

知識大圖解

HOW IT WORKS

國際中文版 | 英國.....集團官方授權

尖端工程 娛樂百匯 電算科學
科技裝置 智慧家庭

催生出3C產品的
關鍵零件是什麼？



虛擬實境
如何運作？



一探電玩的製程



全新增修版

當代科技 大圖解

瞭解 20 世紀最具
代表性的樂器



細究
3D 列印機



人工智慧
所面臨的
最大挑戰
為何？



一窺先進建築
背後的驚人科技



讓「智能住宅」為你打造
便捷的居家生活



LiveABC
英語數位學習第一品牌



智慧型城市 SMART CITIES

隨著城市以前所未有的高速發展，我們該如何善用科技，讓都市變得更環保？

送貨上門 Delivery for me
無人機將藥品、雜貨和包裹運送至住家或附近的集貨處，從而降低道路的交通流量。

高效連網的交通號誌
Hyper-connected traffic lights

裝設有感應器的汽車將與道路、行人、自行車騎士和公共交通網路進行無線通訊，讓交通更為順暢。

自行車城市 Cycle city
道路上的自行車比汽車要多；自行車道經過改良，亦有免費的自行車停車場供大眾使用。

再造城市天際線

未來的都市外觀可能並無太大的變化，但透過科技，便有望變得更環保、乾淨和智能。

巨型隧道 Mega-tunnels

公路網、鐵路網和智能公共設施（如自來水）會一起在地底運行。固體廢棄物則會被轉化為汽車燃料和電力。

該 怎麼做才能讓城市「變聰明」？越來越多的研究員、設計師和建築師正設法解決上述問題。智慧城市常被視為「物聯網」的重要應用場域，城中的所有事物皆能連上網，彼此可相互連結。無論這些裝置負責了何項任務，最終的使用動機旨在讓都市得以永續發展——利用數據和科技來讓城市變得更

乾淨、環保。

以新加坡的供水網為例，遍布系統各處的感應器會在每秒內多次監測水壓。若數值有所改變，便會自動通報給中央伺服器；如有漏水的疑慮，則會派遣工程師前往修復。另外，也有感應器會負責監測水質——透過溫度、酸鹼值和導電率的變化來揪出污染物。在淡水來源有限的島嶼城

市，這種系統絕對是無價之寶。

在倫敦，交通號誌則能找出堵車的區域，並自動反應，盡量不耽誤駕駛與行人的時間。若更進一步，交通號誌與車輛將能彼此通訊、蒐集道路使用資料，並向駕駛提供即時更新的資訊。在大眾運輸方面，智能科技亦在發揮作用。開放資料（open data）能用於繪製公共自行車的路

你知道嗎? 透過光纖，數據資料能以光速的 70% 左右傳輸，相當於每秒 20 萬公里

收集能源 Energy harvesting
屋頂水箱和太陽能板會吸收陽光及其熱能；小型風力發電機則能為建築物發電。

更乾淨的混凝土 Cleaner concrete
混凝土可捕捉其製程中釋出的二氧化碳，有望減少建築物的碳足跡。

垂直農業 Vertical farming
在室內種植食物除能減少土壤、肥料和水的消耗外，亦可提高產量，於整年供應作物。

Wi-Fi 無所不在 Wi-Fi everywhere
透過眾多的低功耗微型感應器和發射機，智慧型城市便能保持連網。

綠化設施 Green fingers
公園和屋頂花園可吸收雨水，並為城市降溫。草坪灌溉感應器則能省水。

都市森林 Urban forest
種了許多樹木的公共區域讓人們願意外出散步、享受戶外活動。

智能垃圾桶 Smart bins
由太陽能供電的連網垃圾箱會自行安排收垃圾的時間。資源回收的比率越高，收垃圾的成本就會降低。

領先指標 享受智慧型城市所應用的技術不必再等數十年，以下都市就是明證

- 新加坡**
新加坡的供水系統實在聰明。自來水管內所嵌入的數百個感應器會不斷測量水压，並找出漏水之處。
- 美國紐瓦克**
室內農場種了各式綠葉蔬菜 and 香草植物。光的波長提高了作物產量，用水量也比傳統農業少了 95%。
- 德國柏林**
正在試用一種能捕捉太陽能的彈性薄膜。該材料可安裝在建物的立面上，也能用於氣膠建築的外層。
- 全球各地**
許多城鎮現都有智能垃圾桶——會壓縮垃圾，並在垃圾桶滿時提醒清潔人員，亦可充當 Wi-Fi 熱點。

「智慧型市常被視為『物聯網』的重要應用場域」

HowItWorks | 023

Energy harvesting
屋頂水箱和太陽能板會吸收陽光及其熱能；小型風力發電機則能為建築物發電。

混凝土可捕捉其製程中釋出的二氧化碳，有望減少建築物的碳足跡。

在室內種植食物除能減少土壤、肥料和水的消耗外，亦可提高產量，於整年供應作物。

Wi-Fi everywhere
透過眾多的低功率微型感應器和發射機，智慧型城市便能保持連網。

公園和屋頂花園可吸收雨水，並為城市降溫。草坪灌溉感應器則能省水。

種了許多樹木的公共區域讓人們願意外出散步、享受戶外活動。

由太陽能供電的連網垃圾箱會自行安排收垃圾的時間。資源回收的比率越高，收垃圾的成本就會降低。

領先指標 享受智慧型城市所應用的技術不必再等數十年，以下都市就是明證



全球各地

許多城鎮現都有智能垃圾桶——會壓縮垃圾，並在垃圾桶滿時提醒清運人員，亦可充當 Wi-Fi 熱點。

© Theodorico Los Rios. Publicado por Ruffo. Ilustraciones por Nicholas Pender.

虛擬實境 如何增進 觀影體驗？

走進你的專屬電影院，甚至
走進電影本身！

推出《功夫熊貓》、《馬達加斯加》、《馴龍高手》等賣座電影的夢工廠製片公司亦在研發新技術，希望能讓觀眾置身奇幻世界的中心。該公司有個名為「超級電影」（Super Cinema）的點子，也就是將電影框架從目前受限的銀幕尺寸擴展到 360 度角的包覆式全景，觀眾則置身中央。超級電影的概念是，若將這種形式與 VR 頭戴式顯示器（如 Oculus Rift 或 Gear VR 等能讓穿戴者看到虛擬 3D 世界的特製顯示器）合併，觀眾就能注視任何方向，觀看畫面中任何引起他們注意的細節。

電腦繪圖有兩種方式：即時算圖（real-time rendering）或預先算圖（pre-rendering）。前者常用於電腦遊戲等互動式體驗裡；遊戲本身會按玩家注視的方向，決定要抽出哪個畫面。然而，該過程十分耗時，加上如今的電腦動畫畫面非常複雜，因此會令畫面更新率慢到讓觀眾開始注意到畫面轉換並不順暢，甚至動彈不得。預先算圖則是把每個可能的畫面都先畫好，準備隨時播放。如此一來，處理的速度就會明顯加快，畫面播放的品質也更順暢。

不過，這個技術有一些缺點，每部 360 度電影的每個畫面都要包含所有可能的視角，這會大幅增加檔案大小和製作時間。「超級電影」也缺乏「位置追蹤」的功能（也就是隨著觀者頭部傾斜的程度，做出些微幾何校正的能力）；也無法將不同觀者的瞳孔間距（兩眼距離）差異納入考慮，因此有些人在觀看時可能有迷失方向的感覺。

「超級電影」的成功關鍵在於高品質的 VR 頭戴式顯示器，市面上雖已有商品

頭戴式顯示器架

Head mount
彈性頭帶與眼部軟墊讓顯示器可與臉部精確密合，提供量身定製的舒適感。



主機板 Motherboard

運算系統的大腦，含一個六軸加速器、陀螺儀和磁力計，每秒可讀 1000 次位置資訊。



Oculus Rift DK2

來看這款虛擬實境機究竟如何運作

螢幕 Screen

三星手機 Galaxy Note 3 的前置面板；14.5 公分的超級 AMOLED 螢幕讓左、右眼都可看到 960 × 1080 畫素。



外部位置追蹤器元件 External positional tracker unit

裝設在穿戴者的前方，可用紅外線感應器追蹤頭部在空間中的位置。



「超級電影將電影框架從受限的銀幕尺寸擴展到 360 度」

1 追蹤器架 Tracker stand

為多關節設計，可讓穿戴者調整出最適合的角度。

2 追蹤器控制板 Control board

包含 CMOS 影像感應器、晶體振盪器和網路攝影控制器。

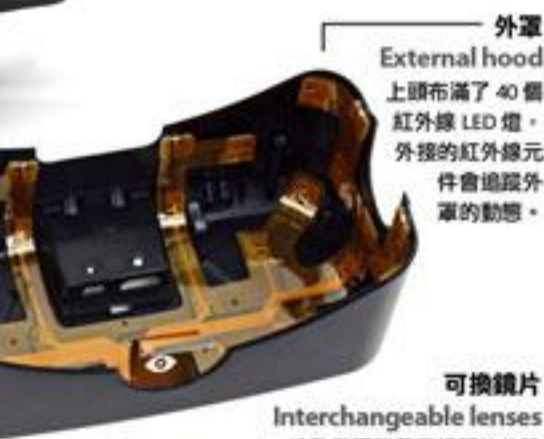
3 鏡片配件 Lens assembly

裝有廣角鏡片，讓攝影機盡可能在任何時間都照得到頭戴式顯示器。

4 紅外線濾鏡 Infrared filter

只讓紅外線透過，進入攝影機。

質的頭戴式顯示器，但未來市場上一定會充斥著各種相關產品。每個科技迷的首選常是 Oculus 的系列品項，該產品的製造者也朝著虛擬實境電影的方向努力，雖然兩者有些不同。有的頭戴顯示器可執行一種「遊戲」，讓穿戴者不管身在何處，都可重現在電影院觀影的體驗，包括選位子、觀察周遭環境，選擇在超大銀幕上觀看 2D 或 3D 電影。



外罩
External hood
上頭布滿了 40 個紅外線 LED 燈，外接的紅外線元件會追蹤外罩的動態。



可換鏡片
Interchangeable lenses
這款裝置附帶兩組額外的鏡片，焦距各不相同，可供不同視力程度的人使用。

超越 3D 的第四個維度

渴望身歷其境、盡可能感受電影動態的人有福了，4D 電影不但繼承了 3D 電影的視覺豐富性，更加上實體感知（包括閃光、噴氣、噴水、氣味、煙霧與動態座椅等）；這一切投資與設計都是為了強化觀影時的臨場感。

4D 電影院的座椅以小群分組，觀眾席

後方的空壓機負責移動座位，每部電影都事先設計好動作程序和效果。有些電影院甚至標榜 5D、6D 或更多維度的體驗，可惜這些維度都不過是行銷說詞——只是將每個銀幕以外的效果都稱為一種額外的維度。

音響系統

Sound system

天花板喇叭增強了標準的 5.1 環繞音響系統，提供有方向性的「天音」。

振動墊

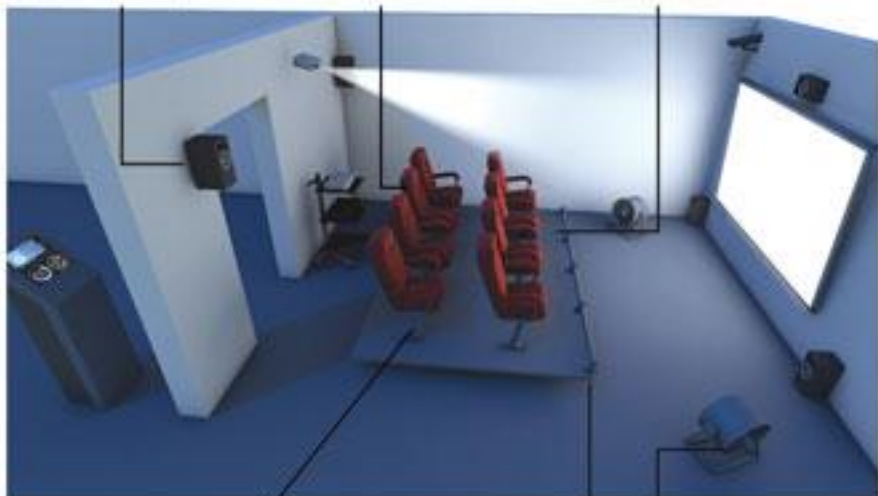
Vibrating pads

可用來創造體感效果，以強化臨場感，例如在雪崩開始時製造低頻振動。

移動式椅架

Moveable racks

座椅會隨著銀幕上的動態上下左右移動、前傾、後傾與側傾。



搔癢棒

Tickle stick
座椅會噴氣，令觀影者發癢，讓觀眾在蜘蛛突然出現的場景中嚇得跳起來。

影廳效果

Hall effects
包括出現氣泡、煙霧、氣味、閃光甚至火焰！

噴氣特效

Effects jets
噴水和噴氣裝置可強化場景中的颶風、下雨、瀉血與急速前進等效果。

畫面更新率如何影響感官？

看電影時，眼睛真正看到的是一連串的靜止照片。當照片透過投影機快速轉換時，我們會覺得那是沒有間斷的動態影片，有點像高科技的翻頁書。

腦部可察覺到的影像間隔門檻是每秒 16 幀畫面（frames per second，簡稱 fps），幀率越高，影片看起來越真實。考慮到這點，電影產業逐漸發展出 24fps 左右的幀率，試圖在製作成本與真實感之間取得平衡。

如今大型製片公司已負擔得起更高的製片成本，似乎可為觀眾提供更身歷其境的體驗，但有時這麼做卻會適得其反。2012 年，彼得·傑克森（Peter Jackson）的《哈比人》（The Hobbit）以 48fps 的技術拍攝，可是反而不受好評，因為觀眾看了幾十年的電影，已習慣電影院裡 24fps 畫面的整體感覺。這種過於現實的效果反而令觀眾暈頭轉向，無法完全投入電影之中。





積體電路如何運作？

HOW INTEGRATED CIRCUITS WORK

幾乎所有的電子產品都含有積體電路，
這是推動現代世界運轉的關鍵零件

若要細數 20 世紀最偉大的發明及其價值，很少人會想到積體電路。沒錯，我們往往會說出一些仰賴積體電路運作的裝置（這不難，因為多如牛毛），卻很少想到那在 1958 年首度以電晶體陽春組成的積體電路。

但你知道嗎？從許多角度來說，這都情有可原。積體電路本身非常迷你——或用現代精準的術語來說，屬於奈米規格，自然不太引人注目。積體電路基本上由數種金屬和半導體元件組成，執行的又是看

不到的功能。然而，所有現代電子產品都透過這些電路運轉，從個人電腦、智慧型手機到電視，無不仰賴它來執行各種關鍵程序。

積體電路由許多極微小的主動元件和被動元件組成。主動元件包括電晶體和二極體；被動元件包括電容器和電阻器。這些組件一起鑲在薄薄的半導體材料上，例如矽（美國製造晶片的地區「矽谷」即因此得名）。

上述元件合起來就成為電腦晶片，大

小通常從數公釐到數公分（如中央處理器）。晶片表面覆有塑膠殼以保護內部的眾多積體電路，而將多種晶片結合在一起，就能製造出許多日常生活中不可或缺的電子產品。

在這篇專題裡，我們將深入探討這些迷你積體電路背後的科學、製程和歷史，詳述過去 60 餘年來的發展，並討論積體電路未來的潛力。◎

積體電路

積體電路發展中的
重要里程碑

1947

貝爾實驗室發明
了點接觸電晶體。P-N 接面
電晶體則於次年問世。



1952

英國電子工程師傑佛瑞·杜默
（Geoffrey Dummer，右圖）提
出積體電路的構想。他做出了
原型，並在美國華盛頓特區的一
場研討會中發表。



1958

德州儀器公司的新進員工傑克·凱
比（Jack Kilby）打造出第一組正式
的積體電路，內含一個電晶體、一
個電容器和數個電阻器。

5大事實 電路集錦

德州發跡

1 1958年，德州儀器（TI）製造出第一組積體電路。德州儀器是半導體界的巨頭。

電路開始發展

2 在積體電路問世之前，美國空軍為首家訂購這種新技術的機構。

競爭對手

3 羅伯特·諾伊斯（Robert Norton Noyce）在1959年發明，更優越的積體電路。

電機電子工程里程碑

4 半導體積體電路榮獲美國電機電子工程師學會2009年的電機電子工程里程碑獎。

諾貝爾獎

5 凱比於2000年獲頒諾貝爾物理獎。他在五年後過世，享壽81歲。

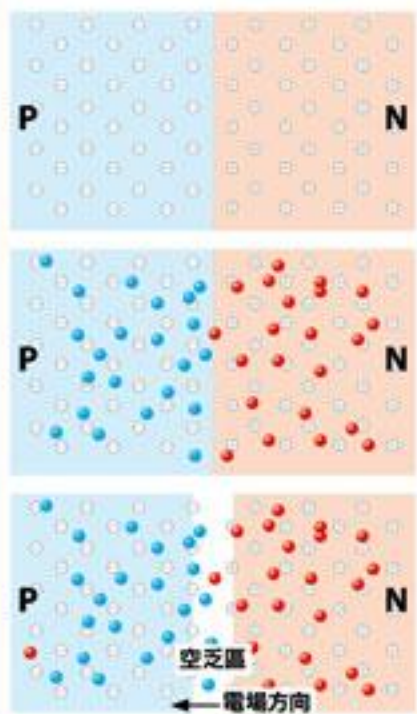
你知道嗎？矽是地球上含量第二豐富的元素，僅次於氧。

什麼是 P-N 接面？

P-N（正-負）接面是積體電路的一部分。是兩種半導體材料之間的導電屏障。所以本質上 P-N 接面算是一種二極體，可控制特定方向的電流是否流動。

矽化鎢（ CdP_2 ）等 N 型半導體材料具有很大的電子數和電子移動性。當這類 N 型半導體與硫化銅（ Cu_2S ）等電洞密集的 P 型半導體結合時，電子就會從 N 型端擴至 P 型端。電洞也會往反方向擴散。這種交換過程會在兩種半導體交接處，形成帶正電和負電離子的兩個區塊，產生電場，即所謂的「空乏區」。電場有方向性，就會產生順向或反向偏壓的電壓。

因此 P-N 接面可製作電晶體——電子開關，這也是所有數位電路的基本元件。



所有電器的核心都包含一組積體電路。好比這台第二代 Nexus 7 平板。

類比 vs 數位

積體電路有兩種基本種類：類比和數位。類比電路又稱線性電路，是最基本的形式，通常用於收集或發送訊號的電子設備，例如麥克風。麥克風中的類比電路用來調整接收到的麥克風訊號，例如將其放大，或優化聲音投射的效果。

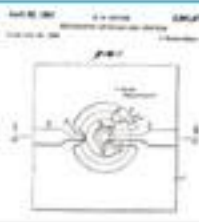
相反地，數位電路多常見於電子產品中（好比電腦和智慧型手機），原理複雜得多。數位積體電路是二進位制的開關電路，可根據布林代數（即邏輯代數）的規則來執行多種功能。

微處理器含多個數位積體電路，處理器的時脈頻率決定了功能執行速度。



1961

美國專利局將第一個積體電路的專利發給了美國電子工程師諾伊斯。



1963

矽谷始祖飛亮半導體公司（Fairchild Semiconductor）推出第一個量產的積體電路。



1965

電子工程師戈登·摩爾（Gordon Moore）預測積體電路密度與成本的比率將每 18 個月增長一倍。

1971

1968 年成立的英特爾（Intel）公司於此年製造出全球第一個微處理器 Intel 4004，時脈頻率為 108 千赫，內有 2300 個電晶體。





戴森超音速吹風機有三種不同的磁吸式吹嘴，便於更換



戴森超音速吹風機

The Dyson Supersonic

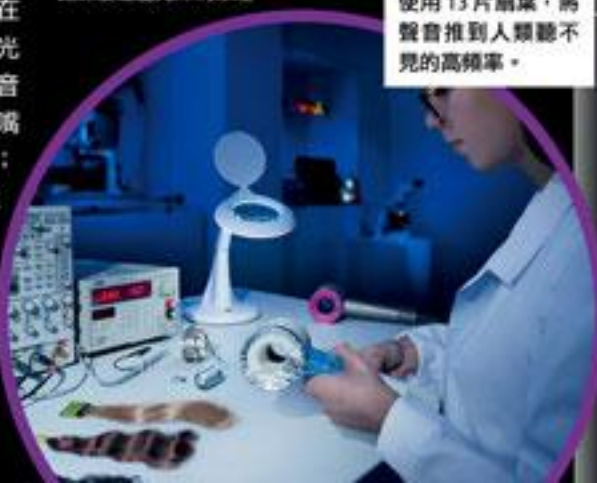
戴森 (Dyson) 運用本身工程專業，顛覆吹風機的設計，推出戴森超音速吹風機。這款新型吹風機不但既輕巧又安靜，還能溫柔對待你的髮絲。戴森斥資 7200 萬美元研發，並在專門研究頭髮科學的尖端實驗室中打造出這款吹風機。

戴森的工程師麥特·凱利 (Matt Kelly) 表示：「當你的頭髮加熱至某個溫度以上時，頭髮結構就會產生無法逆轉的改變。溫度超過攝氏 150 度即會造成這種變化，更何況有些吹風機的溫度可高達攝氏 200 度，那就熱過頭了。」在極端溫度下，髮絲表面會產生小洞，使照射在頭髮上的光線散射，讓頭髮看起來缺乏光澤。為了保護頭髮的自然光澤，戴森超音速吹風機運作時，會不斷測量吹風機吹嘴出風的溫度，並將資訊傳送至微處理器；微處理器則會控制熱風的溫度，確保溫度維持在某個限度以下。

傳統吹風機另一個最大的問題便是噪音，因此戴森特別將這款吹風機的聲音降至最低。凱利表示：「我們

吹風機的聲音約是 75 分貝，大概是市售同性能等級吹風機的四分之一。」為了打造出安靜的吹風機，戴森採用軸流式葉輪，透過風扇進氣，再沿著一條軸線出風，好減少空氣渦流，藉此降低噪音。軸流式葉輪除了原有的扇葉，更加裝兩片扇葉，因此可將葉輪運轉的聲音推至人類聽力範圍外的頻率。

戴森的頭髮實驗室耗費多年時間研究頭髮產生光澤的原理



重量平衡 Balanced
馬達不放在吹風機頭部而改置於握把，更能平均分配吹風機的重量。

數位馬達 Digital motor
馬達透過握把與筒狀頂部進氣，運轉速度比其他吹風機的馬達快八倍。

更安靜 Quieter
使用 13 片扇葉，將聲音推到人類聽不見的高頻率。

軸流式葉輪 Axial flow impeller
這座風扇的功能就是為了讓氣流往單一方向順暢移動，減少擾流，進而降低噪音。

你知道吗？ 大部分的吹風機都只用溼布測試，戴森卻用了總長超過 1600 公里的人髮測試

神奇的魔「髮」科技

來看定價 300 英鎊的戴森吹風機有哪些特色裝置

降溫氣流 Cooler

外層玻璃會產生一道薄薄的空氣作為隔熱層，確保玻璃溫度不致過熱燙手。

氣流倍增技術

Air multiplier technology

氣環設計讓進氣量比一般吹風機高出三倍，可高速出風、迅速吹乾秀髮。

「戴森特別將超音速吹風機的音量降到最低」

玻璃珠電熱調節器

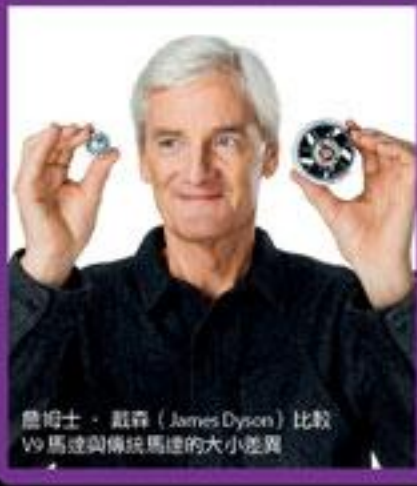
Glass bead thermistor

出風溫度會改變流經玻璃珠的電壓；每秒會檢測出風溫度 20 次。

馬達的祕密

多數吹風機既大又笨重，長時間用起來很不舒服，原因就在於馬達裝在吹風機頭部，造成頭重腳輕的狀態。為了解決這個問題，戴森發明了 V9 馬達；這款數位馬達是公司有史以來最迷你、輕量的產品。由超過 15 名馬達工程師所共同研發的 V9，僅 27 公釐寬，每分鐘旋轉 11 萬次，以產生更大的進氣量，大幅提升吹風機性能。

由於馬達體積很小，可以裝進吹風機的握把內，讓吹風機的質心移到手握的位置，拿起來的手感也更平衡。此外，馬達改置於握把內，也讓戴森得以設計出更短的筒狀頂部，讓使用者在吹頭髮時能將吹風機更貼近頭部，減少手臂使力程度。



詹姆斯·戴森 (James Dyson) 比較 V9 馬達與傳統馬達的大小差異

微處理器

Microprocessor

微處理器接收電熱調節器測得的溫度資料，防止加熱元件過熱。

雙層加熱元件

Double-stacked heating element

使用兩條並排的加熱元件增強馬達的動力，同時減少吹風機的體積。



拆解電動牙刷

Inside an electric toothbrush

馬達 Motor

電動馬達將電能轉換為機械能，並以高速旋轉。

刷頭 Brush head

刷頭每分鐘會振動數千次，遠比你手動刷牙的速度快得多！

凸輪與齒輪機組 Cam and gear unit

此裝置會把馬達的高速轉動轉換為較和緩的來回擺動，並帶動刷頭。

開關 Switch

按下開關便會形成一個簡單的電路，以啟動牙刷。

充電電池 Rechargeable battery

當你打開電源開關，電池內的化學能就會轉換為電路中的電能。

無線充電線圈 Induction charger coil

當牙刷插在充電底座上時，底部的另一組線圈會透過電磁感應幫電池充電。

充電底座 Charging base

從主電源傳來的電力流經充電底座中的感應線圈。

經實驗證明，
電動牙刷比手動刷牙有著更好的清潔效果

煙霧偵測器如何運作？

How smoke detectors work

煙

煙霧偵測器主要分為兩種：光學偵測器和電離偵測器。前者內部裝有指向光電池的紅外光束；和太陽能電池板一樣，當有光照射時，光電池就會發電。如果室內沒有煙霧，光束射往光電池的路徑就不會受阻，因而形成一個內部電路，防止警報響起。一旦發生火災，煙霧就會進入偵測器中並擋住紅外光束，藉此中斷由光電池驅動的電路。電路的變化會觸發警報器，提醒住戶可能發生的危險。

電離偵測器則含有少量放射性物質，通常是銾。這個物質會持續放射 α 粒子（帶正電的氦核），並流經兩塊帶電的金屬板——電極。 α 粒子會與空氣分子產生碰撞，並將其分裂為正離子和負電子。這些帶電粒子被極性相反的電極所吸引，產生電流流動。煙霧粒子會附著在離子上並將其極性抵銷，因而不被電極所吸引。當偵測器發現電流量降低時，警報器就會隨之響起。



偵測器通常裝設在高處，因為高溫煙霧的密度比空氣小，因此會往上升。