

大 家 好

我

們

是

第

八

組

張

嘉

容

黃

怡

君

高

浚

瑜

今

天

的

主

題

是



Biology

Vision

Bio
Engineering

Bio
Material

Biology Part

Biological Guideline

- Eye Structure
- Visual Pathway
 - Retina
 - LGN
 - Visual Cortex
- Visual Damage
 - Eye
 - Optic Nerve
 - Cortex



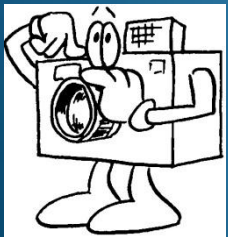
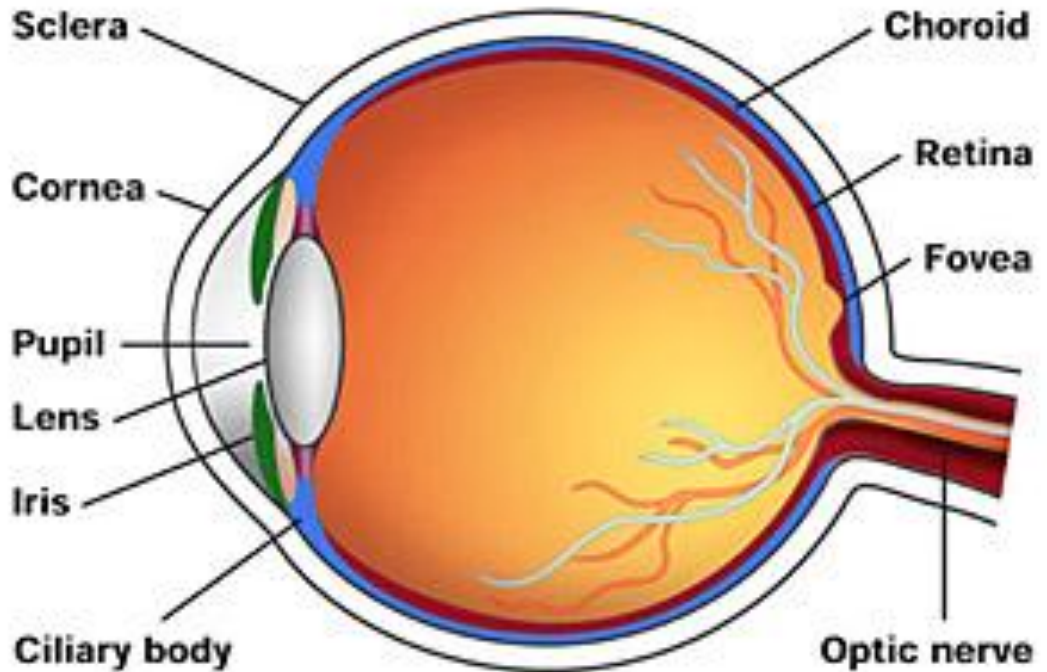
Eye Structure

- Design Art—Two eyeballs for human
 - You wont expect the following...



Eye Structure

- Like a camera? Much more than that...
 - Projection
 - Protection
 - Adjusting



Eye Structure

- Light Projection

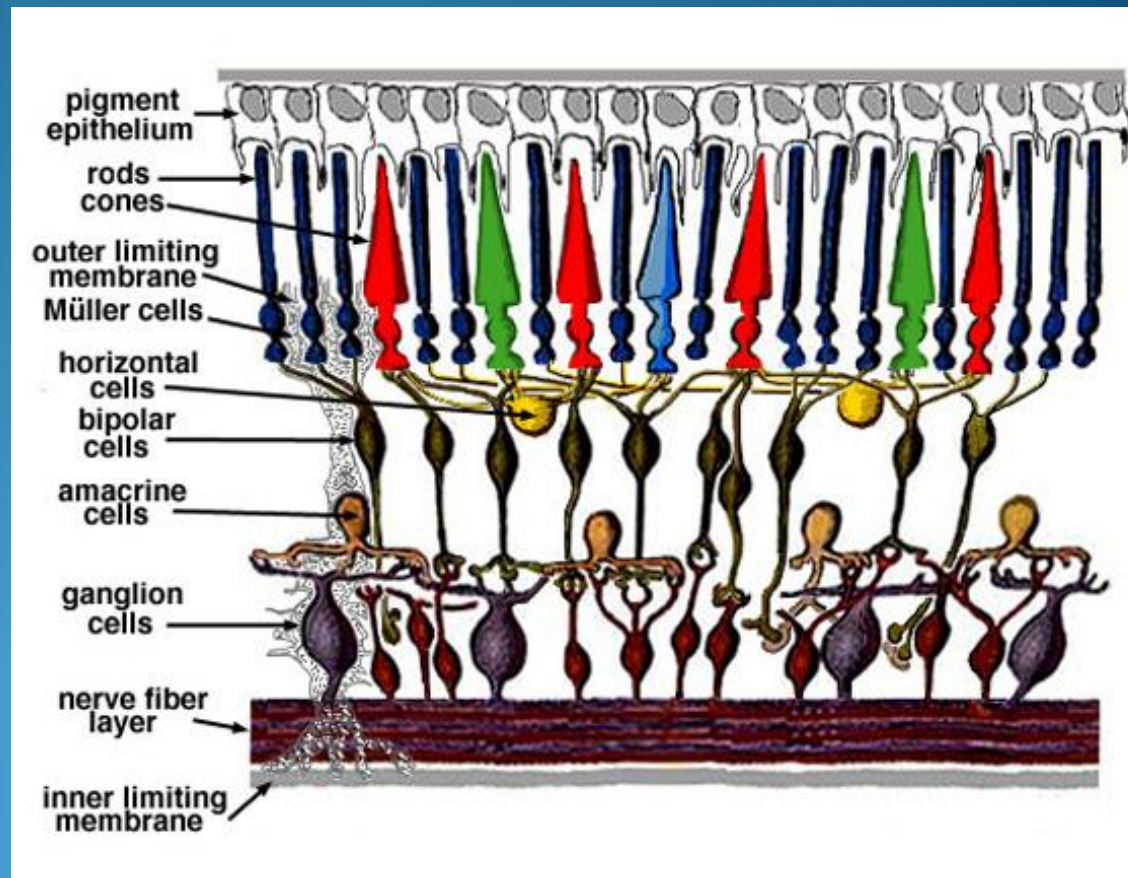
- Cornea → Aqueous Humor → Pupil → Lens
→ Vitreous Humor → Retina

- Animation:

<http://www.acuvue.com.tw/acuvue-life/health-file/about-your-eyes/physiology-of-the-eye.html>

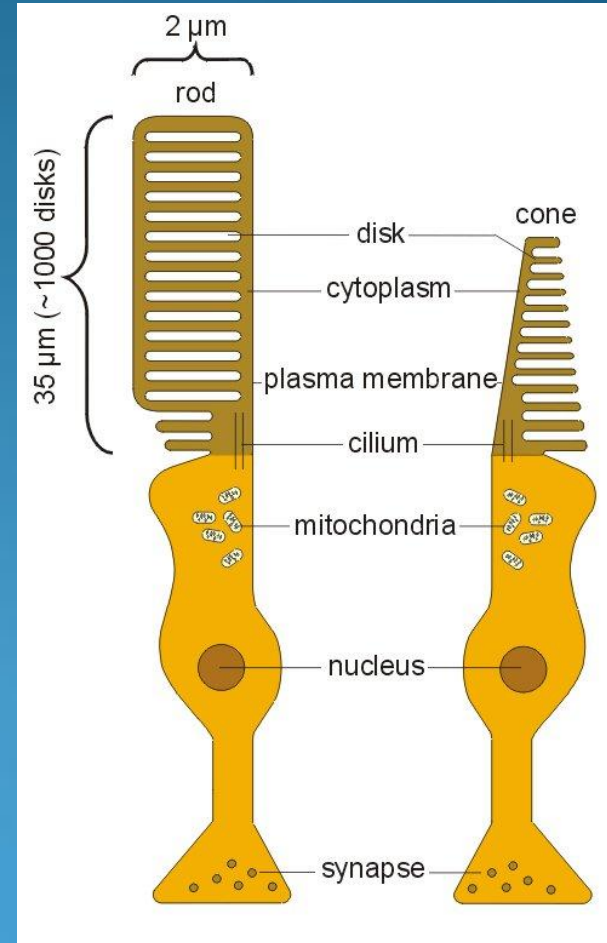
Visual Pathway

- Retina
 - Pigment
 - Photoreceptor
 - Cone Cell
 - Rod Cell
 - Bipolar Neuron
 - Ganglion Neuron
 - P type
 - M type
 - Non M-non P



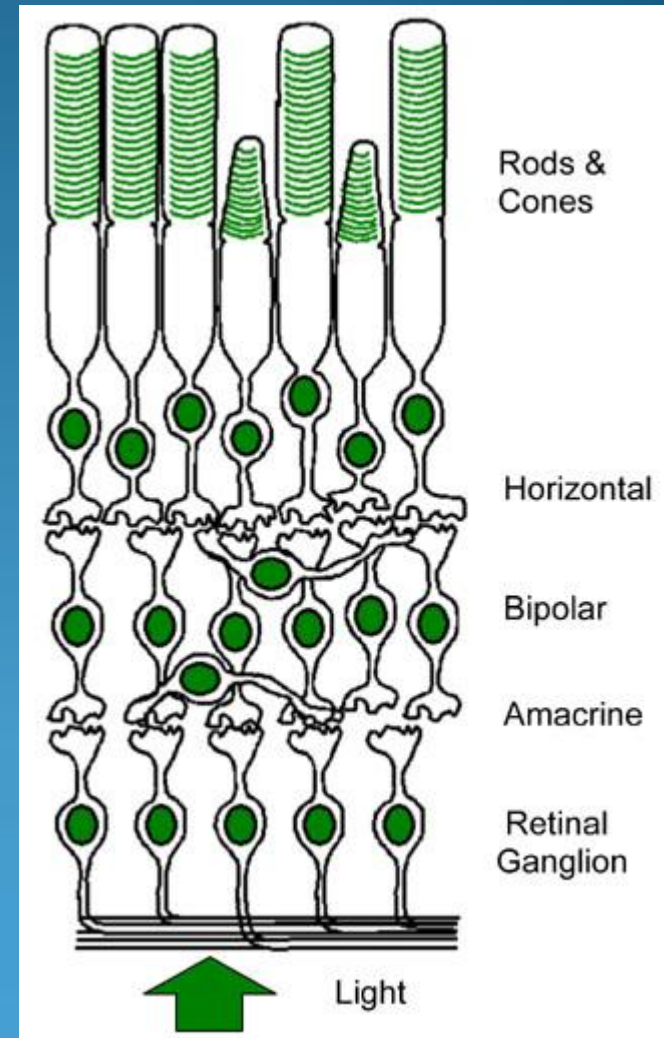
Visual Pathway

- Cone cell
 - Center (fovea)
 - 6.5 million
 - color
- Rod cell
 - Periphery
 - 120 million
 - brightness



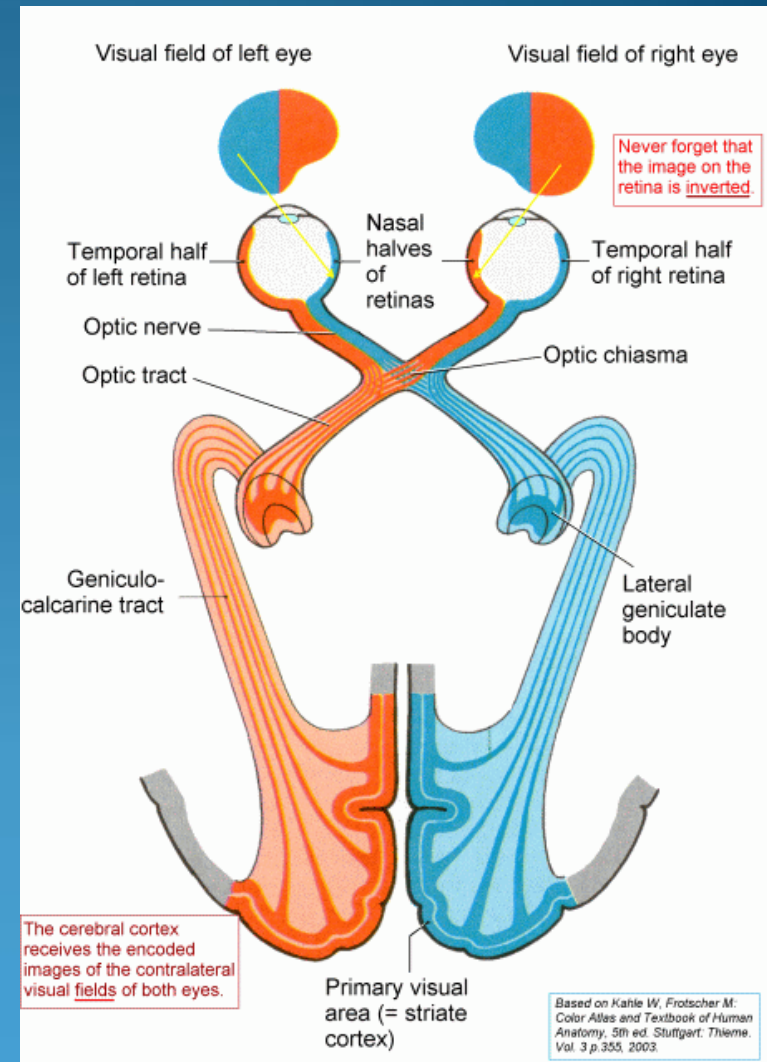
Visual Pathway

- P type
 - Small field
 - Shape
- M type
 - Large field
 - Movement
- Non M-non P
 - Color



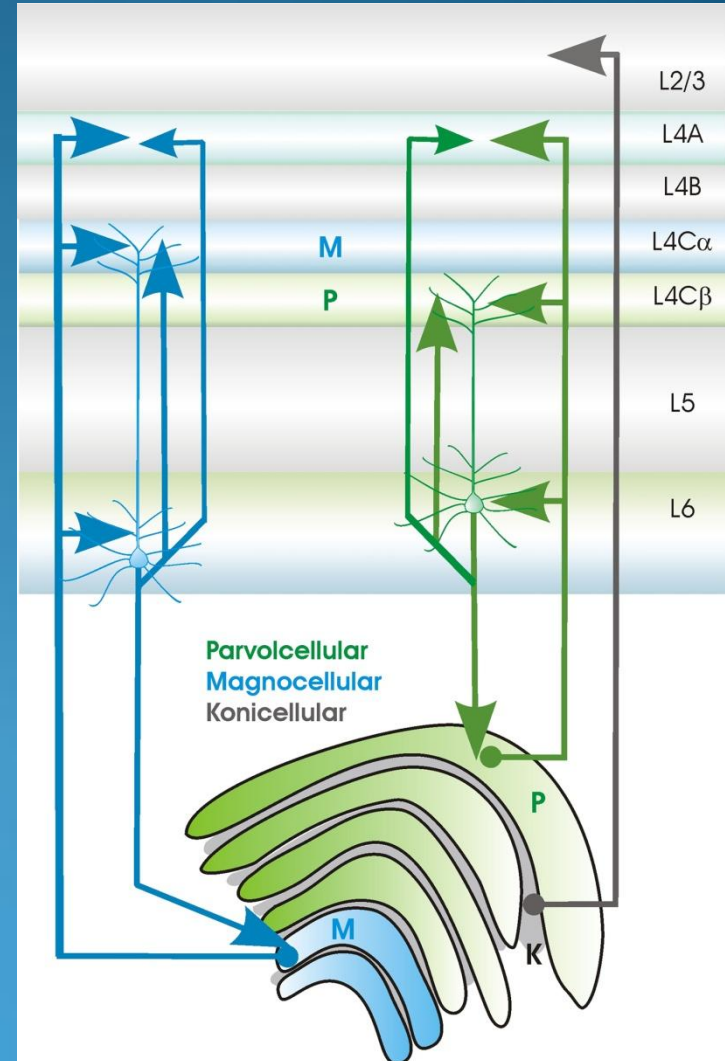
Visual Pathway

- LGN
 - Nucleus in thalamus
 - Partial Decussation
 - Parallel Processing
 - What we see is influenced by how we feel



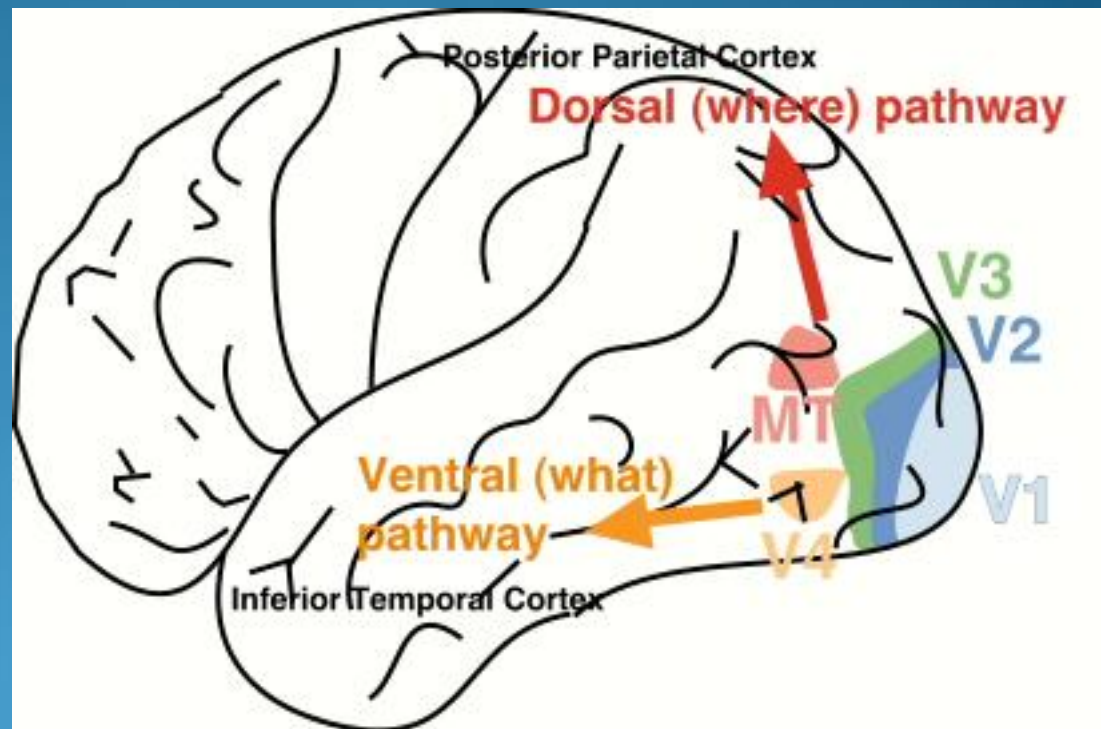
Visual Pathway

- Visual Cortex
 - V1, or striate cortex
 - Left/Right Mix
 - Broad Distribution
 - No pictures



Visual Pathway

- Retina → LGN → Visual Cortex (V1)
- MT
 - A picture
- Dorsal
 - Movement
- Ventral
 - Cognition



Visual Damage

- Eye → biomaterial or surgery
- Optic Nerve → electrical engineering
- Cortex → get a new brain!



Bio-material



人工水晶體

Intraocular Lens



□原因

●白內障

指眼球內的水晶體產生混濁，進而影響視力。

視力逐漸模糊、對光敏感、複視、需經常更換眼鏡、夜間視力變差，以至看到的事物會褪色或變黃

□共通的基本架構

●[水晶體本體]圓形鏡面-折射光線

●[支撐腳]二條將圓形晶體固定在眼球中央的臂狀物-固定位置、避免偏移

□要求

●良好的生物相容性

●長時間穩定地固定在眼內，不偏移



□ 演進

- 1949年-首片人工水晶體
 - 聚甲基丙烯酸甲酯〔PMMA〕的硬塑膠材質
 - 非摺疊式
 - 易偏離視軸
- 1982年-『可摺疊式人工水晶體』
 - 配合小切口
 - 摺疊成一半大小，放入水晶體囊袋中，伸展至原先大小
 - 矽膠〔Silicone〕，容易纖維化，併發症、變質
- 1994『非親水性Acrylic材質』
 - 柔軟、可摺疊的特性
 - 沒有矽膠人工水晶體的回彈力，可避免組織的傷害
 - 目前市面上生物相容性最高、二次白內障發生率最低



□分類

●單焦點非球面人工水晶體

- 只有一種度數，只有一個曲率半徑，需要再戴老花眼鏡

●雙焦點人工水晶體

- 中央附加圓形正屈光度數鏡片，用於看近，而周邊部看遠。

●多焦點人工水晶體

- 能看近又能看遠

- 分為二型：

繞射型MIOL(diffractive MIOL,DMIOL)

折射型MIOL(refractive MIOL,RMIOL)。

- 近視力、中間距離視力、焦點深度都得以提高

●矯正散光人工水晶體

過去

- 術後繼續配戴散光眼鏡
- 手術中進行角膜切口手術
- 術後1~2個月後再進行雷射屈光手術



多焦點抗老花
非球面人工水晶體



•A級(Apodized)
繞射+折射

•以注射式植入法，
切口大小只有
2.8mm，不需縫合，
術後恢復快速

多焦點抗老花
黃色人工水晶體
(一體成型/軟式)



•最趨近於人類自然
水晶體的黃色材質
過濾紫外線與高能
量藍光

•避免老年性視網膜
退化及黃斑部病變

散光矯正設計
黃色人工水晶體
(一體成型/軟式)



•散光設計

無像差先進光學
非球面人工水晶體
(一體成型/軟式)



•提高對比敏感度

•特殊一體成型，無
接縫，中心定位良
好，無位移現象

•無眩光現象

單片型人工水晶體
(一體成型/軟式)



- 抗紫外線
- 一體成型設計，
- 支撐腳強韌
提供穩定視力

一般人工水晶體
(三片型/軟式)

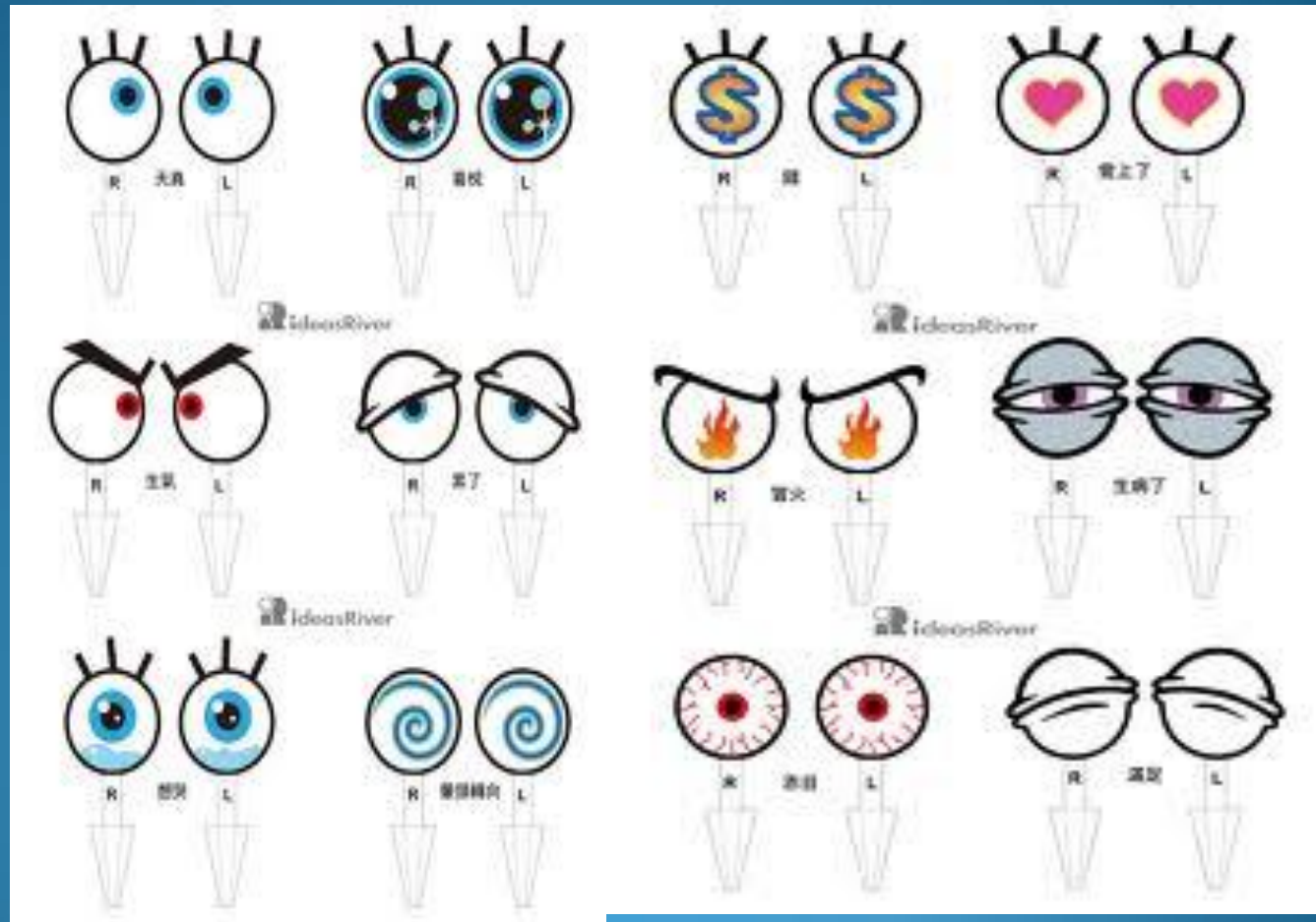


- 抗紫外線
- 傷口中等

硬式人工水晶體
(不可摺疊)

- 不可被摺疊後植入
- 傷口最大，需縫2~3針
- 術後恢復較慢

人工角膜



捐贈角膜

- 需輪候捐贈
- 素質不劃一
- 須長期使用抗生物排斥藥物
- 長期使用抗排斥的類固醇藥，可能會造成青光眼或白內障
- 如果移植手術做得好，視野會比人造角膜好

人造角膜

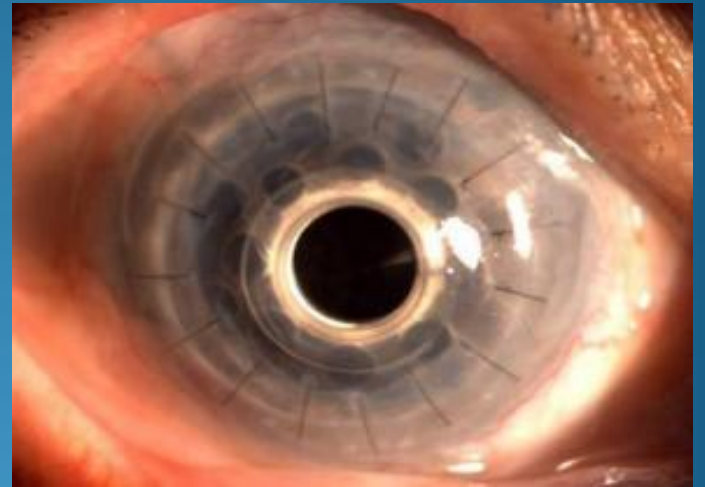
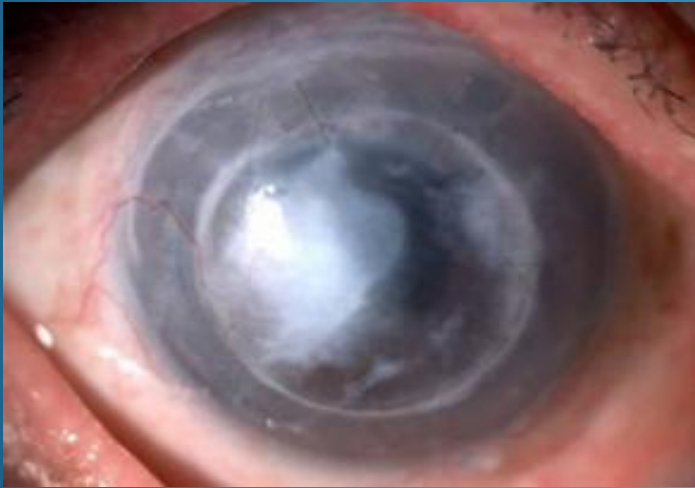
- ★ 不必等待捐贈
- ★ 素質劃一
- ★ 不必擔心生物排斥
- ★ 因人造角膜的體積問題，導致患者在手術後的視野比較小
- ★ 須長期配戴隱形眼鏡來保護人造角膜
- ★ 需定位，得“縫”在病患原有的角膜上，所以病患需保有原來的部份角膜

波士頓人工角膜

(Boston Keratoprosthesis)

- 哈佛大學
- 1992年通過美國食品藥物管理局（FDA）認證
- 聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）
- 分為4個部份
合而為一後縫在眼角膜
再蓋上隱形眼鏡固定位置





加拿大 人工角膜移植實驗

1. 培養

利用人類膠原蛋白，培養並形塑出人工眼角膜，用實驗室產製的膠原蛋白，將它揉成眼角膜的形狀，看起來就像隱形眼鏡一樣。

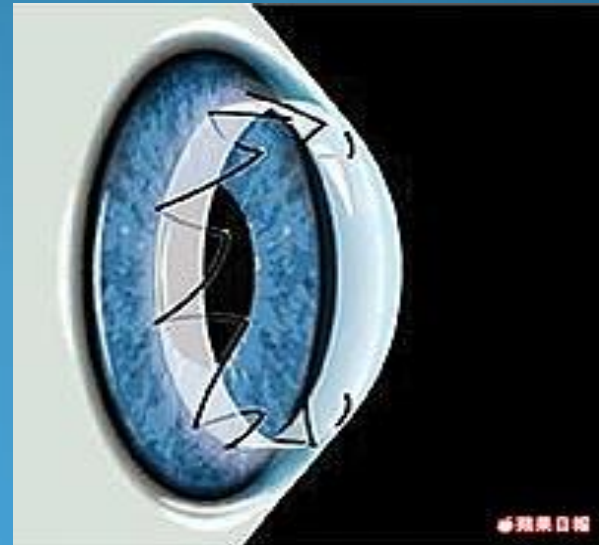
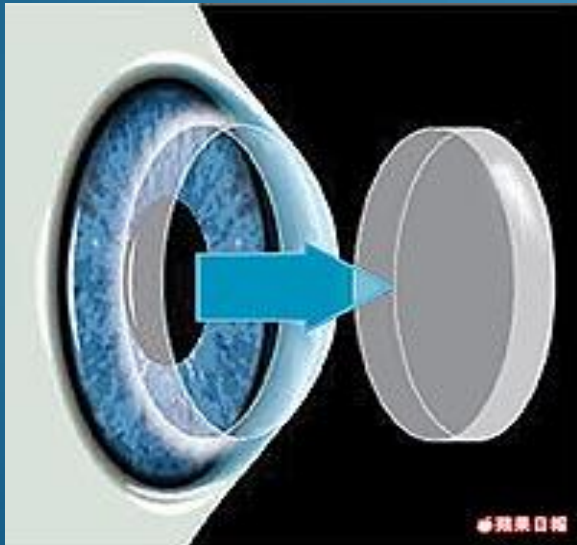


2.切割

利用圓形切割器，割除病患受損的角膜中心。

3.縫合

把人工角膜與原有角膜的邊緣縫合；一段時間後讓兩者的細胞和神經完全重新生長。人工眼角膜對碰觸有感覺，甚至會產生眼淚，供給眼球足夠的氧



植入式隱形眼鏡

Implantable Contact Lens(ICL)



- 材質：PMMA
- 高度近視或不適合雷射治療
- 近視的度數需在800度至2000度之間
散光的度數需低於250度
- 將一片小小的隱形眼鏡直接置入
眼球前房虹膜與眼角膜之間
- 無需切除晶體，保留眼球中的
任何部位並保留其原有的功能
- 必要時可以手術方式取出。

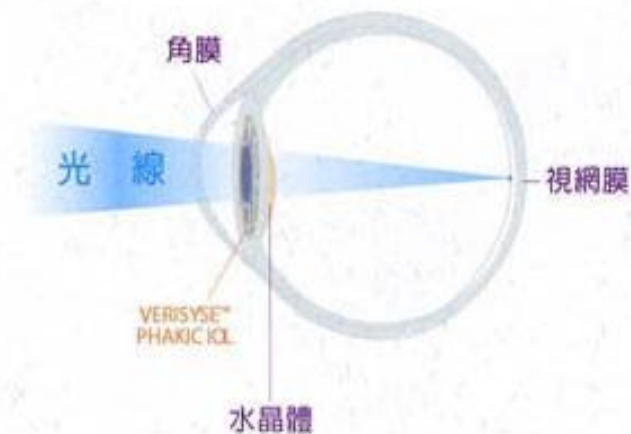


植入前



正常的眼睛，光線將透過角膜聚焦投射到視網膜上面，形成清楚的影像。但對近視的眼睛來說，由於角膜的弧度較大（或太長），造成影像聚焦在視網膜之前，形成模糊的影像。

植入後

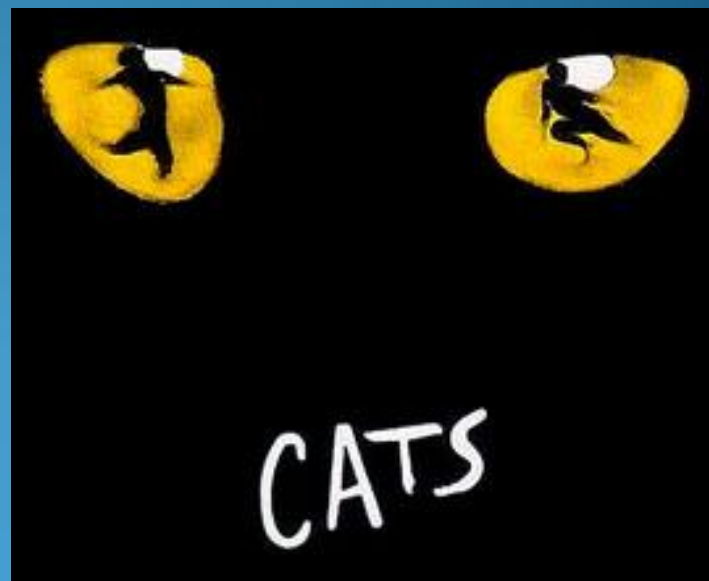
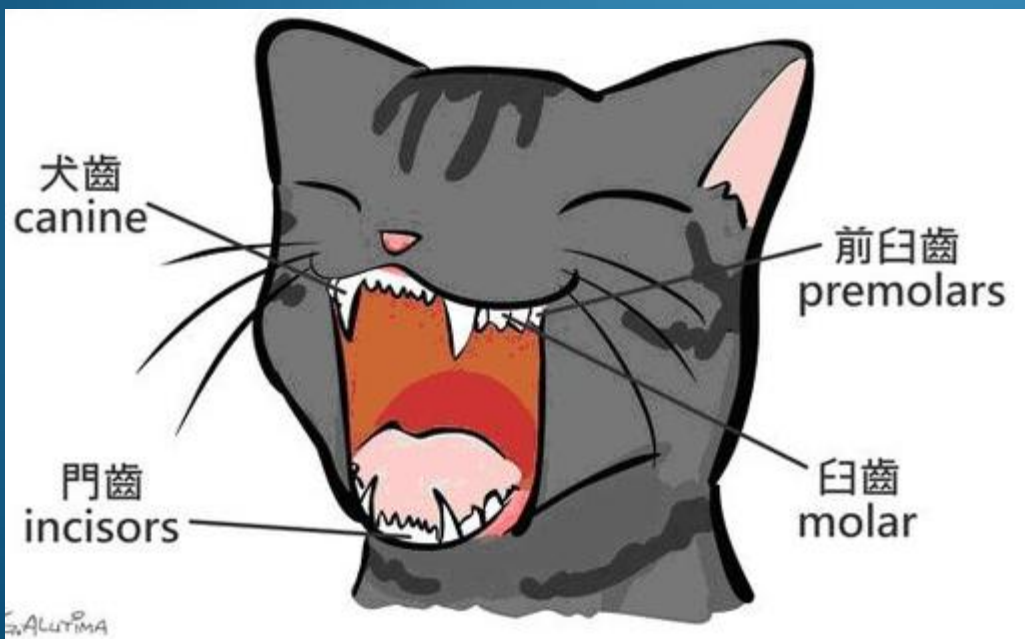


回立視植入式隱形眼鏡治療近視的方法為將一片小小的隱形眼鏡直接置入您的角膜後方，透過矯正的技术將影像準確的投射到視網膜，這種技术將永遠使您擁有清晰的視力

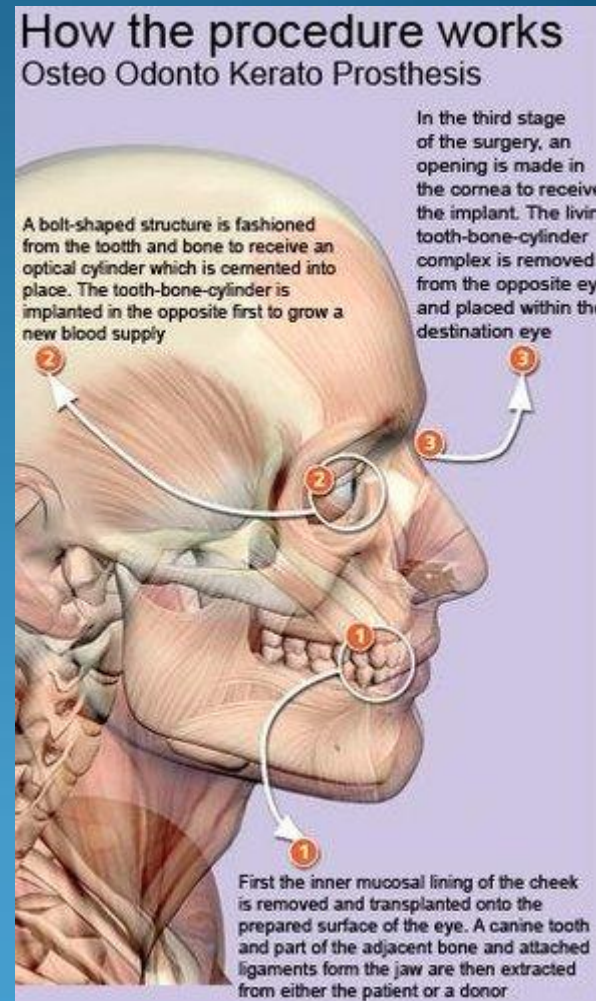
~以牙還眼~

「骨齒人工角膜手術」

Osteo-Odonto-Keratoprosthesis

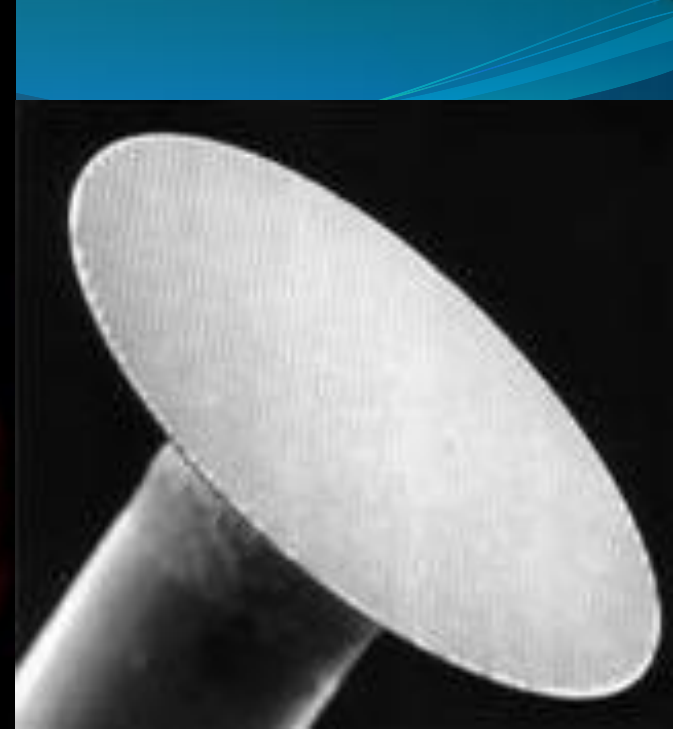
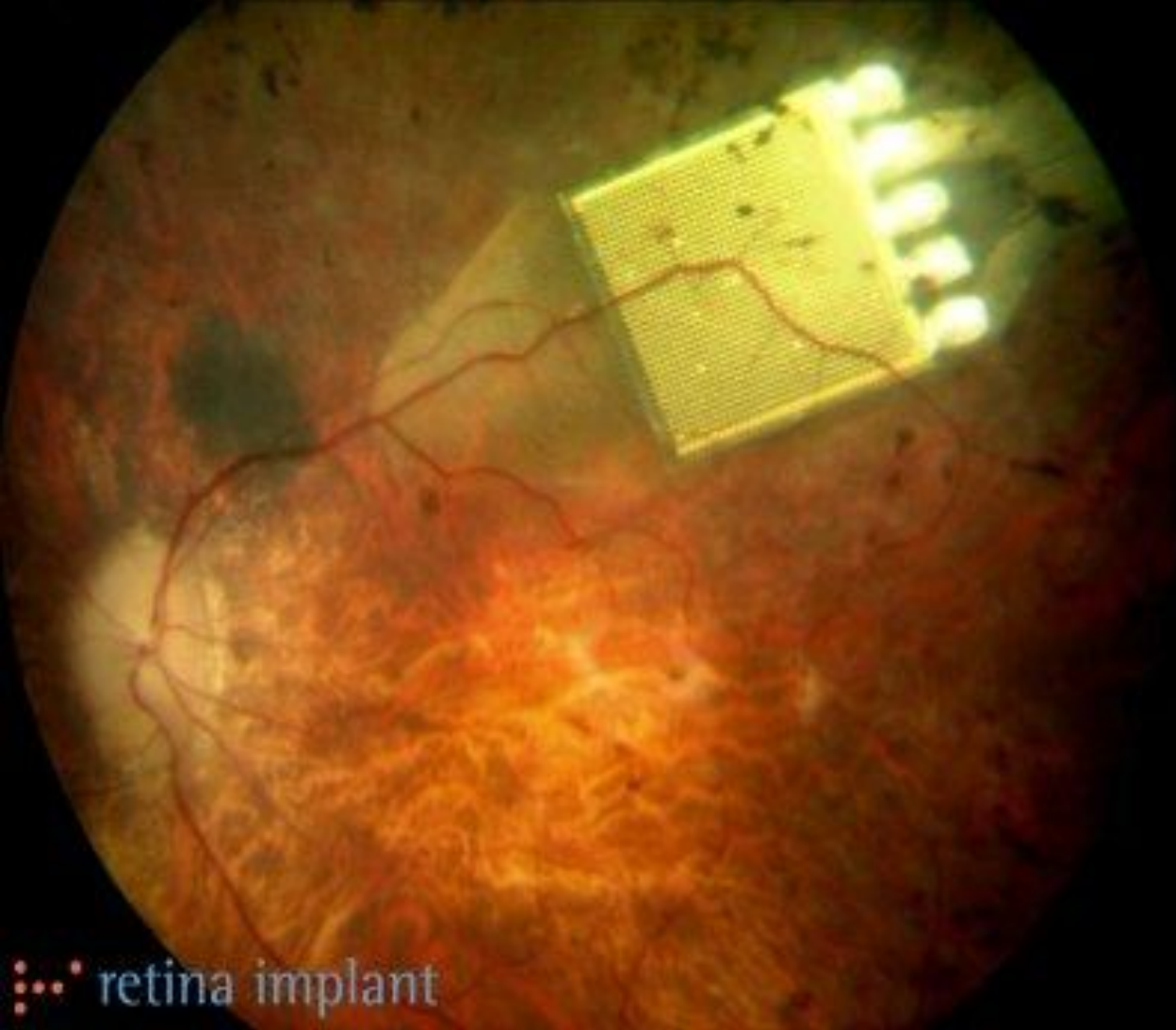


- 取出一顆犬齒，將其鑿穿，置入特殊的鏡片
- 將一塊口腔表皮移植到眼睛上
- 兩個月之後，移植的口腔表皮已經和增生的血管融為一體
- 將改造過的犬齒植入眼內，光線便可透過犬齒上的鏡片，直接投影到視網膜上



- 使用牙齒的原因，是因為塑膠植入物產生排斥反應的可能性很大，因此選用形狀以及大小都很合適的犬齒代替
- 移植口腔表皮，則是為了避免牙齒組織壞死





人工電子眼

- 短期的人體實驗證明，以電刺激完全失明病人的視網膜神經節細胞，可以產生光覺，而且還可以辨別形狀。而植入電極板後的長期動物實驗目前正在進行中。



原理



- 將外界影像的光訊息，藉由攝影機、影像處理、光電訊號轉換後，變成電訊號，經過無線電傳入眼睛內的接受器，接受器解碼後，釋出適當的電流及樣式，刺激殘餘的視網膜神經細胞，引發視覺。
- 無論是視網膜電子眼或是視皮層電子眼，都只適用於「後天失明者」，因為兩者皆需發育成熟的視皮層。

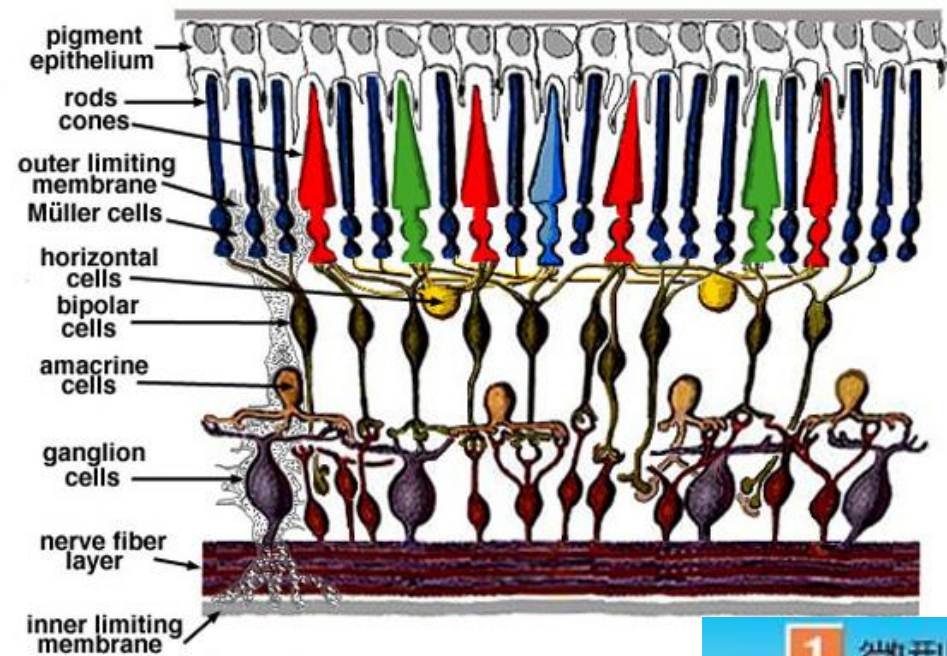
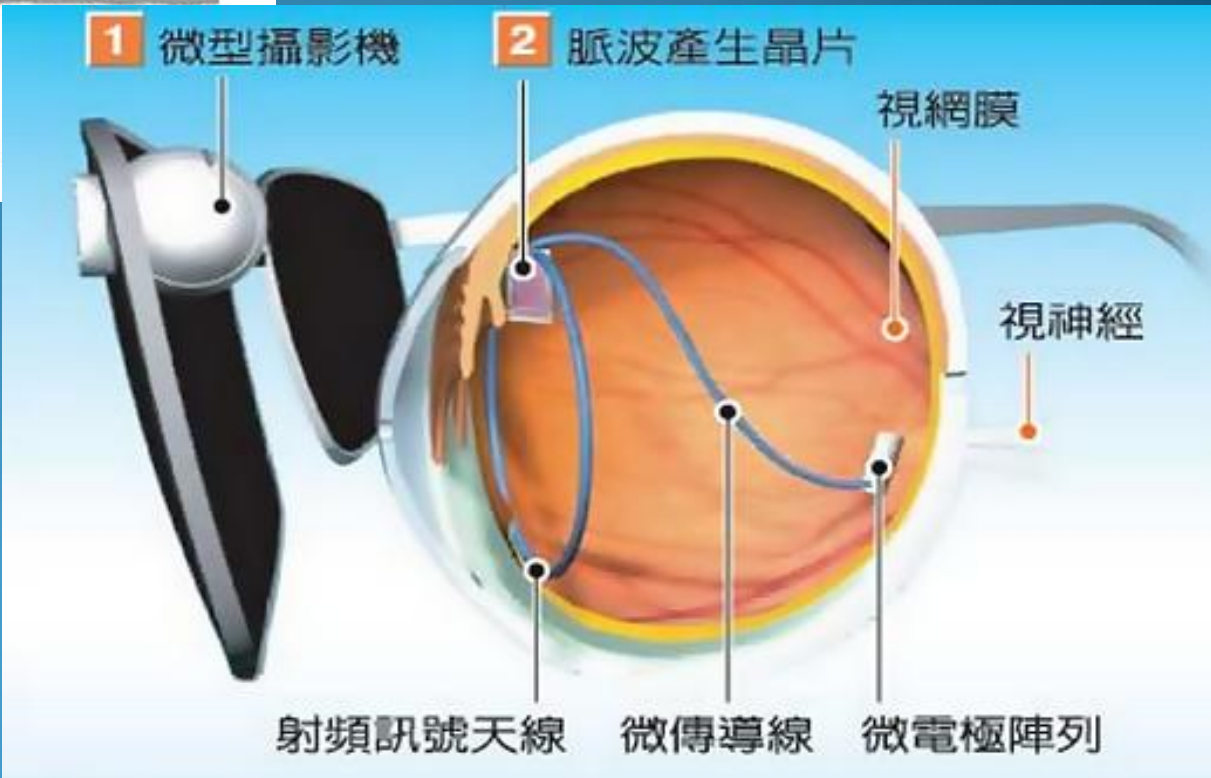
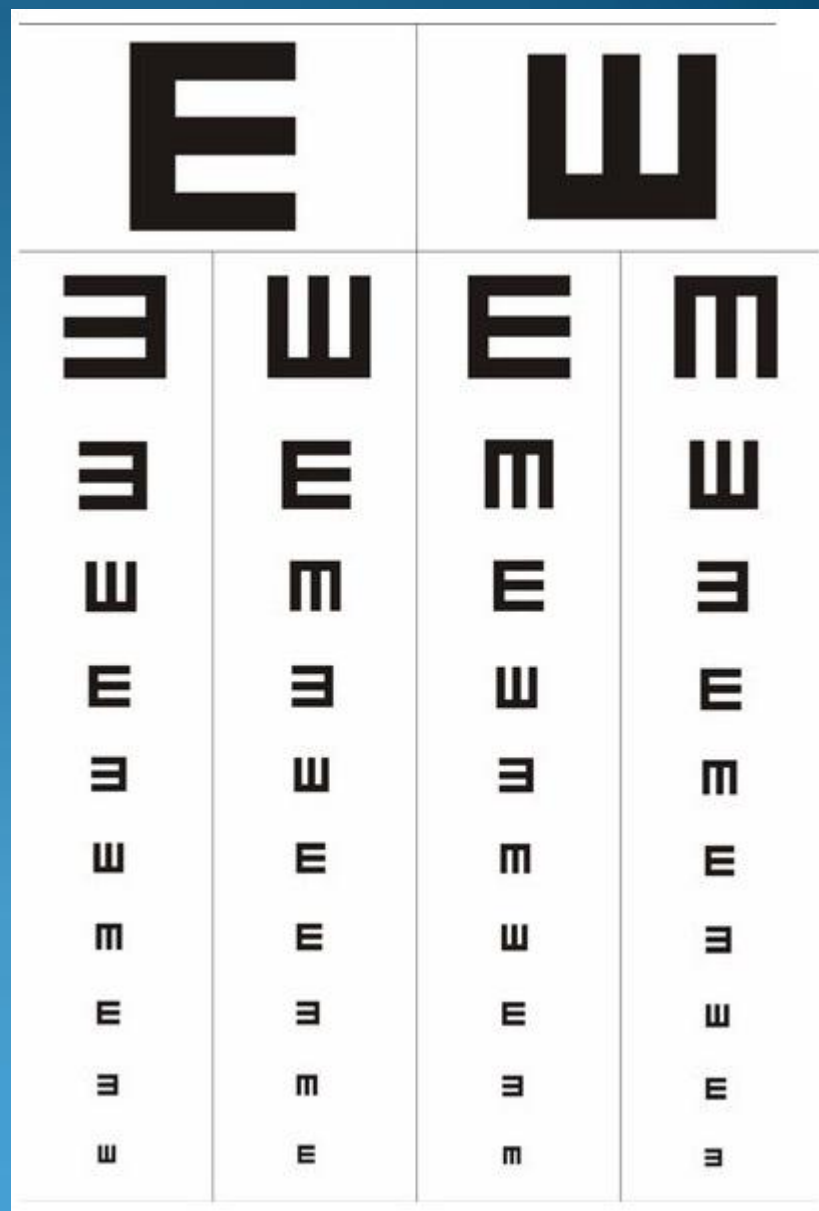


Fig. 2. Simple diagram of the organization



分類

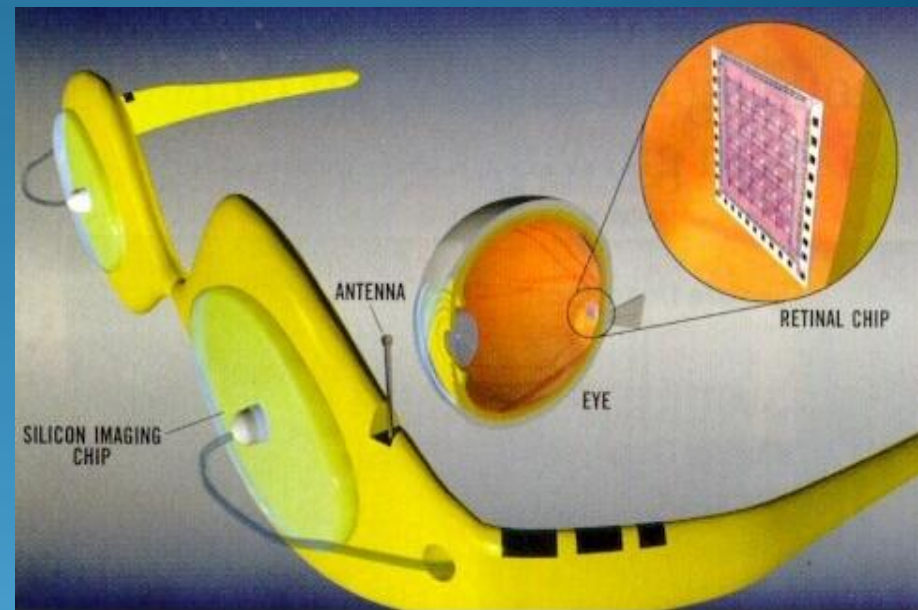
- 目前主要有三種主流：
 - 視網膜電子眼：
 - John Hopkins-NCSU 模式
 - MIT-Harvard 模式
 - 視皮層電子眼：
 - Dobelle 模式



John Hopkins-NCSU

以走捷徑的方式越過感光細胞，直接光線轉換成電流，以電極直接刺激視網膜內層殘餘的神經節細胞。

電刺激眼盲病人的視網膜神經節細胞可以產生光覺。病人可以看到光點，且可正確的指出電極移動的方向。實驗也証實病人不但可以有光覺，還可以分辨刺激的形狀。



John Hopkins-NCSU

- **Problem :**

1. 電極如何固定在眼球內，且須貼近視網膜？

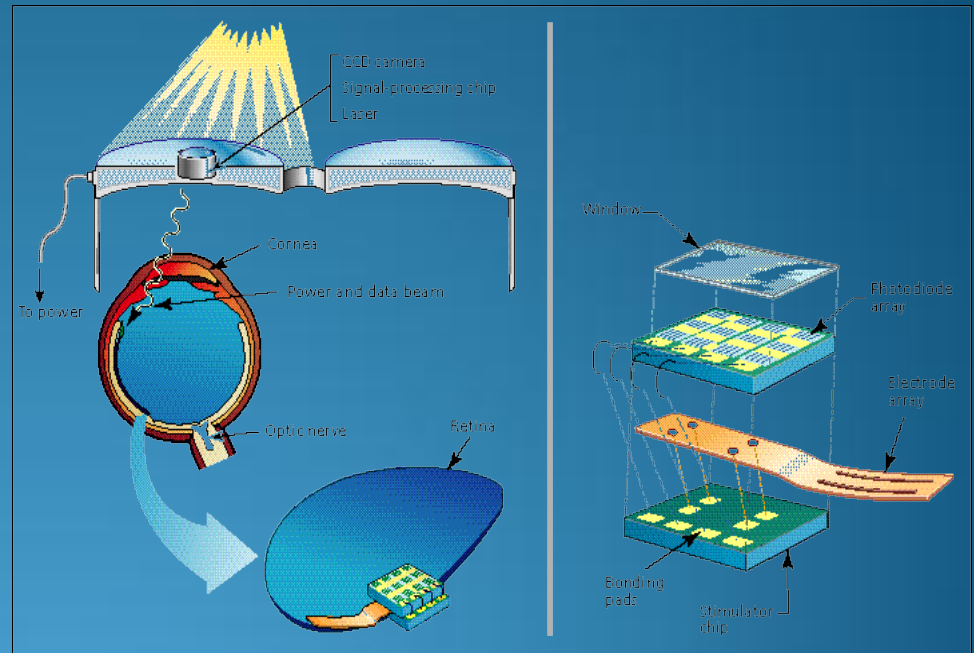
- 網膜釘、生物膠、磁鐵

2. 如何設計出有效且安全的電刺激形式，產生出有用、複雜的影像光覺？

- 方波最有效率

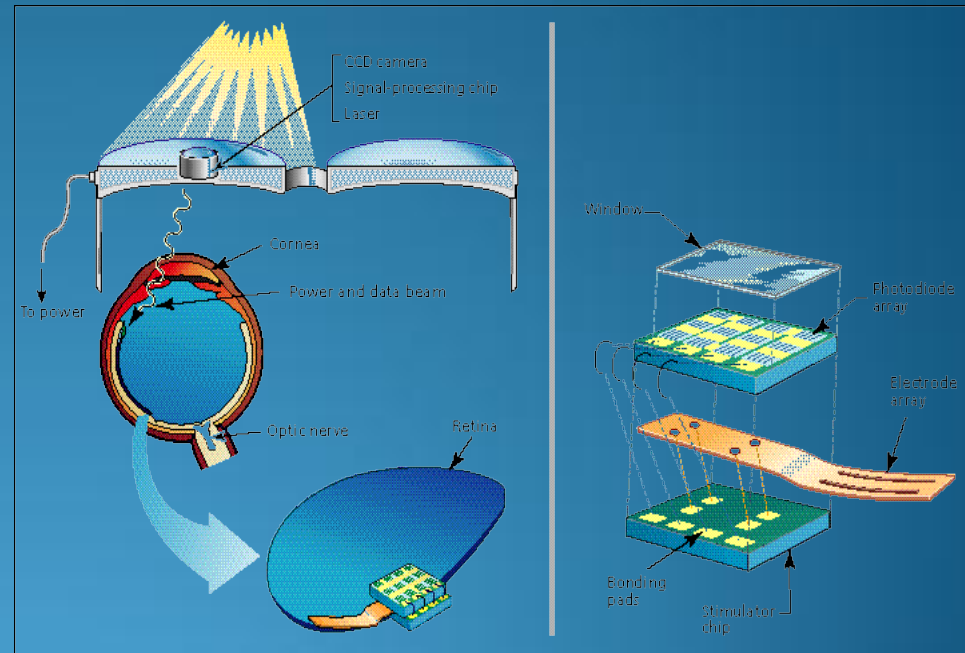
MIT-Harvard

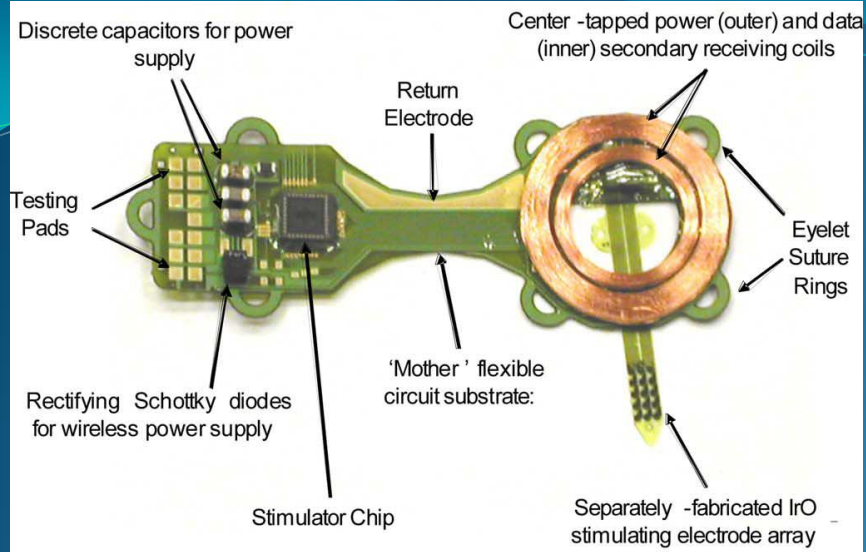
- 電子眼包含固定方向的雷射微小電源和一個微型 CCD 攝影機。攝影機內的信號處理微晶片會轉換視覺資訊成為雷射光束載送的電子數碼。電源及攝影機都鑲嵌在太陽眼鏡上。



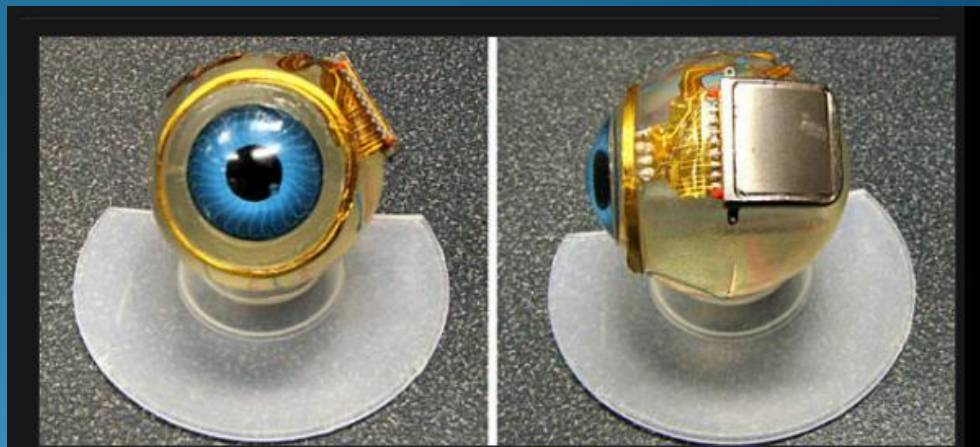
MIT-Harvard

- 雷射光束照射在光極板上時不但產生電源同時啟動刺激晶片，刺激晶片再指引帶狀物另一端貼合在視網膜上的電極產生電流。此植入器係貼合在視網膜前端，因此可啟動神經節細胞產生視覺信號傳送至視神經及視覺皮質。

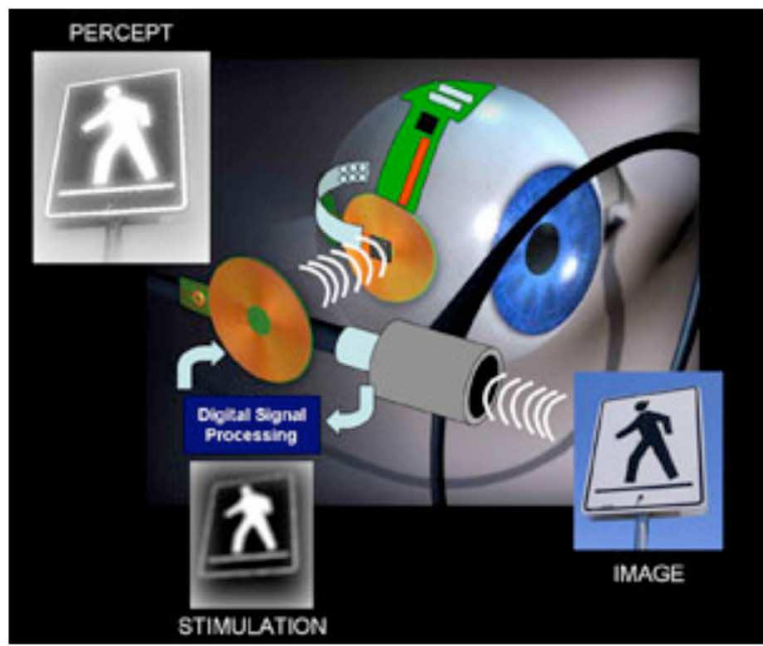




(a)



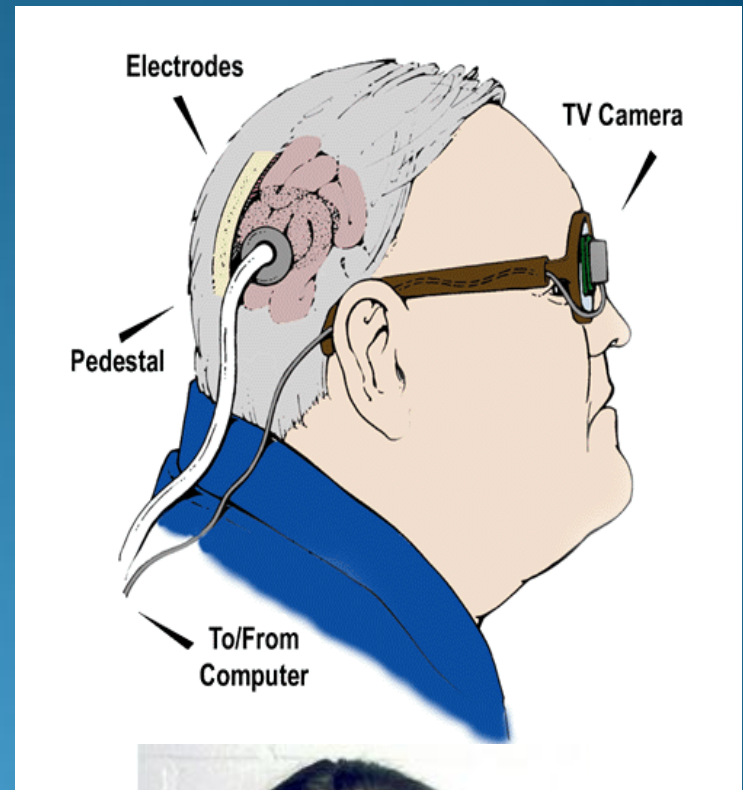
MIT的電子眼模型由一個具彈性的底座、一些用來接收電力與資訊的線圈、一個電極列、以及一個用來執行刺激任務的微型晶片組成。
(Credit: Shawn Kelly/MIT)



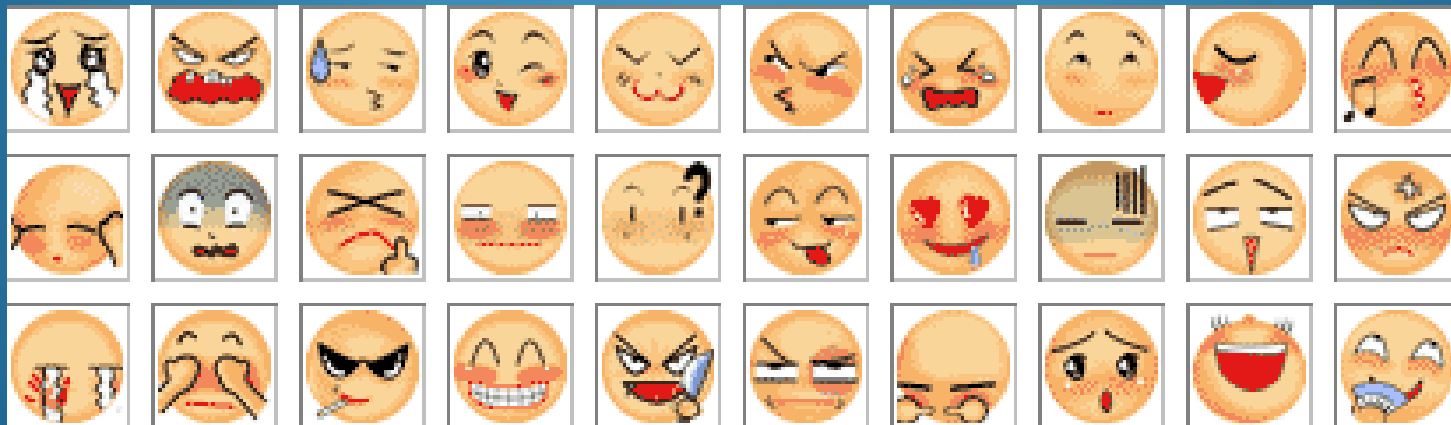
(b)

Dobelle

- 攝影機訊號轉換成電訊號後，直接送入大腦皮層的視覺區。
- 患者戴上一副像太陽眼鏡的東西，其中安裝有一微型攝影機。微型電腦和刺激物安放在一個特殊皮袋中或佩戴在腰帶上。整套裝置固定在一个類似消防龍頭並埋植在顱骨中的微小植入器上，該植入器使兩個電極與負責視力的大腦皮層相連。



- John Hopkins-NCSU 及 MIT-Harvard 模式的適用病患為視網膜色素變性患者和黃斑部退化症患者。
- Dobbelle 模式到目前為止的手術對象均為因意外而失明的人。



視網膜電子眼vs. 視皮層電子眼

	視網膜電子眼	視皮層電子眼
優點	<ol style="list-style-type: none">1. 利用人體本身的光學系統，直接成像2. 侵入性小，即使發生感染，後果較不嚴重	<ol style="list-style-type: none">1. 顱骨使移植晶片牢固，且電極易插入皮層2. 適用於整個視網膜、視神經乃至丘腦病變的患者
問題	<ol style="list-style-type: none">1. 難以確保電極與神經節細胞體長期緊密接觸2. 眼球的頻繁掃視運動會使電極移位3. 圖形刺激是否能誘發出可分辨的圖形視覺，目前尚無定論	<ol style="list-style-type: none">1. 視皮層結構功能複雜2. 電極的皮層移植技術困難重重3. 發生感染，會對其他皮層區產生嚴重後果。4. 圖形刺激不可能產生圖形視覺。

- 劉文泰於美國團隊所研發的電子眼：

 - 第一代晶片：十六畫素，分辨杯、盤與斑馬線

 - 第二代晶片：六十四畫素，看到手指，感受光、形狀、物體移動，改以電波無線傳輸

- 交大電機資訊學院院長吳重雨團隊所研發的電子眼：

 - 第三代人工矽視網膜晶片：可用太陽能發電，目前進入大型動物實驗階段

