào cũng là lỗi

Năm cách chống rung và giới hạn của từng cách

Cách	Nguyên lý	Mạnh ở	Giới hạn
Quang học trong ống	Một thấu kính cơ động trong ống dịch ngược chiều rung, theo tín hiệu cảm biến con quay	Không mất chi tiết; hiệu quả với rung tay tần số cao	Không chữa được rung biên độ lớn khi đi bộ; chỉ có ở ống có trang bị
Dịch cảm biến	Cả khối cảm biến dịch và xoay để bù, kể cả xoay quanh trục quang	Dùng được với mọi ống kính, kể cả ống cũ không có mạch	Hành trình dịch có hạn; ống tele dài kém hiệu quả hơn
Điện tử	Máy cắt bớt mép khung rồi dịch vùng cắt ngược chiều rung	Không cần cơ khí; kết hợp được với hai cách trên	Mất góc nhìn và một phần độ phân giải; dễ sinh méo hình
Gimbal ba trục	Ba mô-tơ giữ thân máy đứng yên trong không gian khi người cầm di chuyển	Cú máy di chuyển dài mà mượt như trượt trên ray	Nặng, tốn pin, phải cân bằng lại mỗi khi đổi ống kính
Chân máy có đầu dầu	Loại bỏ rung, đồng thời cho lia và ngóc có lực cản dầu	Rẻ nhất và chắc chắn nhất; lia mượt theo tốc độ đều	Không di chuyển được trong lúc quay

Hình 9.23 — Năm cách chống rung và giới hạn của từng cách

Chọn cách nào cho loại rung nào

QUY TẮC

Chọn cách chống rung theo loại rung, không theo mức giá của thiết bị.

- Rung tay tần số cao khi cầm máy đứng yên: chống rung quang học hoặc dịch cảm biến là đủ
- Rung biên độ lớn khi đi bộ: hai cách trên không xử lý được; dùng gimbal hoặc steadicam
- Cú máy tĩnh, hoặc cú lia và ngóc đều tay: chân máy đầu dầu, chi phí thấp nhất và ổn định nhất
- Rung có chủ ý của cú máy cầm tay là thủ pháp ngôn ngữ điện ảnh; điều cần tránh là rung không chủ ý

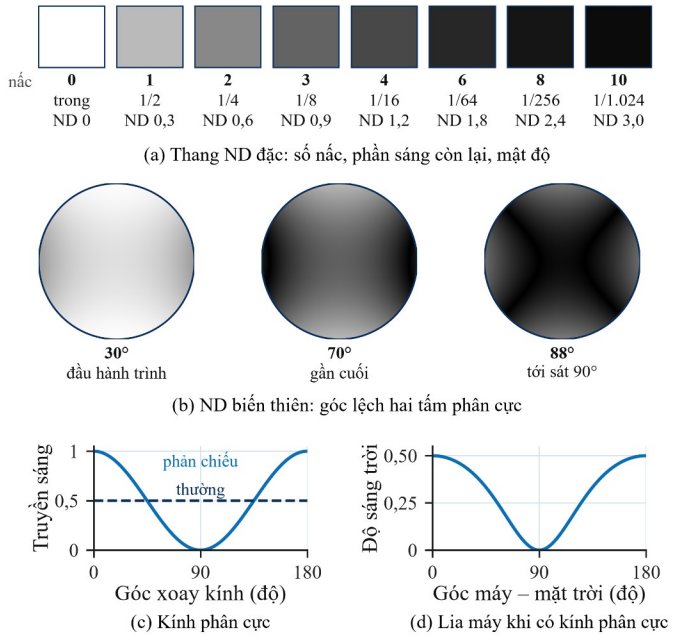
Chống rung điện tử: cái giá phải trả

- Cắt bớt mép khung rồi dịch vùng cắt ngược chiều rung
- Hậu quả: mất một phần góc nhìn và một phần độ phân giải
- Máy quay ở độ phân giải cao hơn mức cần: đánh đổi chấp nhận được
- Đã quay đúng độ phân giải giao nộp: nên tắt chức năng này

Những điều cần nhớ

- Chống rung quang học và dịch cảm biến xử lý rung tay tần số cao
- Rung biên độ lớn khi đi bộ cần gimbal hoặc steadicam; cú máy tĩnh hoặc lia đều dùng chân máy đầu dầu
- Chống rung điện tử cắt mép khung: mất góc nhìn và độ phân giải; tắt khi đã quay đúng độ phân giải giao nộp
- Rung có chủ ý là ngôn ngữ điện ảnh

Kính lọc



(a) Thang ND đặc: số nấc, phần sáng còn lại, mật độ

(b) ND biến thiên: góc lệch hai tấm phân cực

(c) Kính phân cực

(d) Lia máy khi có kính phân cực

- Hai vòng lọc độc lập: chuyển đổi nhiệt độ màu và giảm sáng ND
- Kính ND: thang giảm sáng, ND biến thiên và hiện tượng chữ X, IRND
- Kính phân cực và các kính khác; thứ tự xếp kính

Hộp che sáng và kính lọc dạng tấm



Hình 9.24 — Lắp tấm kính lọc vào hộp che sáng (matte box) gắn trên thanh ray của máy quay RED

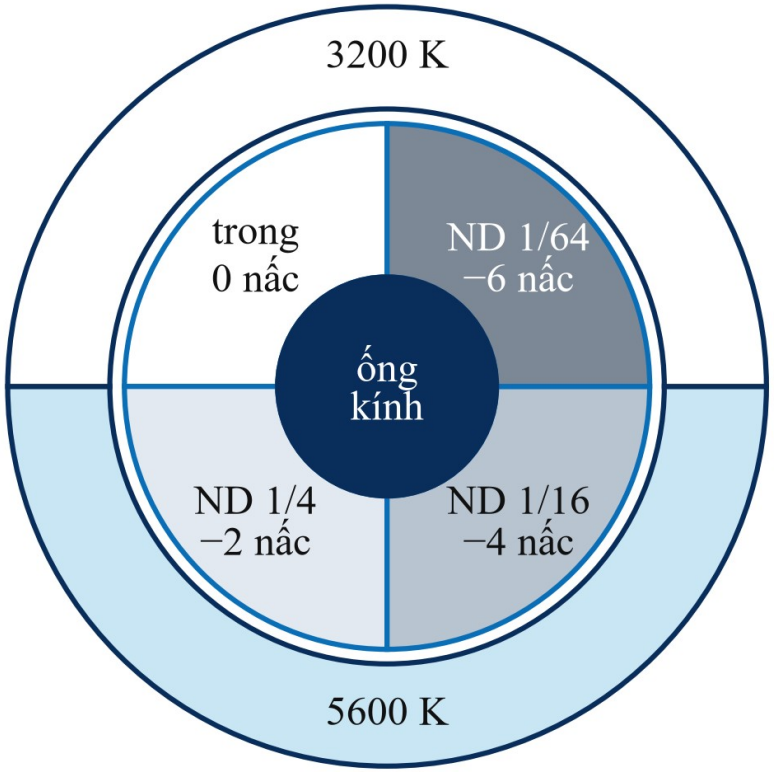
Nguồn: MariahMartinez1, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons (truy cập 05/11/2026).

- Hộp che sáng gắn trước ống kính
- Kính lọc dạng tấm lắp vào khay riêng
- Trên máy quay chuyên dụng, các nấc lọc thường mô tả theo nhiệt độ ánh sáng môi trường
- Cách mô tả bằng một danh sách như vậy gộp hai chức năng khác nhau vào một dãy

Các nấc lọc mô tả theo nhiệt độ ánh sáng

Nấc	Ánh sáng môi trường
Nấc 1	Ánh sáng yếu, dưới 3200 K
Nấc 3	Ngoài trời vừa phải, từ 4000 tới 5600 K
Nấc 4	Nắng gắt, từ 6500 K

Hai vòng lọc riêng biệt trên thân máy quay chuyên dụng



Vòng ngoài: nhiệt độ màu
Vòng trong: giảm sáng ND

Cảnh quay	Vòng ngoài	Vòng ND
Trong nhà, đèn sợi đốt	3200 K	trong
Ngoài trời râm	5600 K	trong hoặc 1/4
Nắng gắt	5600 K	1/16 hoặc 1/64

Hai vòng xoay độc lập; đặt xong cả hai mới cân bằng trắng.

Hình 9.25 — Hai vòng lọc riêng biệt trên thân máy quay chuyên dụng

Hai vòng độc lập: màu và ánh sáng

Vòng chuyển đổi nhiệt độ màu

- Đưa ánh sáng của cảnh về nhiệt độ màu mà phần điện tử phía sau yêu cầu
- Các nấc thường: "trong" cho 3200 K và một nấc chuyển đổi cho 5600 K

Vòng giảm sáng ND

- Giảm cường độ ánh sáng mà không làm đổi màu
- Các nấc thường: trong, 1/4, 1/16 và 1/64
- Quay ngoài nắng gắt: vòng ngoài về 5600 K, vòng ND về 1/16 hoặc 1/64

Cảnh nhìn qua kính ND và nhìn trực tiếp



Hình 9.26 — Cảnh nhìn qua kính ND4 (trong vòng kính) và cảnh nhìn trực tiếp

Nguồn: Robert Emperley, CC BY-SA 2.0, Wikimedia Commons (truy cập 05/11/2026).

- Kính ND làm giảm lượng ánh sáng đi qua mà không làm đổi màu
- Kính lọc trung tính giảm đồng đều lượng sáng vào ống kính
- Mức giảm ghi theo hai cách: theo phần ánh sáng còn lại, hoặc theo số nấc

Độ truyền qua và khẩu độ khi dùng ND

τ là độ truyền qua của kính ND; f_new là khẩu số tương đương sau khi dùng kính. Công thức (9.16)

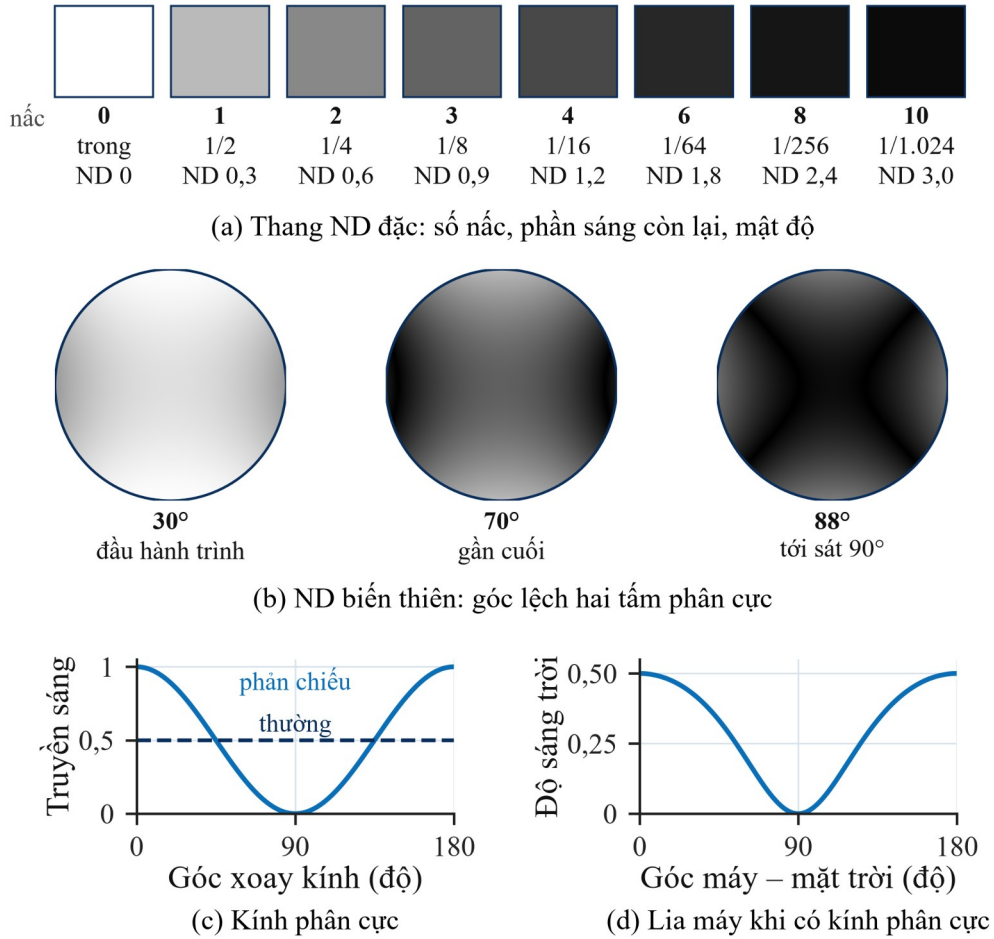
$$\tau_{ND} = 2^{-N} \; ; \quad f_{new} = f \cdot 2^{N/2}$$

- N là số nấc giảm sáng; mỗi nấc giảm một nửa lượng ánh sáng
- Ví dụ N = 2: còn 1/4 lượng sáng; khẩu f/2,8 tương đương f/5,6 (nhân 2^(2/2) = 2); ghi là ND4
- Ví dụ N = 4: còn 1/16 lượng sáng; khẩu nhân 4, tức f/2,8 tương đương khoảng f/11; ghi là ND16

Đối chiếu cách ghi mức giảm sáng của kính ND

Số nấc giảm	Phần sáng còn lại	Ghi kiểu phân số	Ghi kiểu mật độ	Dùng khi
1	1/2	ND2	ND 0.3	Trời râm nhẹ, muốn mở thêm một nấc
2	1/4	ND4	ND 0.6	Trời râm, hoặc trong nhà rất sáng
4	1/16	ND16	ND 1.2	Ngoài trời có nắng
6	1/64	ND64	ND 1.8	Nắng gắt buổi trưa
10	1/1024	ND1000	ND 3.0	Phơi sáng rất dài để làm mượt nước hoặc mây

Thang kính ND, chữ X của ND biến thiên, kính phân cực



Hình 9.27 — Thang kính ND, hiện tượng chữ X của ND biến thiên, và kính phân cực

Vì sao cần ND khi đã có thể khép khẩu

Khép khẩu

- Làm dày vùng nét
- Người quay nhiều khi muốn giữ vùng nét mỏng để tách chủ thể khỏi nền

Đổi màn trập

- Màn trập không được thay đổi, theo quy tắc 180 độ ở mục 9.25
- Vì vậy ND đóng vai trò biến điều chỉnh thứ ba thay cho màn trập (mục 9.24)

ND biến thiên và hiện tượng chữ X

- Gồm hai tấm phân cực xoay được so với nhau
- Xoay tấm ngoài: mức giảm sáng đổi liên tục, thuận tiện khi ánh sáng biến động
- Hai tấm lệch nhau gần chín mươi độ, ở đầu mút hành trình: ánh sáng bị chặn không đều
- Sinh vệt tối hình chữ X, rõ nhất với ống góc rộng

Ba quy tắc khi dùng ND biến thiên

QUY TẮC

Không vặn tới hết hành trình: dừng lại trước mốc tối đa do hãng ghi trên vành kính.

- Kiểm tra: quay thử mặt phẳng sáng đều, như bầu trời hoặc bức tường trắng, quan sát toàn khung
- Với ống góc rộng, cân nhắc dùng ND đặc theo nấc thay cho ND biến thiên

IRND và hiện tượng lệch màu vùng đen

- Kính ND lý tưởng chặn đều mọi bước sóng
- ND thực tế, nhất là loại giá thấp: chặn ánh sáng nhìn thấy tốt nhưng để lọt hồng ngoại
- Cảm biến vẫn nhạy với hồng ngoại: ND dày ngoài nắng làm tỉ lệ hồng ngoại trong tổng ánh sáng tăng mạnh
- Hậu quả: vải đen, nhất là vải tổng hợp, ngả tím hoặc ngả đỏ
- IRND: ND có thêm lớp chặn hồng ngoại; giá cao hơn ND thường đáng kể

Kính phân cực

- Loại bỏ ánh sáng phản chiếu từ bề mặt không kim loại: mặt nước, mặt kính, lá cây bóng
- Làm màu trời đậm lên và màu vật bão hoà hơn
- Hiệu quả phụ thuộc góc xoay kính và góc giữa máy với mặt trời
- Làm mất khoảng một tới hai nấc sáng: tính vào phơi sáng

Cái bẫy của kính phân cực khi quay phim

CẢNH BÁO

Khi lia máy, góc giữa máy và mặt trời thay đổi liên tục nên hiệu quả cũng đổi liên tục: bầu trời đậm nhạt thất thường trong cùng một cú máy.

- Lỗi thường gặp khi quay phong cảnh
- Không khắc phục được ở khâu hậu kỳ

Các loại kính lọc khác và mục đích

Loại kính	Tác dụng	Lưu ý khi dùng
Kính bảo vệ	Che bụi, nước và va quệt cho thấu kính đầu tiên	Thêm hai mặt phản xạ; kính rẻ làm giảm chất lượng thấy được
Kính tán sắc, mist	Làm mềm vùng chuyển sáng tối, giảm độ gắt của nguồn sáng mạnh, tạo quầng nhẹ quanh đèn	Không gỡ được ở hậu kỳ; nên thử trước và quay cả bản không kính
Kính chặn hồng ngoại	Chặn phần hồng ngoại cho cảm biến	Nhiều máy đã tích hợp sẵn
Kính hiệu ứng sao	Kéo nguồn sáng điểm thành hình sao nhiều cánh	Hiệu ứng rất mạnh, dùng dè dặt

Thứ tự xếp kính

QUY TẮC

Càng ít kính càng tốt: xếp chồng nhiều kính làm tăng phản xạ giữa các mặt, sinh loá và bóng ma.

- Kính tán sắc đặt trong cùng, sát ống kính
- ND ở giữa
- Kính phân cực ngoài cùng, để xoay được mà không phải tháo

Những điều cần nhớ

- Hai vòng độc lập: chuyển đổi nhiệt độ màu (3200 K, 5600 K) và ND (trong, 1/4, 1/16, 1/64); ngoài nắng gắt vặn cả hai
- ND: τ = 2^(−N), f mới = f·2^(N/2), công thức (9.16); ND giữ vùng nét mỏng và giữ nguyên màn trập
- ND biến thiên: dừng trước mốc tối đa, nhất là với ống góc rộng, để tránh chữ X
- IRND chặn hồng ngoại: tránh vải đen ngả tím hoặc đỏ; kính phân cực không hợp cú lia rộng, mất một tới hai nấc
- Càng ít kính càng tốt: tán sắc trong cùng, ND giữa, phân cực ngoài cùng

Bài thực hành số 2 — ống kính và kính lọc

- Mục tiêu: nhận ra bằng mắt bốn hiện tượng đã học ở phần này
- Biết cách kiểm tra thiết bị trước khi mang ra hiện trường
- Bài thực hành ngoài trời có nắng cho kết quả rõ nhất

Thiết bị cho mỗi nhóm

- Một máy quay đặt được khẩu thủ công
- Một ống kính có vòng nét xoay tay
- Một bộ kính ND đặc và một kính ND biến thiên
- Một kính phân cực
- Một chân máy và một thẻ xám

Phần 1 — Đo thở tiêu cự

- **Làm:** đặt máy trên chân, khung cố định có một vật gần và một vật xa
- Quay một cú kéo nét từ vật gần sang vật xa; lặp lại với ống khác nếu có
- Dừng hình ở hai đầu, so bề rộng phần nền lọt khung
- **Rút ra:** đo được mức thở theo phần trăm bề rộng khung; hiểu vì sao ống thở nhiều làm cú chuyển nét kém mượt

Phần 2 — Hiện tượng chữ X

- **Làm:** lắp ND biến thiên, chĩa vào bầu trời hoặc tường trắng sáng đều
- Xoay từ mức nhẹ nhất tới hết hành trình, quay liên tục
- Lặp lại với ống góc rộng và ống tele
- **Rút ra:** vệt tối chữ X hiện ở gần cuối hành trình, rõ hơn hẳn với góc rộng; xác định mốc an toàn của chính kính đang có

Phần 3 — Kính phân cực khi lia máy

- **Làm:** quay cú lia ngang chừng chín mươi độ dưới trời nắng, có bầu trời trong khung
- Lần một không kính; lần hai có kính phân cực đã xoay tới hiệu quả mạnh nhất ở điểm bắt đầu
- **Rút ra:** ở bản có kính, độ đậm của bầu trời đổi rõ trong lúc lia; cân nhắc kỹ trước khi dùng kính phân cực cho cú lia rộng

Phần 4 — IRND và vùng đen

- **Làm:** đặt mảnh vải đen tổng hợp và thẻ xám cạnh nhau ngoài nắng
- Quay ba bản: không ND; ND thường dày (bốn tới sáu nấc); IRND cùng mức. Giữ nguyên cân bằng trắng
- **Rút ra:** bản ND thường cho vải đen ngả tím rõ, bản IRND thì không
- Nếu chỉ có ND thường: ghi nhận mức ngả màu để biết mà tránh

Sản phẩm nộp

- Hai ảnh dừng hình đầu và cuối của phần một, kèm số đo mức thở
- Ảnh chụp hiện tượng chữ X kèm mốc an toàn xác định được
- Hai đoạn lia của phần ba đặt cạnh nhau
- Bốn ảnh của phần bốn, có chú thích màu vùng đen

Nếu thiếu thiết bị

GHI NHỚ

Mỗi phần đều có phương án thay thế; bài vẫn đạt mục tiêu.

- Không có ND biến thiên: bỏ phần hai, thay bằng đo mức ngả màu của từng nấc ND đặc có sẵn
- Không có IRND: phần bốn vẫn làm với ND thường, ghi nhận hiện tượng ngả màu xảy ra ở mức nào
- Phần ba chỉ cần một kính phân cực cho cả lớp, thực hiện chung trên một máy

Những điều cần nhớ

- Thở tiêu cự đo được bằng phần trăm bề rộng khung
- Chữ X xuất hiện gần cuối hành trình ND biến thiên, rõ ở ống góc rộng; biết mốc an toàn của kính
- Kính phân cực làm độ đậm bầu trời đổi khi lia
- ND thường làm vải đen ngả tím; IRND thì không

Kết thúc Phần B

- Zoom: Z = Fmax / Fmin, công thức (9.15); mặt phẳng hội tụ giữ nhờ L1, L2 di chuyển phi tuyến; đánh đổi chất lượng lấy tính tức thời
- Quang sai: sáu hiện tượng, cong trường ảnh, đường MTF; khép khẩu một tới hai nấc nét hơn, nhiễu xạ từ f/16 trên cảm biến nhỏ
- Ngàm: khoảng cách mặt bích quyết định vòng chuyển; ống điện ảnh ít thở tiêu cự; lấy nét tự động và chỉnh nét sau ống B4
- Chống rung: chọn theo loại rung; kính lọc: ND, τ = 2^(−N), f mới = f·2^(N/2), công thức (9.16), IRND, phân cực
- Phần C: cảm biến ảnh — từ photon tới điện tích, CCD và CMOS, màn trập cuốn, ma trận Bayer, nhiễu và dải động