Mutant materials in contemporary design : MoMA

[organized by the Museum of Modern Art, New York, Taipei Fine Arts Museum]

Date
1996

Publisher
Taipei Fine Arts Museum

Exhibition URL
www.moma.org/calendar/exhibitions/455

The Museum of Modern Art's exhibition history—from our founding in 1929 to the present—is available online. It includes exhibition catalogues, primary documents, installation views, and an index of participating artists.

© 2017 The Museum of Modern Art

紐約現代美術館

MoMA

創新媒材與當代設計

Mutant Materials in Contemporary Design

Archive
MoMA
1713chi

Archive
MoMA
1713chi

The Museum of Modern Art
Library

1996 年 3 月 31 日～ 6 月 1 日
展覽室 Gallery 103

展覽策劃：
台北市立美術館
紐約現代美術館

指導單位：
行政院文化建設委員會

主辦單位：
台北市立美術館
紐約現代美術館

贊助單位：
特力股份有限公司

The Exhibition was organized under the auspices of
The International Council of The Museum of Modern Art, New York.

Organized by:
The Museum of Modern Art, New York
Taipei Fine Arts Museum

Supported by:
Council for Cultural Affairs,
Executive Yuan, R. O. C.

Presented by:
The Museum of Modern Art, New York
Taipei Fine Arts Museum

Sponsored by:
Test Rite International Co. LTD

波拉・安東娜妮

創新媒材與當代設計

紐約現代美術館

目　錄

館長序 4

紐約現代美術館建築與設計部門主任序 8

導　論 10

圖說

塑膠 17

陶瓷 23

合成纖維 27

合成橡膠 31

玻璃 35

木材 39

金屬 43

館　長　序

在今日，媒材透過科技已經可以量身訂做、增添，並更改其物理屬性。在過去，輕巧、柔軟、彈性、半透明、及堅硬等性質，是特定媒材所擁有的特性；然而透過新科技，陶瓷可以替代金屬，木材可以像軟墊般柔軟，塑膠可如玻璃般透明，或如堅石般銳利。材料應用的可變性，爲工業產品設計者及製造業者開闢充滿各種可能性及顚覆性的新世界。

一九二九年成立於美國紐約的現代美術館（ Museum of Modern Art ，簡稱 MoMA ），以收藏十九至二十世紀以來藝術經典作品聞名於世。而自一九三二年在世界性美術館界獨創建築與設計部門以來，對工業設計與應用藝術領域中之研發與推廣，在美術館界具有先驅地位，是第一座收藏具創意、蘊含歷史價值、及結合美學與實用性產品的美術館。該館不僅首度提出工業設計可與純藝術相提並論的新觀念，提昇工業設計的地位，並將其納入二十世紀藝術史的發展脈絡中，且對於全球工商業設計界的蓬勃發展，居功厥偉。

台北市立美術館向以推動當代藝術爲發展方向，爲向國內觀衆推介國際間重要藝術潮流，曾多次與國外美術館合作策畫專題展。而除了舉辦一般純藝術的展覽外，本館亦欲傳達結合概念與實用美學的優良設計，亦可臻藝術之境界的新觀念，故此次本館首度與紐約現代美術館合作舉辦「創新媒材與當代設計」展。此爲該館在歷經八年的資源累積與整合，已於一九九五夏季展出。而此亦爲國內美術館首度之工業設計展，對於推廣美術教育具有重大的象徵意義。

本展共計展出二百一十二件作品，皆選自表現傑出的工業設計與媒材應用之產品，依媒材屬性規畫爲玻璃、塑膠、木材、合成纖維、金屬、合成橡膠、陶瓷、再生材料等八大類。每件展品皆爲媒材轉化之應用，或是傳統材料的創新用法，每件產品都兼具了其實用性、設計性與藝術性。展覽中，部份展品將與原始材質，及其各階段之半成品一併展出；呈現出當代藝術與工業設計史上之變革，深具應用美術教育推廣之意義。觀衆可藉由實際接觸不同媒材的經驗，瞭解各項展品的製作過程，進而體會設計與科技發展環環相扣的奧妙之處，思考現代人的生活美學。

本展的展出，首先要感謝紐約現代美術館國際事務部主任伊莉莎白．史翠柏小姐對本案的支持及負責本展策劃及專輯撰文的建築與設計部門副研究員波拉．安東娜妮小姐；行政院文化建設委員會擔任指導及贊助單位；因經費繁浩，幸獲特力股份有限公司董事長何湯雄先生的慷慨贊助；實踐設計管理學院工業產品設計學系教授謝大立先生、建築師陳偉斌先生、蔡季陸先生、黃俊傑先生協助展場的規劃與設計；實踐設計管理學院工業產品設計學系系主任官政能先生、浩漢產品設計股份有限公司總經理陳文龍先生協助企劃本展之教育推廣各項活動；朝陽技術學院工業設計技術系講師蕭明瑜小姐的協助本展錄音導覽、導覽說明書之文字撰寫及校譯；中華航空公司的機票贊助；此外更要感謝樵傳播公司負責人王之樵小姐的熱心尋求贊助，及館內工作同仁的投入與辛勞，使本展能呈現出最完整的面貌。

台北市立美術館　館長
張振宇

Chief Curator's Preface

In today's world, scientific advances allow us to custom-tailor materials to our needs, altering their physical properties as desired . In the past, lightness, softness, flexibility, translucence, and hardness were properties specific to certain materials, but thanks to new scientifice methods, porcelain can take the place of metal, wood can be cushiony soft, and plastic can be as transparent as glass or as sharp as the hardest rock. The adaptable application of materials opens up a new and unexpected world of possibilities for industrial product designers and manufacturers.

The Museum of Modern Art (MoMA), established in New York City in 1929, is renowned worldwide for its outstanding collection of 19th and 20th century classic art works. Since becoming the first world-class museum to establish architecture and design departments in 1932, MoMA has led the world's museum in research, development, and promotion in the industrial design and applied arts fields. MoMA was also the first art museum to put creative historically important products combining aesthetic and practical qualities in its collection. The first museum to advance the concept that industrial design can be discussed on the same level as pure art, elevating the status of industrial design, MoMA has placed industrial design within the context of the development of 20th century art, playing an invaluable role in the flourishing development of industrial and commercial design worldwide.

The Taipei Fine Arts Museum, committed since its inception to promoting the development of contemporary art, has on numerous occasions cooperated with fine art museums around the world to present special exhibitions in the effort to expose local audiences to important trends in the international art world. The Museum is also committed to popularizing the idea that fine examples of design which fuse conceptual and practical aesthetics can introduce new concepts to the art realm. With these objectives in mind, the Taipei Fine Arts Museum has teamed up with the Museum of Modern Art for the first time to present this Creative Materials and Contemporary Design Exhibition, unveiled by MoMA in the summer of 1995 after a full eight years collecting and organizing resources. Distinguished as the first art museum industrial design exhibition presented in Taiwan, it bears tremendous symbolic significance in the promotion of arts education.

A total of 212 works, products exhibiting outstanding industrial design and material application, are displayed in eight categories according to material, including glass, plastic, wood, fibers and composites, metals, rubber and foam, ceramics, and recycled materials. Each exhibited work constitutes a transformed application of materials, or an innovative use of traditional materials, balancing practicality, design, and artistic merit. Raw materials, and unfinished products at various stages of development, will also be displayed for selected works. Demonstrating the historical progression of contemporary art and industrial design, this exhibition will unquestionably go far in furthering applied arts education in Taiwan. With this exhibition, viewers will gain up-close experience with various materials and greater familiarity with the production processes of various products, furthering insight in the fascinating symbiotic relationship between design and scientific development and stimulating reflection on the aesthetics of modern living.

We are most grateful for the tremendous support of Ms. Elizabeth Streibert, Acting director of MoMA's Department of International Affairs , and Ms. Paola Antonelli, associate researcher of the Department of Architecture and Design for exhibition planning and contributing an insightful essay to the exhibition catalogue. The Exhibition is supported by the Council for Cultural Affairs, Executive Yuan, ROC. Given the significant expenses involved in putting on this exhibition, we are especially indebted to the generous financial contribution of Mr. Tony Ho, Chairman of Test Rite International Co., LTD. Special thanks to Professor Hsieh Ta-li of the Department of Industrial Design at Shih Chien College, and architects Mr. Chen Wei-pin, Tsai Chi-lu, and Huang Chun-chieh for their assistance with planning and design of the exhibition space. Mr. Kuan Cheng-neng, chairman of the Department of Industrial Design at Shih Chien College, and Mr. Wen-long Chen, President of the NOVA Design, who provided invaluable assistance with planning the educational promotion activities. Special thanks to Ms. Hsiao Ming-yu, instructor in the Department of Industrial Design Technology at the Chaoyang Institute of Technology, assisted in the recording of the audio guide, and with writing and proofreading of the exhibition print guide. Thanks to China Airlines for furnishing air tickets. Very special thanks are due to Ms. Justine Wang, managing director of the Vision Communications, for her tireless help with locating sporsorship, and to the dedicated staff of the Taipei Fine Arts Museum for ensuring the flawless execution of this exhibition.

Chen-Yu Chang
Director
Taipei Fine Arts Museum

紐約現代美術館建築與設計部門主任序

在幾個世紀以前，中世紀的煉金術士竭力尋求把諸如鉛等的基本材料轉化爲金、銀的方法，他們除了著重相關知識的累積以外，更冀求能夠了解媒材世界的基礎架構。

於二十世紀晚期的今天，媒材的轉化不再是追求的目標，而是既成的事實。藉由我們對原料分子結構的分析、處理能力的進步，得以創造出一種全新設計的生活用品。

著名的物理學家理察．費曼在詮釋原子理論時曾評論道：「一個人必須將常識拋開，才能理解原子理論層面所發生的現象」。同樣的，「創新媒材與當代設計」展的觀衆參觀該展，在考量什麼是「創新媒材」時，諸如像衣料的陶瓷、可交互選擇透明或半透明的窗戶、將塑膠織入最有韌性的材料時，亦應拋開他們對傳統材料（如玻璃、木材、金屬這些可以及發生轉化的材料）的一般概念和常識。

本展及此次展覽專輯，是由現代美術館建築與設計部門副研究員波拉．安東娜妮小姐在極短的時間內完成。在與台北市立美術館及籌展工作人員的合作及努力下，提供了美國以外的亞洲廣大觀衆一個機會，欣賞、並了解這個由當代國際著名設計師及製造商所創新的各類變化多端、複雜的材質物理世界。

泰倫斯．瑞雷
主任
建築與設計部門
紐約現代美術館

Chief Curator's Preface

Many centuries ago, medieval alchemists sought to discover a way to transmute base materials, such as lead, into silver and gold. While they desired the riches such knowledge might reap, the alchemists also sought to understand the underlying structures of the material world.

In the later twentieth century, the transmutation of materials is no longer a goal but a reality. The advancements in our ability to analyze and manipulate the molecular structures of materials have created a whole new genre of well-designed objects.

Commenting on atomic theory, the noted physicist Richard P. Feynman remarked that one had to lose one's common sense in order to perceive what happens at the atomic level. So, too, must viewers of the exhibition Mutant Materials in Contemporary Design lose their common sense-a broad awareness a traditional materials, such as wood, metal, and glass-when considering "mutant materials": fabries made from ceramics, windows that are alternatively clear and translucent, or plastics woven into the most durable of materials.

The exhibition and this book, which accompanies it, were prepared with admirable timeliness by Paola Antonelli, Associate Curator in The Museum of Modern Art's Department of Architecture and Design. With the cooperation of the Taipei Fine Arts Museum and its staff, this admirable effort is providing an exciting opportunity for a broad audiencc in the United States, Asia and beyond to look at and understand the complicated new physical world of objects, conceived by an international array of contemporary designers and manufacturers with a surprising diversity of new materials.

Terence Riley
Chief Curator
Department of Architecture and Design
The Museum of Modern Art, New York

導　論

「突變」這個名詞令人聯想到忍者龜、紅髮殺手及巨型螞蟻。這些影片中的生物，不是因輻射性爆炸及實驗錯誤而產生，便是從外太空派到地球來毀滅人類的。但是另一方面，我們也會想像外星人可以隨心所欲的轉化，變成獅子、蟑螂、天堂鳥，而仍然可回復到原來的樣子。他們具有變化的能力，可以保持及變化他們的外觀，卻能保持他們眞實及多樣化的原始特徵。

今天，這種轉化的能力同樣可以應用在許多當代設計的材料上，像是陶瓷、塑膠、和玻璃。這些材料不再有它們過去的外貌。工程師們賦與它們改變的力量，使其由舊有的外觀中產生全新的風貌。在本書及展覽中的作品正呈現這個有關物質轉化的新史觀。塑膠可如玻璃般的透明，可如石頭般的堅硬，以及看來有若鋁一般的金屬質感（圖 1）。鋁可以具有如銀般的質感；木材可以看起來像塑膠。科學家們已經發現如何重新排列材料的分子結構以形成另一種新的材料。這些被重新組合而形成的材料，不但具有和以往完全不同的風貌，更有全新的屬性和用途。固態金屬已漸漸被陶瓷所取代；金屬也漸被碳纖維所替代；而木材也可以和布料一樣的柔軟。新科技已經可以訂製、擴大甚至修改材料的屬性，而發展成另一種新材料。以發明另一個新的材料。材料已經從過去被動附屬的角色轉變成工程師和設計師手中的利器。

在過去的數十年中，由於設計媒材和技術的重大革命，產生了一種複雜的新媒材文化，而且在持續不斷地改變和適應的狀態下。此媒材文化亦是全球性的，而且經由資訊的迅速傳播及世界性的消費市場來知會消費者，設計師以世界性的角度賦予媒材文化消費性及多樣性的生命。此新文化爲科學家們創造發明的才能滋養，爲工業界鼓勵，進而促使工程師設計出更具消費性的媒材。

媒材設計並非新發明。陶瓷和玻璃的應用已經有數千年的歷史；即使新媒材如塑膠，也有一世紀以上的歷史。但是近年來以這三種媒材作爲實驗轉化的素材，所得的成果令人驚訝。三種材料之中，陶瓷和玻璃的歷史最久，20 世紀以來，實驗造就了它們不可預期的性質轉變。長久以來，陶瓷有兩種功用。一是製成工具，如火星塞、電器開關或家庭用品，最常見的則是廚房器皿；陶瓷另一功用則爲裝飾空間的藝術品。18 世紀時，傑西．衛伍得（Josiah Wedgwood）便將其工廠中之陶瓷分爲「有用的」和「美麗的」二種。近年來，陶瓷材料成爲科學進化的主角。工程師不斷提高陶瓷傳統的強度和硬度以對抗極端的溫度變化和腐蝕。新的陶瓷製造方法，是藉著燒結將陶瓷粉末直接轉換成固體，利用高溫高壓製成像葉子般薄的切削刀具、渦輪葉片（圖 2）、幾乎透明的牙齒校正器、隔熱衣和防彈背心的纖維組織，和著名的太空梭隔離板。這些具突破性及發展性的科技，雖然還是非常昂貴，但已漸被設計家所接受。陶瓷材料最重大的發展爲超導體領域。其在常溫下是絕緣體，而在非常低溫時，可進行導電而不浪費能源。相較於其他導體，陶瓷材料是非常經濟實惠的。此項發現仍處於研發階段，尚未被廣泛運用。

陶瓷器具有良好的轉化潛能。其堅硬而易碎，卻超越了其原有的屬性而造就如同金屬和塑膠的功用與形式。是爲最老、最新、同時也是最具革命性的材料。它們展現了不可思議的多重性質，能夠依功能而被輕易塑形。因此，陶瓷器不再有任何絕對的形狀，而是由設計師和工程師依據功能需求來決定。

玻璃爲非結晶化的材料，長久以來都一直維持著透明、易碎、光亮的材料特性。爲了增加玻璃的強度及抗熱度，卡爾．蔡司（Carl Zeiss）在 1884 年發展出第一塊矽酸硼玻璃。這項發明促成派熱克斯玻璃（Pyrex®）的誕生。康寧公司在 1915 年製造出以派熱克斯玻璃所製的廚房器皿與化學實驗儀器。其純度與強度成正比；換言

之，玻璃的純度愈高，品質愈好。康寧公司在 1952 年以燃燒水解法所發展出來的融合矽玻璃，便是品質最佳的玻璃。無論是運用在天文學或太空中，即使是厚玻璃，亦維持著相當的穩定度和無瑕的透明度。爲了一些更專業化的用途，加入鈦元素後可以生產膨脹度極低的玻璃，也就是所謂的 ULE 玻璃。

基於玻璃原本的屬性，它總是藉由鍊金術式的混合轉化方法，和不同物質融合以達到不同的性質。 20 世紀以來成功之例屢見不鮮。康寧公司發展出一種名爲 Pyroceram 的陶瓷玻璃，並將之運用在雷達整流罩上以導引發彈。之後，在 1958 年，康寧公司將此材料運用於家用產品，包括餐具。 1970 年，陶瓷玻璃改良成功，可用一般不銹鋼和碳纖維工具來製造生產，甚至，最近的一項革新是製成汽車的觸媒轉換器。

藉由加入其他添加劑的實驗，康寧工程師分別在 1949 年， 1951 年及 1953 年製造出 Fotaliteim, Fotoform® 和 Fotceram® 三種感光玻璃，藉由照相原理印上圖案，並以酸蝕刻出。（圖 3）康寧公司於 1942 年發展出光學玻璃；之後，藉由鉛的加入，製成防輻射玻璃；而化學強化玻璃，可承受每單位面積十萬磅，也就是每平方公尺 70 公斤的強度。另外，變色玻璃可在不同強度的光線下呈現不同的顏色。其他發展包括在玻璃面鍍上一層外衣，而把玻璃變成沒有黏性，可以分光和有導電性。 Viracon 、 3M 和其他一些公司開發了一項新的研究，是將液態結晶物夾在兩層玻璃面中，只要開啓開關，搖動中間的液態結晶物，就可以使玻璃變成不透明而達到隱密的效果。因爲這些新的製造流程的發展，促使了今天資訊傳輸承載物—光纖的誕生，同時也促成了液晶螢幕的應用。玻璃可以是放大鏡、望遠鏡（圖 4），也可以是廚房裏看起來像陶器的烹調鍋。玻璃可以扮演金屬或是塑膠的角色。像陶器一樣，玻璃的用途幾乎是無止境的。

「塑膠」可依兩種方法來分類：依其組成成份來區分，如：聚氨酯和矽氧樹脂；或依生產技術來區分，如：熱塑性和熱固性材料。由不同公司所研發的各種塑膠，被賦予像動作電影的商名，例如杜邦的 Rynite （瑞尼特），奇異公司的 Xenoy （朗尼），ICI 公司的 Victrex （維特斯）。命名的改變意謂希望跳脫塑膠爲粗糙製材的意象，因爲在 1957 年，法國哲學家羅蘭．巴特 (Roland Barthes) 曾說：「雖然這些名字非當適合希臘牧羊人 (Polystyrene, Phenoplast, Polyvinyl, Polyethlene) …，此種媒材相當粗糙，不僅失去橡膠的材質豐富性，亦無金屬的堅硬性…並且毫無屬於材料本身的原色，僅有的就是由化學合成的色彩而已…」。

塑膠就像是一個聰明又愛惹麻煩的傢伙：在童年的時候模仿大人希望自己快點長大，青少年時又陷入意識形態和政治思想的困擾，而長大之後終於有了成熟美麗的成體。當巴特批評塑膠時，它們正處在一個不愉快的青春期，而巴特對它們則缺少了一點耐心。

1862 年，英國發明家亞歷山大．帕克斯 (Alexander Parkes) 製出一種以其姓氏帕克斯命名的仿象牙塑膠。這種塑膠是以硝酸分子製成，以植物油和樟腦來軟化。七年後，出現了賽璐珞 (Celluloid) ，易燃度極高，可成爲的龜甲代替品。 20 世紀初，塑膠只用以當作一些昂貴天然物品的替代品，它本身並無特殊的功用。 1927 年，聚氯乙烯 (PVC) 出現，接著 1929 年，聚苯乙烯、聚丙烯樹脂、聚乙烯，以及 1933 年的不飽和聚酯、 1937 年的聚胺脲， 1938 年的尼龍、聚四氟乙烯、鐵弗龍的出現，1941 年的 PET 塑膠（聚乙烯對苯二甲酸酯）， 1954 年的 HDPE （高密度聚乙烯），1954 年的聚丙烯等亦相繼出現。

巴特極度鄙視的塑膠材料，在 1950 年代後期引爆一系列的解放，搖身一變，以全新的、閃亮的風貌展現在人類的日常生活中（圖 5）。如果說 1950 年是塑膠仿製的終結，是材質結構等級的躍進，那麼， 1960 年代，它與政治可說是緊密相連的。塑膠品變成了一種政治的象徵—可系列生產、價廉、且可適用於所有的社會階層

（圖 6）一直到 1970 年代，塑膠品一直都象徵著經濟和民主。由於設計師與建築師大力推廣熱塑性塑膠的使用，造成全球環境污染（參照第 8 頁），塑膠便因過度使用而導致崩盤的慘境；由於威脅到生態環境，塑膠變成是一種錯誤的政治標記，而新一代的消費者甚至無法忍受塑膠製品。爲了使塑膠還能在後工業時期生存，它必須丟棄其舊有形象。而近年來所研發的塑膠混合物，因有更廣闊的應用範疇，爲塑膠帶來另一個新的展望。塑膠和不銹鋼或鋁的混合物所製成的桌子、椅子，更易被一般家庭所接受。此一新附加功能的發展，改善塑膠的原組織結構，而表現出許多新結構的可能性。被強化回收的特性使塑膠再次被政治所接受。

「塑膠手冊」列舉了 37 種樹脂和合成物。其中兩個最大的分類是熱固性塑膠和可以射出成形的熱塑性塑膠。熱固性膠塑可以藉著加熱軟化來成形，而一旦固化後即成永久形態，不能再熔解。而射出成形的熱塑性塑膠（圖 7），加熱融化後注入模子，溫度冷卻後便固化成形。但塑膠材料也可以像玻璃一樣：吹製、擠壓、鑄造、然後成形。

塑膠有數百萬種形式，自從塑膠發明後，才能呈現理想落實之面貌。材料革命是 20 世紀歷史上最重要的一章（圖 8）。合成物是材料的結合，同時也結合了這些材料的特性。最常見者爲玻璃或碳纖維和樹脂的合成物。合成纖維結合了樹脂的質輕和抗腐蝕性，以及纖維的強度及韌性。目前，合成纖維已經廣泛地運用在許多方面，包括運動器材、汽車和飛機。

不論新舊，所有先進的材料都是爲了滿足某些實際的需求而發明的。革命性的材料和科技通常都是由大型革新的工業界研發測試而成，但有時候也會由小型、實驗性強而獨立的團體來進行。軍方的技術人員和工程師利用先進的材料，於一些特殊專業的應用上做測試，而設計師則亦將其發現應用到日常事物的發展上。經由設計工業的推展，創新媒材融入於我們的日常生活之中。舉例來說，1950 年代，查爾斯 (Charles) 和雷．艾明 (Ray Eames) 將二次世界大戰時運用於航空雷達偵測器的材料玻璃纖維應用到椅子的設計上。德那．恰德威克 (Donald Chadwick) 和威廉．史塔夫 (William Stumpf) 近期的作品「飛行」("Aeron") 椅（請參照 56 頁），所使用的媒材便是由汽車座椅的內部結構轉化而來的。而理查．撒普 (Richard Sapper) 和塞米爾．魯森特 (Samuel Luceznte) 作品「青蛙跳」電腦的媒材運用靈感，就是來自取名爲「神偷」的 F-1174 戰鬥機的材料。

爲了解決一些實際問題，工程師面臨複雜且巨大的考驗。舉例來說，像是如何使人可以在月球上行走，或是如何防止飛彈基地被衛星偵測出。工程師正在研究方法，將智慧和記憶注入材料中，使這些材料能自動地滿足一些需求。1983 年，日本科學工業技術局發表一段聲明，發展材料專業的功能包括光學、電磁、化學、生物、熱學、和電子。目的在於突破材料在熱力學上所遭遇的障礙，而使材料本身的潛能發揮到最大。而材料就如同電腦、汽車、甚至公司的職員一樣，被賦予發揮表現的重任。

當代的材料研究是在促使材料發展它們最簡單的機械可塑性，因而節省能量。例如，軟玻璃的融化溫度比一般玻璃低；輕金屬合金在製造過程中，成形的溫度比其他金屬低。這些材料被賦予持久、減少浪費，並且具有較好的抗撞、腐蝕和磨損的特性。它們的製造與使用經常以電腦輔助設計 (CAD) 和電腦輔助製造 (CAM)。藉由事先的電腦模擬製程，將這些材料的功能發揮到極致，並減低浪費。當代材料所表現出來的是以前的材料所做不到的。例如超塑鋼可以延伸到原本長度的十倍而不會斷折；有些材料具有抗腐蝕性的功能，可以應用於義肢上；有些材料具有記憶性，能接受極大的物理改變後又回復到最初的形態（圖 10）。具記憶性及智慧性的材料，被廣泛應用於產品的設計上。應用於女人的胸罩上的某些合金，可以記憶胸部的形狀，其延展性可達百分之六以上；壓扁的眼鏡仍可以回復原有的形狀；一些

金屬物體，一旦被破壞，仍可藉著加熱來恢復原形。在日本，將純棉和絲的纖維加入多元酯樹脂之後，可製成免熨的記憶襯衫和領帶。在超級市場，食物上的標籤擁有變色功能，藉此來顯示食物貯存的溫度是否過高或食物是否過期。日本也製造一些最先進的陶器和一種矽膠泡棉，它們比空氣輕且可分解，故用在核廢料的分解上。

藉由合成物製成技術的進步以提昇材料的品質，是近年來的成果；工程師藉由煉金術混合材料的方法，尋找最好的媒材轉化方式—混合各種媒材以萃取其最佳特性，製成「夢幻材料」—設計師亦採用新科技並應用於日常用品中。但是數十年前，雖然工程師早已熟知煉金術的方法，卻不曾將之應用於新科技的推展。即使連設計師及建築師，在過去也始終相信材料本質說，即每一種材料都應有其特定的物理組成成份及特定的製造程序，以呈現材料的眞實性。這種觀念始於 19 世紀，而且每一種材料有其既定的意象：玻璃代表一種經由吹模、敲打鑄造而成的透明物；而鋼是一種管柱或平面狀的堅硬物（ 圖 11）；木材則是一種固體可彎曲或薄片狀的彈性物（圖 12）；陶器則意味著一種鑄造出來的「堅硬和脆弱」。設計師、工匠、和建築師固執地追尋一個眞理，這個眞理引導他們，並使他們在方法及目標上取得諧調，而使設計朝向完美的境界。

在材料上，眞理的探索不斷地進行。例如，在表現派建築上常爲人所提及的烏托邦，這概念在 1914 年，於保羅．希爾巴的 Glasarchitektur 一書中提出。希爾巴選擇玻璃材質，藉此來比喻清淨民主的世界，是全球設計倫理與美感上的極佳範例。在二十世紀的芬蘭，若欲成爲設計師及建築師，必先通過嚴格的測試。受測者必須使用天然木材，並對其施以削薄及彎曲的技術，若是能充分掌握此技術於這項材質中，便通過了測驗，而這制度一直延用至今（圖 13）。現代大師用鋼管來詮釋概念，並將之運用在家具設計上。在新孕育纖維玻璃的 1950 年代， The Eameses 還是傾向使用天然的木頭爲材料：材料的探索不僅僅是去學習它的結構和功能，還有它的形式和美感。

而後，對塑膠的使用開始有些熱衷。然而很諷刺的，塑膠卻點燃了一種不安的危機，並成爲後現代紀元不確定文化和美學的參考指標。而新形式的彈性體和碳纖維亦被設計師所採用。

科學、工業技術、和哲學上的革命，長期以來伴隨的是文化上不被察覺的改變。而這些不被察覺的改變廣泛而深遠。在建築和工業設計文化上，出現了一個重大的轉變。法國後結構哲學家，諸如強．鮑瑞拉 (Jean Baudrillard) 和賈克．德希達 (Jacques Derrida) 的結構主義理論已經廣泛地爲大衆所熟知。這些理論運用較多經由實際上操作而得的數學公式和科學理論。後現代被冠上了非道德和犬儒主義的名號：因爲多數人可以同時接受一個原理以及和它相反的原理，只要它們的並存是有意義的。今日的社會甚至被教導成欣賞有創意的欺騙和尊重並歡迎多樣性的改變。所以，轉化材料適合這個新世界。

材料上的眞理不再是一個絕對和唯一的觀念。當代設計師所需面對的挑戰是開發材料更新且多元化的表現。材料轉化的特性產生了新的形式和一個傾向實驗性質的設計途徑。

下面幾頁包含了一些實物的介紹。這些作品是設計師支配轉化材料，表現科技和形式上之可能性的一種革命性的詮釋。但這樣的陳述並未以推測的角度去定義新的材料文化。這些一連串的材料革新靈感並非來自科學的公約和考慮。例如，玻璃和陶瓷常被歸爲同一類，但又因爲不同的合成應用而被分開。雖然泡棉和彈性體都是塑膠，但仍傾向被分到一個介於軟硬之間的合成聚合體類中。另外，爲了強調回收的經濟性，回收的材料和其原形的材料共同存在而沒有歸爲另一類。

爲了洞察設計師和材料之間的新關係，我們選取不同材料以爲範例。最佳例子

就是運動器材與醫療設備，這些改變的力量來自轉化的材料和定做的轉化及合成。其他較複雜的例子如轉化材料的美術應用；將塑膠用在攝影機和釣魚桿的捲輪而看起來卻像是金屬材質。由這些例子，可看出材料文化是建立在任意隨機的基礎上，形成一種積極的個性美。

同樣地，這些實物也出現程序上的問題。目前某些新的材料已經呈現過度成長的趨勢，如電腦成長的速度已超過我們的思想和手指。一張碳纖維的椅子，因爲太過輕盈，且高科技的外表過於獨特而無法被大衆所接受。我們不可能在一夜之間就改變整個生活形態，卻可漸漸接受新的生活方式。目前我們已經習慣於不會破的酒瓶、眼鏡框、和一些人爲的工具，像是電腦滑鼠、遙控器和食物攪拌器。這些工具普遍地出現在我們每日的生活中，帶給我們無數的方便。在不久的將來，天冷時，我們會購買由回收塑膠瓶所製成的衣裳。而碳纖維家具很快地會愈來愈被人們所熟悉。

在初期的階段，一個先進的材料經由設計、修正以達成一個特殊的目的。在轉形期間，其精密和經濟的概念擴展出來，而發展出其他一般性的，甚至全球的用途上。一個理想的當代材料應具備持久，容易回收，可重複使用，沒有侵略性，並且較有彈性的特性。將它施以有效的應用可以結合過去累積的智慧和技術上的成就，創造另一個極佳的用途。新的材料文化使設計師在面對環境及經濟效益問題時，能給予更多的考量。從這個觀點，設計師和工程師在材料的發展和運用上，被視爲完全的合作者。

依利歐・馬里尼 (Ezio Manzini) 在他「發明的材料」一書中，設計一個與語意有關的遊戲。當拉丁文 "invenive" 意指「去發現」，馬里尼便主張它應是「革命的材料」而不再是「被發現的材料」。假如設計的出發點在於材料本身，其出發點應著重於材料的轉化性。若此觀點可以成立，那麼設計師必須回到原點，尋求再發現。設計的材料必須擁有像過去傳統天然材料般的智慧性。而最重要的是製造過程：設計師的尖端科技產品的製造及研發，必須仰賴製造商的精密機器，才得以完成。

「製造 2000 」一書的作者威廉・鄧肯預測：「未來製造商最重要的材料將是數據…許多年後，原料可能是化學泥漿，而原始元素可能在複製的過程中被組合、再組合、或重新結構。」發展一個材料的最終目的是要使材料能立即被用於設計、生產、和定做，因此，未來設計師的角色將會重新予以定位。設計的重點不再是突顯物體的個別功能，而是開發其潛在的可能性。

頁 8 圖：由安朵爾・索沙斯所攝的短片鏡頭，鏡頭中爲一熱塑性塑膠的環境
馬西莫・馬奇導演，於義大利展出：新的室內景色，紐約現代美術館， 1972 。

圖 1 ： Fumitoshi Sakata, Seiji Kurokawa **及** Tetsuya Tsujimura ，**電視與影像系統設計中心**
「雙凸輪 8 **釐米攝影機** VL-MX7U **」，** 1991(1990) ， ABS ，**鋁及其他金屬，** 4 × 4 ½× 7 ¾**吋** (10 × 11 × 19 **公分），夏普股份有限公司製造，日本塑膠的外身經由鑄模及上色，看起來有如鋁一般。**

圖 2 ：**日本** Kyocera **公司精緻陶器部門**
廚房用刀，剪刀，葉刀，及陶珠原子筆， 1984(1083) ， Kyocera **公司製造，日本**

圖 3 ：**羅倫諾・普西里，茶杯墊，** 1993(1993) ，**感光玻璃陶瓷**
直徑 4 **吋** (10 **公分），康寧公司製造，美國**

圖 4 ：**康寧科技產品部門，赫伯** (Hubble) **太空望遠鏡，** 1990(C.1978)
ULE **玻璃，直徑** 8 **呎** (2.4 **公尺），康寧公司製造，美國**

圖 5 ：季諾・可倫比尼，地毯擫子， 1959(1959)
聚乙烯與和諧的弦絲設計， 24 × 7 吋 (60 × 15 公分)，卡提歐 S.p.a. 製造，義大利

圖 6 ：聚乙烯的冰狀立體袋

圖 7 ：安娜・卡斯泰利・菲利瑞，「 4870 」椅子， 1985(1985)
聚丙烯，卡提歐 S.p.a. 製造，義大利射入及冷卻後的鋼模開啓狀

圖 8 ：史第芬・阿米里諾，防彈面具， 1983(1983)，葛芙拉 (Kevlar) 與多元酯合成樹脂
11 × 6 ¾ × 4 吋 (28 × 17.2 × 10 公分)，美國身體裝甲設備公司製造
紐約現代美術館收藏，製造廠商捐贈

圖 9 ：西霸・漢斯・泰那航太公司，氣能翼板， 1994(1994)，含纖維玻璃的環氧基合成樹脂
52 × 7 呎 (16.5 × 2. 公尺)，美國視界科技氣能公司委託西霸公司製造

圖10 ：朗・艾若德，「變壓器」沙發， 1983(1983)， PVC 與多苯乙烯球
布萊諾斯製造，英國，將多苯乙烯袋中的空氣抽掉，而外觀形成雕刻狀

圖11 ：馬西羅・尼若里，「麥拉」縫紉機， 1957(1957)，鋼材
尼西公司製造，義大利，未上色前的機器鋼身

圖12 ：聖地牙哥西考利生產機器上的雕刻木片，義大利

圖13 ：塔皮歐・魏卡拉，盤子， C.1951 ，削成薄葉狀的夾板

圖14 ：瑞塔・馬克白，「 TOYOTA 」， 1990 ，藤莖
4 呎 2 吋 × 15 呎 × 5 呎 9 吋 (127 × 457.2 × 175.3 公分)
聖地牙哥當代美術館，美國，由麥克與布蘭達・史丹勒長期借展與捐贈

塑膠

塑膠象徵了這一世紀以來科技的進步在藝匠與工業化之間所劃下的距離。聚合物是一種只有在可鍛狀態下才能成型的絕佳人工材質。缺點是生產每種聚合物的過程，幾乎都需要極貴的工具。例外的只有聚氨酯合成樹脂的製造。這種樹脂在室溫下即可起作用，而且只要使用簡單的化合物或木模即可成型。例如巴伯．亞方斯所製作的蛙鞋就是用聚合物模所成型的（第 23 頁）。雖說聚合物的生產過程需要用上較複雜、花費也較大的技術。不過現在的廠商爲了要能生產較合乎市場需求，或是較爲精確的產品，已能用一種特殊的生產環節來獲得較大的自由度。除此而外，工業界也已能用電腦輔助設計以及電腦輔助生產設備（CAD/CAM）來模擬材質在鑄模裡流動的狀態，以便在生產前預測出結果。這樣的程序較接近工藝匠人實驗性的創作方式，多少減少了工業生產的意味。

射出成形最爲適用於大部分一般聚合物的一項技術，這些聚合物包括高密度聚乙烯、聚丙烯及 ABS 樹脂等，因此這是一項最常被使用的技術。此一技術是先以熱度將細塑膠粒溶解爲液狀，然後將此液體用壓力射入鋼模，製作出產品。類似的連續性技術還有輪壓與擠壓等方式，這類技術以無底的鑄模，用吹模或用離心力轉模的方法來使塑膠材質附著在鑄模模壁上。然後只要將鑄模連同其中的塑料覆蓋在紙上，在加熱過的紙上吹入空氣，或以眞空吸取來取出鑄模中凝固的塑料，或以加壓的方式拉出，便可成型。安諾．馬利的「環礁」水果碗就是一個以眞空吸出塑料的例子。

塑膠可在融化後加入其他材質重新利用。樹脂和碳纖、玻璃、陶瓷結合後會成矩陣排列，而形成新的先進聚合物。塑膠也可以和再利用的的物質結合，譬如哥塔諾．佩西所製的扶手椅與凳子（第 43 頁）以及第 40 頁中的塑膠聚合物中就加了木灰及木粒。塑膠可以完全回收再利用，殘留的痕跡甚至可以做爲具美感的裝飾，「普拉基」桌子（第 42 頁）就是一個很好的例子。

不論將塑膠製成物品的技術進步或自動化到什麼地步，人所給予的詮釋還是必須的。除了少數特例之外，大部份的塑膠物品都是以手工彩繪、塗層、修整而完工的。由這一點看來，在這個一領域中，藝匠並未消失，而且事實上可能永遠與我們同在。

安諾．馬利
「環礁」水果碗，1965（1965）
PVC，4 × 15 ¾ 吋（10 × 40 公分）
布蘭諾．丹尼斯 S.n.c. 製造，義大利

右圖：聚乙烯顆粒

塑膠 22 **羅拉・漢德（美國，1954～）**
丹尼斯・德克（美國，1954～）
阿曼達・漢・馬格漢斯（美國，1968～）
「畫廊玻璃杯」高腳杯，1993 (1992)
馬特卡內公司製造，美國
鑄模鑄造，超音波密封丙烯酸合成樹脂
兩種規格：高 5 ½×直徑 4 ¾ 吋（高 14 × 12 公分）、高 7 ¾ × 3 ¾吋（高 19.7 ×直徑 9.5 公分）

羅拉・漢德的工作室著重豪華系列的設計，諸如將銀，水晶及電木放入香水有塞小瓶與精美餐具的設計中。羅拉・漢德工作室的員工打破禁忌，使用以往被視爲不得體的材質來製作玻璃杯（見上圖），提昇了丙烯酸合成樹脂的地位。三種不同顏色層的塑膠，先分別鑄模鑄造，然後經由高頻率聲波將它們密封，而底端的氣泡擴大，形成一個有趣的畫面。

塑膠 23 **博士倫產品研發**
「職業殺手圈」太陽眼鏡，1994 (1994)
美國博士倫公司製造
硬鑽（無定型鑽石）覆於鑄模鑄造的多碳化合物，麥格 (Megol) 彈性體。
2 ¼ × 6 ⅛ × 3 吋 (5.7 × 15.5 × 7.5 公分)

太陽眼鏡「職業殺手圈」（見左圖）在其多碳化合物的表面上覆蓋博士倫的硬鑽材質，這種材質就像是 DLC（類似鑽石的碳化物），是最具硬度性的材料之一，從 0.5 到 5 微米的厚度皆可運用（一微米等於 1/10000 公分）。由於這層 DLC 可防止抓刮，化學性的傷害並防水，因爲其功能具密封性，因此也被運用在一些光學產品上，例如棒狀掃描機的視窗，及反射鏡、藥品設計、及接導管。這層覆蓋物最後必須經過離子光束曝光的完成手續。因爲表面遠離快速碳元素離子體與氫碳元素離子，使得它幾乎暴露在溫度之下，這種技術可應用於熱塑性塑膠以及金屬，陶器與玻璃。孟斯特公司，得摩尼克斯股份有限公司已取得此技術的專利權。

塑膠 23 **巴伯・亞方斯（美國，1950～）**
「鞣皮三角潛水蛙鞋」，1994 (1994)
巴伯・亞方斯設計公司製造，美國
液態鑄造熱保存 Uniroyal 彈性聚氨酯
多種規格。

「蛙鞋」（見左圖）是一種高效能的水中運動設備，其設計具有詩意感。海底攝影師巴伯・亞方斯於 10 年前首先提出這種創新設計的構想，他由觀察魚鰭的活動形式而得到靈感。在大自然中魚鰭具有一種經濟目的，它將形狀與內容結合爲一。亞方斯使用液態聚氨脂合成樹脂來達到彈力的效果。整體的設計可使人類的身體更具動力與彈力：當游泳者向下踢時，刃葉將張開，而腳部肌肉所產生的力量可得到完全抒發，以對抗水壓，而將泳者向前推進。當泳者向下划時刃葉則保持原狀，不僅再次將泳者向前推，同時也有助於回到原本向上的姿勢。當回復姿勢後，蛙鞋的翼尖向下折疊，使水流流通，促進刃葉的向上運動，以利腳部的下一個向下的推進。這種動力性的設計是使用聚氨脂鑄成。這類合成品，比金屬器品便宜、輕便，且更具實用性。

塑膠 25 **馬自達汽車股份有限公司**
「MX5 Miata」汽車後照燈，1988 (1983)
馬自達汽車股份有限公司製造，日本
二次射出成形的丙烯酸合成樹脂鏡，射出成形聚丙烯反射鏡，其他材料
5 ¾ × 13 ¾吋 (14.6 × 34.7 公分)

馬自達公司不斷致力於開發一種規格小巧，重量較輕的汽車後照燈，而這種後照燈不僅符合全球的規格，同時也可用於跑車上以達到美感與經濟的需求。他們具有獨到的遠見，將輕巧便利的後照燈與組合機械結於一體。由馬自達所提供的圖片（見上圖），可看到一些複雜的個別零件，經由簡單的操作，而將其組合成一個照明燈，它的重量不超過 21 磅 (9 公斤)。由於使用二次射出成形的技術，其鏡片的顏色部分，除了圓形的反射燈，其餘皆是由單一模型製成。而琥珀色的指示燈被鑄在紅色的地區中，工程師必須改變丙烯酸合成樹脂的透明度，以達到彩色的效果。紅色鏡經過處理後，平均透明度爲 25 %到 20 %，而琥珀鏡爲 65 %至 46 %，而鏡片的表面明顯的呈彎弓狀，其形狀有如天然磨圓的寶石。

丹尼爾・威爾（英國，1953 生於阿根廷），五角設計工作室 塑膠 26
寵物店男孩 CD 專輯「非常的」封面，1993 (1993)
EMI 唱片公司製造，英國
射出成形的聚苯乙烯
5 × 5 ½×½吋 (12.5 × 14 × 1.5 公分)

英國流行音樂團體寵物店男孩，委託丹尼爾・威爾爲他們的專輯「非常」設計 CD 盒。這種由射出成形的多苯乙烯製成的盒子不僅可承裝及保護 CD，且內含文字說明，可與 CD 分開，而自成一格成爲獨立的物體。

哥塔諾・佩西（義大利，1939～） 塑膠 27
音樂桌 (1988)
貝尼尼原型提供，義大利
保存反應鑄造聚氨酯合成樹脂，鋼
高 19 5/16 ×直徑 31 ½吋（高 49 ×直徑 80 公分）

哥塔諾・佩西以塑膠的質感來詮釋兩種同類型的音樂桌。佩西在其產品中使用圓形的飾匾，及液態合成樹脂，並讓它進行 20 分鐘的催化。在製造過程中，將大約 16 至 20 支導管，沿著飾匾的周圍，連接到空氣壓縮機，可以藉此傳導聲音的震動性。（例如，英國搖滾樂團平克佛洛伊德便曾使用圖中的第 1 個範例）壓縮機一連接到導管，過程即開始。經由導管，半催化有色的合成樹脂得以搖動混合，藉由音樂的震動，使空氣進入達到膨脹的效果。混合及搖動一直持續到合成樹脂凝固才停止。

安諾・馬利（義大利，1932～） 塑膠 28
「花飾」盒，1992 (1991)
丹尼斯 S.r.l. 製造，義大利
熱塑膠聚合體
6 × 12 ¼ × 3 吋 (15 × 31 × 7.6 公分)

賈桂琳・佛多與布蘭諾・丹尼斯於 1957 年創立了以小型設計產品爲主的丹尼斯公司。在這 35 年中，它與設計家布蘭諾・慕納瑞及安諾・馬利合作，佛多與丹尼斯致力於開發塑膠的潛力，運用這種材料來製作獨特的物體，使之與玻璃、陶、與鋼等材料互相抗衡。「花飾」盒提昇了塑膠的地位。這個塑膠製品高雅、簡潔、價格昂貴（大約美金 50 元），這個盒子是由熱塑性合成樹脂所製成。運用智慧型的絞鏈來代替螺旋或鐵釘。聚合體並不適合有角的造型，較適合將盒子製成曲線式，有機形狀，並且只有黑白色調，它具有防

震及防火的功能。

塑膠 29 **加斯帕・莫力森（英國，1959～）**
「瓶子」儲藏架，1994 (1993)
馬姬斯 S.r.l. 製造，義大利
射出成形聚丙烯，電鍍鋁
10 1/4 × 9 × 14 3/16吋 (26 × 23 × 36 公分)

加斯帕・莫力森的作品多呈現簡潔而靈巧的設計，以達到高度實用物品者的要求。他將瓶子儲藏組製作得非常美觀。在其作品「瓶子」中，他將傳統的酒瓶儲藏系列，換以一種中庸與實用的方式來詮釋。每一個架子是由 4 個電鍍鋁管及兩個聚丙烯邊所構成。由於塑膠部分是由單一模型所製成，而降低了製造費用。這個架子用手便可將其組合，當酒瓶置滿架子時，便會呈現明亮、或藍、或橘、或綠的色調，創造出一面有趣的光牆。

塑膠 29 **安東尼歐・西提瑞歐（義大利，1950～）**
吉恩・奧力佛洛（德國，1969～）
「機動」收納系列，1994 (1993)
卡提歐 S.p.a. 製造，義大利
大量染色熱塑性聚合體收納架，鉛黃色或鋁色的鋼邊與把手
多種規格

安東尼歐・西提瑞歐與吉恩・奧力佛・洛的「機動」收納系列是由儲藏架得到靈感。將抽屜整合成一種光滑，手提式的鋼架結構，並佐以輪子。也可用光亮的熱塑膠材料來製作，此系列由卡提歐公司所製造，這是一個由吉力歐・卡斯特利所創立的塑膠公司，從 1949 年設立以來，已經生產衆多的室內及實驗室用品。

塑膠 30 **羅斯・拉格夫（英國，1958～），工作室 X**
「8 字形」椅，1994 (1993)
卡帕里尼 S.p.a. 製造，義大利
聚氨酯印模鑄造椅，不銹鋼框，尼龍椅腳
30 3/4 × 19 3/4 × 21 1/4 吋 (78 × 50 × 54 公分)
紐約現代美術館，製造者捐贈

羅斯・拉格夫的彎曲座椅呈現幾何圖形的設計，而他的靈感來自於捲成圓形的條狀紙，將它折疊至 105° 的角度後，在中心壓縮。設計者使用鋼來連結，製造出最初步的形狀（見左圖），這種處理方式呈現出一種簡潔的活動力，更重要的是他選擇塑膠材質做爲椅面，因塑膠光滑平順的表面可與設計師所欲表現的簡潔活動力互相輝映。外殼由拜都爾 6700Z 鑄模，將拜耳公司的聚氨酯合成樹脂注入大槽。然後佐以催化劑，將其混合倒入鋼，鋁或環氧基合成樹脂的模型中。而模型的溫度必須保持在 140° 至 170°F (60℃-75℃)，這平均溫值必須持續 90 至 120 秒，如此一來，才能製造出厚度 1/2 吋 (1.5 公分) 的堅硬部分。而最後在椅殼上塗上顏色。

塑膠 31 **布蘭諾・尼那伯・汎・伊森（荷蘭，1950～）**
尼那伯／彼得／庫維爾工業設計工作室
尺，1990 (1990)
倫達史丹辦公室用品公司製造，荷蘭
射成出形 Tampoprinted ABS 樹脂（丙烯腈－丁二烯－苯乙烯），彈性體
1 × 13 3/4 × 1/2吋 (4 × 35 × 1.5 公分)

這把尺是荷蘭的尼那伯／彼得／庫維爾工作室所設計，由於生產此工作室所設計的桌上用具，使得一家原本以臨時工爲主的公司倫達史丹製造商的形象大爲提昇。這把尺本身的設計非常簡單，且能符合高度實用物品者的需求。它具有柔軟的觸感及完美的外觀。下側部分的橡膠線具有固定功能，當畫線時可防止尺的滑動。

馬克・桑德斯（英國，1958～） 塑膠 31
「滴涓不漏」砧板，1990 (1988)
紅寶石山崖有限公司製造，英國
射出成形的聚丙烯
15 1/4 × 8 3/4 × 1/4 吋 (39 × 22 × 0.5 公分)
紐約現代美術館，設計者捐贈

這個砧板是一種單片接合式的聚丙烯板。將它平放並在上面切剁食物，食物會經由斜槽而直接進入鍋子或淺盤，不會有掉出的狀況發生。材質的選擇經過深思熟慮，以確保表面的耐用及堅固性。至於接合處部分，是與板面連結一起，但必須較厚以抵抗刀子的切割。只能折疊一邊，不可兩邊同時折疊。這種砧板歷經 5 年才開發成功，爲了達到有效的壓型設計，馬克・桑德斯使用「模型流層」的電腦技術，在電腦螢幕上模擬射入塑膠的流動變化，以及進行模型填料的改良。接合處經過一百萬次折疊測試，而切面部分則可承受 2 年切剁，而不毀損。

安朵爾・索沙斯的唇筆紅打字機「情人節」，自 1969 年推出以來，不僅成爲塑膠品的最佳範例之一，同時在過去的數十年中，它已成爲家居生活中不可或缺的功能性器具。經由塑膠的可塑性，使得它們的外觀呈現智慧的有機形狀。電腦滑鼠可以在整個辦公桌上活動。這種設計使人類與機器間形成電子式的接觸。 塑膠 32

唐那・卡爾（美國，1959～） 塑膠 32
AT & T 諮詢設計團體
「掌上鼠」，電腦指示計 (1992)
AT&T 原型，地球資訊解答設計整合中心，美國
射出成形聚碳酸的軀幹，Santoprene（低密度熱塑性合成橡膠）鞍座，黃銅與醋酸鹽無電天線
3 1/2 × 2 1/4 × 1 3/8 吋 (8.9 × 5.7 × 3.5 公分)。

「掌上鼠」可戴在手上，也可套在腳關節部或者椅子兩側的把手上。此產品的設計者唐那・卡爾稱它爲「穿戴式科技」。

保羅・蒙哥馬利（美國，1959～） 塑膠 32
赫伯・帕菲爾（德國，1949～）
「鼠人」無線電腦指示計，1993 (1993)
推理科技股份公司製造，美國
射出成形的 ABS 樹脂
4 1/8 × 3 1/8 × 1 3/8 吋 (10.5 × 8 × 3.5 公分)

保羅・蒙哥馬利與赫伯・帕菲爾的無線電腦指示器「鼠人」運用低頻率無線電通訊技術，及 4 個傳送頻道，以避免受到其他類似設計品的干擾。此傳送器（見左圖），宛如一個不起眼的接收盒一般，它連接至電腦的主機 (cpu)，而上面有很明顯的凹狀指痕造型。

克里斯多夫・羅威（美國，1963～） 塑膠 33
羅倫斯・舒伯特（美國，1962～）
克里斯多夫・雷達（美國，1952～）
IDEO 產品發展部
「收訊機」專業電話基座，1993 (1991-92)
優那斯股份有限公司製造，美國

射出成形的 ABS 聚碳酸，乙縮醛，插模鑄造熱塑性合成橡膠，不銹鋼，及黃銅
7 × 2 ¾ × 2 吋 (17.8 × 7 × 5 公分)

塑膠 33 史第芬・派特（英國人，1958）
「發洩」設計公司
「事業」耳機式電話機，1993 (1993)
美國普蘭特尼公司製造，美國
射出成形聚碳酸，模板金屬
2 7/16 × 3/8 × ⅝吋 (6.2 × 1 × 2 公分)

使用「收訊機」與「事業」時，必須將其戴在耳內。「收訊機」是由 IDEO 工作室的設計師所設計，他們將麥克風經由電線連接到有機形狀的耳片，可說是轉動式電話。派特的「事業」在外觀上像極昆蟲或咖啡豆。

塑膠 33 保羅・布蘭內（美國，1960 ～）
羅倫斯・藍（美國，1960 ～）
IDEO 產品發展部門
「3D 滑鼠」電腦指示設計，1991 (1991)
推理科技有限公司製造，美國
射出成形的 ABS 樹脂
6 × 4 ¼ × 3 吋 (15 × 0.9 × 7.2 公分)

保羅・布蘭內及羅倫斯・藍的「3D 滑鼠」專門應用於 CAD/CAM，動化及實務運作，隔絕或連接三度空間的點與面。這種指示設計使用超音波喇叭，在 CPU 上形成三角位置，如此一來，可藉由麥克風，以每秒 50 的單一振動，來辨識自己的位置。

塑膠 34 一般人不會想到，強韌、耐用、耐撞的工具，是以塑膠爲材質。此處以塑膠聚合物製造的胡桃鉗，放大鏡及釣魚鉗，完全表現出這種材質的優點。

塑膠 34 吉爾・葛瑞里（義大利，1957 ～）
法蘭斯卡・斯堪塞第（義大利，1955 ～）
「諾克」胡桃鉗，1933 (1992)
歐洲 Outlook-Zelco S.r.l. 製造，義大利
強化玻璃尼龍射出成形
12 × 4 × 5 吋 (30.5 × 10 × 12.5 公分)

玻璃尼龍質地，強韌耐刮不傷表面。材質彈性佳，承受再硬的果殼壓力，手把也不易變形。底部加有橡膠墊，防止滑動。

塑膠 34 葛登・雷多・佩瑞（美國，1943 ～），理查・芬布（美國，1948 ～）
「明視第二代」手掌型放大鏡 1994 (1994)
視覺設計公司製造，美國
鑄模鑄造聚胺基甲酸，玻璃
13/16 × 2 3/16 × 6 7/16 吋 (2.1 × 5.5 × 16.6 公分)

此手掌型放大鏡是由聚胺基甲酸注入鋁模製成。其手柄大而堅固，掌握容易且舒適。對於手部無力的人也一樣適用。

塑膠 35 史第芬・賓塞（美國，1959 ～）
邁爾・泰斯克（美國，1968 ～）
阿塞克・米達（印度，1946 ～），普渡大學
「一體合成鉗」彈力魚鉤鉗，(1992)，原型
射出成形縮醛彈性熱塑性合金
2 ¾ × 9 × ¾ 吋 (7 × 23 × 2 公分)

一體成型的手把，控制前端鉗嘴，使鉗嘴能順利將魚鉤由魚口中拔除。利用機械原理，當尾端手把愈用力靠近，前端鉗嘴愈夾緊魚鉤。

塑膠成形技術的進步，使工業設計更進入流線，無定型的時代。塑膠材料被使用在人骨、關節、牙齒等部份，並且成爲工業展示的一部分。它的外形構造對視覺引起的效果，遠超過成品本身的功能。 塑膠 36

馬克・史丹勒（美國），Kuni Masuda（日本），索庫布・凡索基（伊朗），齊伯設計 塑膠 36
「世界階級 300 系列」釣魚線捲，1992 (1992)
芬維克公司製造，美國
射出成形玻璃尼龍，拉絲鋁金屬
4 × 3 13/16 × 5 吋 (10.2 × 9.7 × 12.7 公分)

齊伯的釣魚線捲，質地輕且外觀有如金屬製品，其實是玻璃尼龍射出成形製成，線軸則是鋁合金。此設計是以來回拉動魚線方式使魚餌在水中跳動。整個結構強韌有彈性，設計者成功地運用材質和處理過程。

輪鞋研發部及諾笛卡 S.p.a. 塑膠 36
「飛捷 ABT」單線輪鞋，1993 (1992)
輪鞋研發公司製造，美國
「輕捷」(Blade Lite) 聚胺基甲酸鞋殼、玻璃尼龍輪框、發泡棉墊、其他材料
多種規格

「飛捷」輪鞋的設計，使腳和鞋合爲一體，使人感覺整個輪鞋就是一部車。鞋的部分是由許多複雜的塑膠元件組成，以符合高品質的要求。柔軟、光滑的鞋子，是由 3 個不對稱的部分鑄模組合，以減輕質量。而整個鞋殼是鎖在兩片以玻璃尼龍爲材質的輪框上，以增加穩定度。鞋殼內的靴子爲高密度的發泡棉，並可充入空氣。

Naoto Fukaswa（日本，1956 ～） 塑膠 37
提姆・布朗（英國，1962 ～）
保羅・哈佛（美國，1955），IDEO 生產部門
電腦主機座，1991 (1990)
美國膠模科技中心（現爲哈特爾有限公司）製造
高強度聚苯乙烯射出成形
5 × 7 ¼ × 3 ¾ 吋 (12.7 × 18.4 × 9.5 公分) 最小寬度

和輪鞋，釣魚線軸相同，此產品是以功能爲設計重點。整個座體是一對可伸長，縮短的塑膠。它的伸縮範圍在 7 ¾ ～ 10 英吋之間。材質爲高強度的聚苯乙烯，耐撞擊，防止機體震動，最大可承受 55 磅重物。

史丹芬・林德弗（芬蘭，1962 ～） 塑膠 38
「油」1 升和 4 升容量汽油瓶，(1993)
原型由奈斯特・歐公司製造，芬蘭
聚乙烯吹製成形
多種規格

傳統容器材質，向來大多以塑膠爲主。史丹芬・林德弗的汽油瓶，即是將塑膠利用空氣吹入模型內，方法快速簡單，因此能很快大量生產。此樣品是由芬蘭奈斯特・歐公司製造。

山佛・雷門（美國，1924 ～） 塑膠 38
「隨手包」包裝袋，1987 (1986)

高密度聚乙烯、其他熱塑性塑膠
多種規格

山佛．雷門的「隨手包」擁有世界專利，它能填裝任何液體。它可應用在像麥當勞一類速食店，用完即丟的調味醬包裝上。這種「隨手包」能填裝的液體範圍極廣，從美乃滋之類的調味料，到醫用藥膏都可適用。並且能符合真空包裝及運送的各種需要。此產品由雷門的「超級啓動者」機械製造，每包的容量在 0.07 到 2 盎司（ 2 到 57 公克）之間，且每小時可生出 60,000 個高密度聚乙烯材質的塑膠包。只要手輕輕一壓，就可將袋內的液體全部擠出。

塑膠 39 Masayuki Kurokawa（日本，1937 ～）
「芬諾」潛水呼吸器（自動填充水底呼吸裝置），
1994 (1993)
葛蘭．布公司製造，日本
射出成形聚碳酸聚酯
6 5/8 × 13 7/8 × 20 1/8 英吋 (16 × 35.2 × 51.1 公分）

Masayuki Kurokawa 所設計的這套裝置比傳統的要輕小許多。它的造形令人聯想到電影「星際大戰」裏達斯．衛德士兵的服裝造型。它的重量大約是 12 磅，但在水中感覺更輕，聚碳酸外殼保護內部裝置。此一設計重點在內部藏有一個小罐，裏面含可吸收二氧化碳的碳酸鈣。吸入的空氣經漏孔進入此罐，即變成可再利用的空氣。

塑膠 40 雖然回收利用的技術正快速的發展，但在其產品的開發上卻並非如此。縱使對廢物回收再製有基本的認知與興趣，但其進展卻早已被回收再生的負面美學印象所阻礙。回收再生的全部潛能尚未有效的激發。在此舉出幾個可供參考的產品範例。

塑膠 40 **丹穆斯學術研究中心**
「新石」多用途媒材，1991 (1991)
義大利蒙特戴培 /RPE 製造（現爲義大利塑膠回收公會）
百分之百不同成分回收再生塑膠
多種規格

「新石」爲一種多用途的材質，由米蘭的丹穆斯學術研究中心研發而成。丹穆斯這項研究計劃的成員包括了安東尼歐．派翠利歐，米雪兒．巴羅，凱利恩．艾塞碧與安卓拉．沙利斯．柯斯塔等人。而艾斯普蘭沙．努尼亞．卡斯汀專門研究顏色及味漆，安娜．卡斯泰利．菲利瑞則爲諮詢顧問。「新石」的意思是「新的石材」，運用擠出的方式，其長度可長達 118 吋（ 300 公分），其材質亦像木頭一樣可在上面雕刻；它也可運用射出成形的方式來製造。圖中所顯示的是生產過程的第一階段，其紋理清晰可見。

塑膠 40 **環境安全產品，回收再生多功能材料，1989 (1989)**
環境安全產品公司製造，美國
耐塑材料（高密度與低密度回收再生塑膠），環境板（回收再生塑膠與木屑）
多種規格

合成物是運用回收再生的技術，將無固定形體的可利用廢棄物予以再製所成的材料。環境安全的回收再生多功能材質（左圖），是將粉碎的廢棄物予以鑄造，加入合成樹脂使其黏著一起，經由操作處理而形成的材料，可用來製造長凳，籬笆及其他實用性產品。

季諾．可倫比尼（義大利，1915 ） 塑膠 40
廢紙簍，1993 (1968)
卡提歐 S.p.a. 製造，義大利
百分之百回收再生塑膠
多種規格

卡提歐所生產的廢紙簍，是運用回收再生塑膠所製成。設計師季諾．可倫比尼賦予其古典的外觀，季諾．可倫比尼於 1950 至 1960 年代曾設計了許多室內用品，而由卡提歐負責製造。

大衛．赫茲（美國，1960 ～） 塑膠 41
「辛德克利特」合成媒材，1984 (1984)
辛德瑟斯公司製造，美國
再生水泥合成物
多種規格

「辛德克利特」是一種以水泥爲主，可塑性極佳的合成物。它如木頭般具有良好的切割性，早已爲設計公司所了解，它是精細火山碎合的混合物，通常是上色以後，然後，鑄造，用手研磨，焊接，最後才上臘。它製造出一種裝飾的，平滑如磨石地面般的材質。「辛德克利特」並不是粉末，而是一種類似碎石般的合成物。也可加入塑膠碎屑，玻璃柔鋼鐵碎片，過去它甚至也包含了釘子、金屬鏈、橡實、鉛筆、高爾夫球座、木片、電腦晶片等多樣化的添加物。

克里斯多夫．康乃爾（澳洲，1954 ～） 塑膠 42
MAP 國際公司
「普拉基」("Plaky") 桌 1993 (1992)
MAP（澳洲產品經銷有限公司）澳洲
回收再生 ABS 聚碳酸，電鍍鋁架座
高 28 3/8 ×直徑 23 5/8 吋（高 72 ×直徑 60 公分）

「普拉基」這張桌子就如同哥塔諾．佩西的扶手椅及凳子一般（於下頁）是運用回收利用技術所製成的再生塑膠品。這張由克里斯多夫．康乃爾在澳洲設計及製造的桌子，利用了 ABS 樹脂及多碳化合物回收的混合物所製成。這個合成物是呈突起狀的粒狀物，經由二次鑄模，由兩種完全不同材質混合，使表面產生一種奇異色彩的效果。

哥塔諾．佩西（義大利，1939 ～） 塑膠 43
「海草」椅，1991 (1991)
佩西公司製造，美國
浸滿樹脂的碎布料
32 × 45 × 32 吋 (81.3 × 114.3 × 78.7 公分）

佩西的手扶座椅及凳子是由浸於樹脂中的廢棄布料所製成，在製造過程中，凳子使用較高密度的樹脂。而當此一系列產品公開展示時，驚歎之聲不絕於耳。每個座椅及凳子都是顏色及材質不經意分類之下的成果。

哥塔諾．佩西（義大利，1939 ～） 塑膠 43
矮凳或絨腳墊，1994 (1994)
佩西公司製造，美國
浸滿樹脂的碎布料
17 × 18 × 15 吋 (43.2 × 45.7 × 38.1 公分）

陶瓷

陶瓷被許多人認爲是未來最重要的一種材質。陶瓷製造的汽車馬達可減少能源的浪費，且無須添加潤滑油。超導性陶瓷則可毫無耗損地傳輸能源。而陶瓷纖維製成的衣物則可以保護人類免於溫度變化或子彈的攻擊。

伊娃．拉西爾在裝飾藝術領域中創作五十年，一直以感性有機的造型來豐富陶瓷的表現，她說：「傳統的陶瓷材質可以做到非常軟，甚至軟到幾乎可以流動的地步。」她又說：「我的陶瓷作品都是做來被觸摸的。」然而，近幾十年來發展出來的高科技陶瓷，卻通常都是人們所無法觸及的。高科技陶瓷和傳統陶瓷不同的地方在於結構，而其結構的不同，在於所加入的馨、二氧化鈦、沙、長石金屬粉末及其他如氧化釔、氧化鋯等稀有地球礦物質的多寡。

人類以窯燒黏土來製成器物已有百萬年的歷史，人們可以說是用和烹製食物一樣的直覺來處理陶瓷：土粉汗水混合，做出形狀，再以高溫燒烤。另方面，陶瓷的製作也借用了許多處理金屬的程序，譬如燒結法就是運用了一些製作玻璃的技術而在高溫下將粉末轉化爲固體。事實上，玻璃和陶瓷在物理上也常被聯想在一起。

土條盤鑄雖是最爲傳統的一種陶瓷技術，然而在一些家用陶瓷品的製作上，至今仍被廣爲使用。比如莉莎．柯隆與艾倫．羅文的保險套盒就是以這種方法製造的（第 50 頁）。這項技術的程序是先將液狀的陶土倒入篩狀的鑄模，以吸收掉其中的水份。現在的技術則會在鑄模之前，先在粉末內加入特殊的溶劑。而在處理過程中，鑄模會將溶劑吸收排除。如果製作的是較爲複雜的造型，就會用蠟模，譬如第 46 頁的渦輪轉軸就是以這種方法製成的。進步的新技術使生產出一致又堅固的材質成爲可能，而這種材質通常在模鑄出來後，再以機器來完成造型。

陶瓷射出成形必須用上一種支承聚合物，此一聚合物會被熔爐的溫度給融化掉。亨利．艾倫所製檯燈上的陶瓷泡棉就是以類似的技術製作的（第 48 、 49 頁。熱均壓壓鑄是另一項引人卻極爲複雜的技術，這項技術是將陶瓷物體放入耐熱的玻璃封套，再放置於瓦斯窯熱與壓力中以熱壓處理製造出產品。

隨著塑膠與合成物的日益發展，高科技陶瓷將對人類的材質文化產生很大的影響。這就像鋼筋混泥土的支架對我們營造環境造成的影響一樣。透過化學工程人員的努力，新的分子架構系統正在改變著材質的內在結構，而使得這些材質的性質更趨穩定也更具效能。

伊娃．拉西爾
「博物館」全套餐具， 1946 (1941)
瓷器，多種規格
Kyocera **瓷器公司製造，美國**

右圖：陶粉

陶瓷 46 陶器就像塑膠一樣，種類非常多。製造陶器須將一般、稀薄的粉末混合成黏團，再塑成形狀，然後以高溫窯燒，使其堅固定形。精緻優美的瓷杯及堅固的工業渦輪迴轉軸都是運用同樣的原理製成的。先進陶器是經過改良研發而成。相較於傳統陶器的化學非活性特質，先進陶器在硬度、耐熱性、非傳導性、及耐蝕性方面做了加強與改善。它的硬度僅次於鑽石，具有光滑及類似可塑性金屬的外觀。它擁有堅個與耐用的特性，並可製成簡潔的式樣，因此甚至可取代金屬用以製造刮鬍刀。但它的缺點是，當表面遭到撞擊，或掉在地上時會導致破裂。

陶瓷 46 Kyocera 公司陶瓷部門
渦輪迴轉軸，(1992)
原型由 Kyocera 公司製造，日本
矽氮化物
高 4 ×直徑 10 吋（高 10.2 ×直徑 25.4 公分）

由矽和氮化合物製成的陶製品使用在渦輪增壓器的迴轉軸上，可減少質量及慣性的狀態，並改善汽車引擎上渦輪速度緩慢的現象。陶製引擎的零件較其他材料製成的零件能在更高的溫度下運轉，最特別的是它不需要潤滑劑。

陶瓷 46 Kyocera 公司陶瓷部門
汽車引擎零件，1992 (1992)
Kyocera 公司製造，日本
矽氮化物
多種規格

這些陶製汽車引擎零件可提供比舊型引擎更高的控溫及燃壓，並可降低污染。

陶瓷 47 3M 公司
「超越系列 6000」牙齒托架，1987 (1986)
3M 公司，牙齒產品部門製造，美國
TPA（半透明的－多角結晶體－礬土）
5/32 × 5/32 × 1/8 吋 (0.4 × 0.4 × 0.3 公分)

與人體有關的陶製品是技術性先進材料另一個有趣的應用。在生物學上陶製品不活潑的特性使之成爲人工植牙的理想材質。從鑲牙的接縫及牙齒的齒質到蛀牙的填補及整齒的弧套都可以它爲材料。由 3M 公司製造用於牙齒矯正的整齒弧套是以半透明—多角結晶體—礬土製出（右圖）。其過程主要便是將粉狀的礬土（氧化鋁）置入弧套形狀的鋼模及燒結物（無熔化的高溫燃燒）。待弧套成形後，然後再以矯正牙齒所用的黏著劑將此弧套，套到牙齒上。通常記憶合金的金屬絲網會插置於其拱形的缺口以幫助牙齒的活動。

Kyocera 公司 CERATIP 切割器具部門 陶瓷 47
切割器具，1992 (1992)
Kyocera 工業陶製品公司製造，美國
陶器和窯業金屬（一種陶和金屬的化合物）外面鍍上氧化鋁和鈦碳化合物
多種規格

窯業金屬切割器材將陶製品的精緻面突顯出來。它是由鈦、碳氮化合物及金屬碳化合物組成。窯業金屬是以統一的極細規格且堅硬的微細構造爲其主要特色。與舊型的金屬切割器材相較，窯業金屬可以在降低的熱力下以更高的速度進行切割，它具有較長的刀口，可達成完美的切割任務。

亨利．艾倫（美國，1964 ～） 陶瓷 48
照明設備，1994 (1994)
亨利．艾倫工作室製造，美國
陶瓷泡棉，三種規格
高 33 ×直徑 6 吋（高 84 ×直徑 15.2 公分）
高 54 ×直徑 8 吋（高 137.2 ×直徑 20.3 公分）
高 74 ×直徑 10 吋（高 188 ×直徑 25.4 公分）

陶製品能被塑造爲堅實的固體，然而它們卻也可被製成有如海綿般柔軟。亨利．艾倫設計了一系列使用這些轉化材質所製成的燈飾。他之所以會選擇陶瓷泡棉爲材料是因爲它富有易變且實用的特性。陶瓷泡棉通常被使用在窯爐設備，含鐵與非含鐵金屬過濾系統、自動化發射控制設備、生物科技應用以及石油化學產品等方面。自七十年代早期開始製造的變種材料－ Selee 陶瓷泡棉，是由開放泡囊的聚氨酯泡沫與衆多氧化物；包括純礬土、釔、鋯合成物而製成。艾倫選擇了僅含有氧化鋁的 Selee 。這種充實的合成物，在極高溫的熔爐中被煉燒。而聚氨酯在熔爐內將會被燒得無影無蹤。僅遺留下類似深海珊瑚外殼的成品。不同密度的各種泡棉形狀是藉由鑽孔或機器，或兩者並用製作而成。

華納．修爾普（德國，1964 ～） 陶瓷 50
修爾普產品公司
「全星陶」腕錶，1989 (1986)
瑞士雷達錶公司製造
鋯釔陶製品的外框、手鏈及錶面，深藍色水晶飾品，不銹鋼背板錶面和安全扣環

「全星陶」腕錶（右圖）利用了高科技陶製品最特殊的特性：抗腐蝕及非常平滑的組織，其錶帶、外框及錶面是由鋯釔陶器材料所製。這個獨特的陶器合成物是燒結的，並以鑽石鑲鑽工具來爲其塑形，且裝配合了鋼製的框架。安全扣環是以不銹鋼製成。而錶面裝配的最後步驟是將深藍色的水晶飾品置於低溫的狀態下並將其黏貼於陶製的外框上。錶面在壓力下密封，具防水功能。

陶瓷 50 **莉莎・柯隆（美國，1963～）**
艾倫・羅文（美國，1968～）
「安全」保險套盒，(1992) 原型
瓷器
2 × 3 7/8 × 7 ½吋 (5.1 × 9.9 × 19.1 公分)

用來作爲裝飾品及實用的容器達十年之久的傳統陶製材料及技術，被挑選來製造當代獨創的作品。莉莎・椅隆與艾倫・羅文的「安全」保險套盒（上圖）是以液態鑄造製成。其過程主要是將液態的土質注入膠模中，等水份排乾，稍後，便以高溫在爐窯中煉燒之後，便塗上釉彩，再以低溫烘燒一次。一次可抽出 3 個保險套，就如同抽取面紙般簡單。

陶瓷 51 **羅斯・拉格夫（英國，1958～），X 工作室**
「先進濕潤刮鬍刀」刮鬍刀，(1993)
原型由 ML 實驗室製造，英國
鋯釔刀片和射出成形製成的丙烯酸握柄
3 3/16 × 13/16 吋 (8 × 2.2 公分)

不論是製成整齒弧套或是剃刀的刀片，當掉落或突然遭受到撞擊時，先進的陶製品都會變成碎片，因爲其物質架構爲堅硬易碎的質地。但它的衆多優點蓋過了這項缺點。先進陶製品的抗鏽及防腐，和有異常尖銳利刃的特性使它順理成章地成爲羅斯・拉格夫的刮鬍用剃刀之選用材料。以射出成形製成的丙烯酸剃刀握柄非常耐用。在圖片說明中（左圖），可見到其小巧的頂端，與鋯、釔陶製刀片緊密結合，若是刀片變鈍時，便可將其拆卸下來，換上新的。這片非常銳利的刀片上覆蓋了一層很薄的鈦金屬。由原型中（上圖），可見到高含量礬土陶製刀片及其單面磨利的刀刃。鋯－釔刀刃可重覆磨銳並可拆卸。

合成纖維

Takeshi Ishiguro 的燈具可以顯示出合成纖維材料輕且抗性佳的特質（第 54 頁）。碳纖能製造出堅固、輕巧、流線造型的特性，使之成爲製造船隻、座椅、網球拍及飛機時的重要材料。根據將合成纖維物應用在航空方面的先驅伯特．羅肯的說法：「自從有了合成纖維，物體的結構開始和以往有了某些程度的不同。合成纖維看起來很像塑膠，但事實上卻是一種極爲強固的高纖維材質。」

事實上合成纖維材料並不是一種新的構想，用泥土與稻草製成的茅屋就是碳纖應用的前身。只是在當代的合成纖維之中，環氧基與聚乙烯等熱凝性樹脂取代了泥土，碳纖或玻璃纖維則取代了稻草。

主要的合成纖維有兩種，其中最普通的一種是熱凝樹脂組織中的強力纖維。根據羅肯的說法：「用心思及智慧去計畫纖維排列的方法，是改良合成纖維的基本法門。」組織裡的纖維是依據它們即將承受的拉力與所能拉開的長度來設計其排列方式的。以一、兩種方向排列或是層層疊置，來創造出同樣的材質。第 58 頁的護膝及單線輪鞋則是是以軟薄片以模子或手塑成型後，再經過熱處理的技術製造的。

另一主要合成纖維是一種以內核隔開的三薄片夾層，此一內核通常是一種篩狀但強固的材質，諸如鋁或合成蜂巢、泡棉等。外層則大部分是碳纖薄片、玻璃纖維或是木材等材料。艾力克．哥茲以纖維爲主要材質的作品（第 59 頁）就是在合成纖維中加入木質的一個例子。

以無數不同種類的材質來大量層疊出一種合成纖維的可行性極高，也有待更進一步的發展。但是有些像拉深出形的技術--如第 66 頁橋樑的結構部份的技術--則所需的工具極爲昂貴。有些技術也需要實際操作的實驗及工匠的基礎技術。事實上，專業和其他領域的工程師時常交換技術祕訣。這種交換技術的對話，以及其他方面的實驗，使合成纖維在材質的世界中，扮演著日益活躍的角色。

伯特．羅肯，鱗片合成物公司
「勝利」商用扇渦輪雙引擎飛機
1985-87（試飛 1988）
將玻璃纖維及石墨置入合成樹脂的模型中
19 呎 5 吋（6 公尺）× 48 呎（14.6 公尺）
原型

右圖：環氧基中的碳纖維（細部）

合成纖維 54 Takeshi Ishiguro（日本，1969～）
「集光片羽」照明設備，（1994）原型
碳纖維燈幹，鋁鑄燈架，瓷製燈座反射燈，羽毛裝飾燈罩反射燈
19 ½× 4 × 19 ½吋 (80 × 10 × 80 公分）

當 Takeshi Ishiguro 還是英國皇家學院藝術系的學生時，他就設計了一組名爲「集光片羽」的寢具照明設備，就如同他所說，這是一個「夢幻似的作品……，一個沈思及想像出來的作品。」爲了製出輕巧的作品，他用碳纖維爲材料製作出流線形狀的燈飾；藉平衡力來平衡柔軟易動支幹，底部反射燈是以流線瓷器製成易碎蛋形的模樣以代表單純、不複雜，以真的羽毛製成燈罩反射燈，誠如設計者所言：「因爲我找不到更好的材料」，暗喻著整個構造無重力的特性。

合成纖維 55 Shozo Toyohisa（日本，1960～）
超級格子／皺褶設計工作室
「我的光」照明系統，1994 (1994)
Asahi 玻璃公司製造，日本
可塑性玻璃核心光學纖維，150 瓦金屬鹵素燈泡
多種規格

可塑性光學纖維的應用範圍非常廣，用於燈具的製造乃是其一。Shozo Toyohisa 的系列（右圖及下圖）是在日本發展出來的，其石英核的光學纖維較傳統可塑性的光學纖維具有更佳的抗熱性及更高的亮度。這兩項特性提昇了燈具的品質，而這類燈具比以前以光學纖維製成的產品耐用許多。它不僅能安裝於水底，同時亦能安裝於其他不易裝設的位置，如博物館的展示框或是地下道，自從 Toyohisa 選擇以石英爲其主要材料後，只需要高能量金屬鹵化物，便能提供光學矽石纖維足夠的能量。每一盞燈減少了大約 35 鹵素瓦特的電力。這四個不同的頭座可作爲散光器或反射器，能夠直接接上個別的線路。

合成纖維 55 **威廉・赫頓森（美國，1958～）**
安格拉・柯爾泰林克（荷蘭，1959～）
西荷馬克・西米（伊朗，1958～）
「畢朗格」浴用海綿，1989 (1988)
畢朗格公司製造，美國
網狀的突出聚乙烯纖維
直徑 4 ½吋（直徑 11.4 公分）
紐約現代美術館，製造者捐贈

這個以非浸透性結網製成的柔軟且輕盈之「畢朗格」海綿，幾乎完全由手工製作。已上色的聚乙烯被加在以手工拉製成爲膨鬆形式的網狀絲線上，是一種沒有吸水特質「膨鬆物」，這個亮彩的材質遠比其他樹叢的脫葉劑，如絲瓜或大麻纖維編織成的類似產品來得較有吸引力，而且它還有抗霉及抗菌的功能。

合成纖維 56 **唐那・恰德威克（美國，1936～）**
威廉・史塔夫（美國，1936～）
「飛行」辦公椅，1994 (1992)
赫門・米勒公司製造，美國
印模鑄造強化玻璃多元酯，鋁，Hytrel 聚合體，多元脂，萊卡
43 ½× 27 × 19 吋 (110.5 × 68.6 × 48.3 公分）
紐約現代美術館，赫門米勒員工捐贈

以運動界及汽車界的術語來說，「飛行」辦公椅是屬於高性能的座椅。它美觀的外表突顯出現代高科技的技術。不但如此，它坐起來也是非常的舒適。身體倚靠在椅架的纖維網線上，如同 "Thonet" 座椅一般，而這個概念亦被其設計伙伴唐那・恰德威克所認同。將薄網纖維加入杜邦公司的纖維彈性體，最初它被用來作爲汽車座椅的內部支撐材料。它可經由其外外形的改變而調整到一個適當的位置，以減輕座者的負擔。當座者起身時，纖維完美的彈力記憶可使座椅不再變形。這個外形簡單的椅子比其他的椅子更能符合大衆的需要：可以斜靠以求鬆弛身體，亦可以屈身去適應，非常適合必須與顯微鏡爲伍的人。這個傾斜的裝置可以調成許多不同的鬆緊角度。它的扶手可以依工作者的工作性質適應不同的定點，如它適用於電腦的鍵盤輸入的姿勢或是一個舒適的休憩姿勢。「飛行」目前有三種規格，以適應不同體型的人。

轍叉設計 合成纖維 58
「尖端科技」整形用護膝套，1992 (1991)
比德曼・摩提希 GmbH 製造，德國
射出成形及壓縮 ATP（腺甘酸，三磷酸鹽）碳纖維合成物、合成橡膠的填料，鈦及鋁的鉸鏈，鋼製的螺栓
17 5/16 × 5 ½× 7 ½吋 (44 × 14 × 19 公分）

轍叉設計的護膝套與恰德威克和史塔夫的「飛行」一樣，具有超感官及機械美學的優點（右圖），它使用不同的材質，適合膝蓋韌帶受傷的人使用。戴上這個護膝套就如同穿溜冰鞋一樣的可以自由活動，而在意外受傷或開刀後，它更可加強物理治療的療效，重建肌肉組織，預防膝蓋過度僵硬。但須依個人腳部的石膏模型來訂作。標準規格的「尖端科技」護膝套是將 "Durethan B" 多元氨化合物射出成形，並加入合成橡膠的插置物，使腳的控制更隨心所欲。僅有 0.78 吋（2 釐米）的薄度，即使穿戴在衣服之內也不會被發覺。

史考特・利格曼（美國，1957～） 合成纖維 58
單線輪鞋，1994 (1994)
內殼由美國生化合成物協會製造
利達爾輪鞋公司，美國
以含有丙烯酸合成樹脂的碳墨鑄成內殼，再加上其他材料
多種規格

利達爾的比賽型輪鞋（上圖）具有使人體腳部舒適設計的內殼（左圖）。在生化合成物所有的熱塑性儲存過程，藉由鑄模鑄造含有丙烯酸合成樹脂的石墨纖維，以製出鞋子內殼。這項技術可製出複雜式樣的鞋子，並使得導向性纖維能進入的特定高壓地帶。它的內部可依消費者適合的熱度而調整適應。

大衛・史瓦茲（美國，1948～） 合成纖維 59
船桅部分，1994 (1994)
哥茲海事技術公司製造，美國
經過熱力及壓力處理的碳纖維，未飽和碳薄板
多種規格

可塑性是纖維合成物所具備的衆多特點之一。由於它可呈現無限多的形狀，因此，纖維合成物製成的物體，可以成爲一些較遲鈍笨重材質的輕巧替代品，如用來建造船桅的金屬－尤其是鋁，雖然鋁有其耐久性及確實性，但碳合成物卻比它更易處理及訂做。哥茲海事技術公司在 1989 年製造出第一組碳質的船桅。曾在類似 BOC 和美國盃的國際划船競賽中，測試鑑定出其優於他項產品之

電腦特色是擁有一個彩色的手寫輸入板，而這個手寫輸入板可以依水平或垂直的位置加以轉動，並且鍵上還附加了一個「滑鼠桿」。它亦包含了手寫及聲音辨識的功能。這種輕薄的面板厚度爲 19/32 吋（3 公分）包含了一個強大的 486 處理器、硬碟、薄膜電晶體顯示器（TFT），數位器、數位顯示處理器、電池（如果需要使用），一個可以使用 2 個 PC 卡的插槽，及耳機和麥克風的插座。這種彩色螢幕的表面最上層的紋理及質感令使用者感到有如用鉛筆在紙張上寫的感覺一般。控制器及燈源指示器位於表層。而平版的構成，分別爲右手或左手使用者提供了一個不對稱的手掌休息區。其折疊式的腳架則支撐著整個主機。在 1991 年，複雜的「青蛙跳」板（左圖）使用了一種「整體包裝設計」的觀念。爲了要達到設計的經濟性，薄片合成板與多方位的電氣回路，在電力接通時便會特別被示出來。這種成分是藉由功能及結構形成顏色的符號，以便去刪除組合的電纜、降低重量、音量以及零件的數量，並且也藉由降低電纜之間相互聯絡的數量提高了產品的信賴性及良好的績效。薄片的碳纖維板 1/32 吋（2 公釐）更強化了其可塑性，並用來形成「青蛙跳」面板的上殼，免除了複雜零件設計的特性。這種不易燃的材料增加了強度、降低了重量、提高了係數、增加電磁干擾防護。在生產過程中，1 吋（2. 5 公分）長，隨機削成的碳纖維與於石碳酸樹脂的合成物混合。將此材料 300-40 0 ˚F（150 ˚ - 200 ˚C）的溫度中壓縮鑄造，待其冷卻後，將之移出模型外，然後塗上一層「柔和色彩」的塑膠漆。上完色後會呈現出賞心悅目的質感。「青蛙跳」的底殼是由燃燒後的鎂所製成，其厚度爲 1/64 吋（1 公釐）。這種傾斜的基底是使用碳化塑膠由眞空模型製造出來。而鍵盤則是由 ABS 樹脂射出成形。

合成纖維 66

蒙梭羅結構塑膠公司
國際民間諮詢及建築工程師，蒙梭羅集團
"ACCS"（先進合成建材系統），1987（1982）
合成科技設計師有限公司，英國。
強化玻璃纖維標準系統
多種規格

強化塑膠玻璃纖維 "ACCS"（下圖）於 1982 年由蒙梭羅結構塑膠公司所研發。它是一種多用途、先進的標準結構系統，結合了自動化建築產物和耐火的特性。在 "ACCS" 的製造中，多元酯樹脂黏劑可強化玻璃，且增加材質的硬度。在製造連續長度的結構塑膠外形的過程中，一般都是採用「普特森」（pultrusion）。用來製造先進合成物所用的未經琢磨的材料富有彈性的特質，它可強化紡織品纖維和液態樹脂混合物，同時還可加入填料及添加物。除了可用於「推進」的過程外，亦可用於擠出。利用連續拉拽機器設備，樹脂的混合品及紡織纖維可被拉拽出熱鋼模之外。將強化物質放入樹脂缸中與樹脂混合物相結合，而後拉出以印模壓製。在印模壓製的同時，並另外再注入樹脂。樹脂可藉由熱來保存，且依印模的形式塑成堅硬的外形。一個履帶形式的機械結構，將合成物拉出印模，最後再用快速電鋸切割成形。

史丹芬．林德弗（芬蘭，1962 ～） 合成纖維 67
「坎普博物館椅」，1994（1994）
堪薩斯市立藝術學院製造，堪薩斯市，密蘇里州
雙重鑄模鑄造膠質附著的玻璃纖維，磨光沙鑄鋁
34 × 25 ½ × 17 吋（86.5 × 65 × 43.5 公分）

「坎普博物館椅」是將雙重鑄模的程序，應用在玻璃纖維中，可減少了 50 年代時期傢俱如：查爾斯與雷．艾明的椅子系列所常用的纖維材質的使用。不規則之表面及圓度的構成使得椅子之外形看起來類似手部的形狀，椅座部份亮光白色的膠質附著玻璃纖維，而椅腳則是琢磨過的沙鑄鋁。奧．科斯比．坎特委託史丹芬．林德弗爲坎普博物館設計博物館畫廊與長椅，及博物館內咖啡廳的椅子、桌子、指示版。這些材質的選用是配合此棟建築物設計師固那．北克特強調的簡潔線條。

艾倫．羅文（美國，1968 ～），C4 設計實驗室 合成纖維 67
「嗨喝」凳子，（1994）原型
玻璃纖維、氨基鉀酸酯泡棉、鋁、皮革
28 × 17 ½ × 17 ½吋（72.4 × 43.2 × 43.2 公分）

在艾倫．羅文的凳子設計中，使用玻璃纖維來接合鋁質及皮革。在他的原型中，多層纖維板藉眞空壓力而壓縮成黏合的薄板。這些以固態形式出現的物質，被置於密閉的塑膠袋中。而後藉著眞空唧筒將空氣抽出，完成後再覆上板套緊緊。傳統的沙鑄是用於塑造金屬的底部。一種沙和樹脂的特殊混合物塞入木材形體的周圍。將實心的殼剝去，留下可注入熔鋁的空處。將機器壓製的鋁質樁腳與凳子緊密結合。

合成橡膠

以科學觀點來看，將具彈性及軟性的東西分門別類，似乎有點武斷，因爲事實上大部分軟性材質都是由合成聚合物所製成的。這些材質，雖皆爲塑膠，卻彼此不同，且各具特性，可說是自成天地。第 82 、 83 頁「潛水衣」的製作者史第芬．派特就說：「塑膠的種類和乳酪的種類一樣繁多。」

彈性熱塑性塑膠的發明是近年來的一大突破，根據派特的說法：「在十年前，射出成形出來的原料，根本不可能是軟的。」雖說如此，聚氨酯其實在 1950 年代就有了，許多彈性熱塑性塑膠則在 1970 年代就已出現。然而先進的材質在當時，並不像現在一樣易於爲設計師所接受。而今，溝通連結的網路已經在設計師之間建立起來，廠商們也開始爲這些工程材質尋求設計師的詮釋。

彈性熱塑性塑膠具有天然橡膠的特性。以射出成形或吹模的熱塑製造技術，可經濟地生產更多種彈性熱塑性塑膠。第 80 、 81 頁作品的複雜外型與模塑出來的細緻淺雕質紋就是由命名爲「森特伯尼」的這種彈性熱塑性塑膠製成的。派特和羅斯．拉格夫善用彈性熱塑泡棉的長處製作出腰部支架（第 78 頁）。而這種泡棉最初是由航空工業先發展出來的。這項材質可因體溫的熱度而暫時成型，然後記憶此一形狀。雖說此一材質的流體狀態頗佳，但其他種類的開放組織泡棉的整體表現卻要來得更好，美國太空總署發展的泡棉氣墊即爲一例（第 78 頁）。

聚氨基鉀酸酯群可說是許多發明及應用的泉源，但有時也會令人失望。西尼．布利富創意的「蛇型沙發」，是以一公尺一公尺販售的一體成型聚氨基鉀酸酯座椅，然而最後卻未能繼續生產。因爲這種沙發會越變越硬，繼而產生龜裂。聚氨基鉀酸酯泡棉非但不經久、無法修復且無法回收再利用，丟棄時亦會對環境造成傷害。其他種類的泡棉，譬如「蓮」（第 74 、 75 頁）就威脅到聚氨基鉀酸酯對家飾家具市場的獨佔。設計師對家具的彈性及柔軟度方面有了新的策略，新技術用於運動器材及運動鞋中的充氣或充瓦斯聚氨基鉀酸酯氣囊及塡了矽膠的袋子等，而這些產品通常都覆以墊飾。

西尼．布利
「毒蛇」沙發，1970 (1970)
聚氨酯，以長度計價販賣
義大利艾菲斯公司製造

右圖：史第芬．派特，「發洩」設計公司
「動物」潛水衣（細部）

合成橡膠 70 不論是單獨使用，或是僅爲產品的合成材質，橡膠、泡棉及膠管，因爲其柔軟及富黏著力的特性，而被選用來製造與人體相觸碰的許多產品。一種新型，看起來爲藍色易碎類似米粒般，且有著奇特的外表及觸感的材質，現在成爲填充材料製造中，最受歡迎的一種。它是一種兼具黏著性與伸縮性的聚合體，不易被拉斷，當遇外力時，不會變形，且不會龜裂、脱落、乾涸或硬化。爲了達到舒適感的要求，除了採用架構性軟膠之外，並使用充滿氣體或空氣的樹脂氣囊可達到最佳的效果。

合成橡膠 70 **威門・奧・史班斯（美國，1934～）**
「超軟藍膠舒適墊」，1994 (1994)
WRS 運動醫學研究部門製造，美國。
熱注超軟（兼具黏著性與伸縮性的聚合體）膠質
¾ × 16 × 16 吋 (1.9 × 40.6 × 40.6 公分)

熱注的超軟藍膠製造者說：「它可像自然氣墊般緩和身體」，當重力壓在膠質的某一點上時，壓力會被吸收且平均分散在整個表面。聚合體的矽合成物（製造者不肯透露其複雜的化學性質。）可廣泛的應用於醫院的床墊，乃至汽車及腳踏車的座墊。

合成橡膠 70 **瑪帝・赫利維（美國，1964～），**
蓋瑞・艾力克森（美國，1957～）
「O_2 空氣 40」及「O_2 空氣膠 50」腳踏車座墊，1992 (1991)
長腳鷸公司製造，美國
封閉泡囊聚氨酯泡棉、膠質、鈦，壓入成形尼龍外殼與萊卡表層
2 ½× 6 × 11 吋 (6.4 × 15.2 × 7.9 公分)

瑪帝・赫利維和蓋瑞・艾力克森的高科技腳踏車座墊（左圖）說明了合成泡棉及膠質有其無限的潛力特性。這款座墊的最大特徵是採用艾弗特 (Avout) "ThicThin" 人體結構的外殼。當座墊細長的部份與騎車者的臀骨及尾骶骨相接觸時，它會適時控制彈力鬆緊帶以便承受最大壓力，及吸收振動力，以維持其構架上的原狀。藉由使用膠質的墊子，可維持座椅的原狀及彈力。鈦「短扶手」"Short Rail"，支撐架構系統，是以 Ti6Al-4V 鈦製成，以符合航太工業的標準。

合成橡膠 71 **安德魯・瓊斯（美國，1959～）**
卡爾・麥多拉（美國，1966～）
大衛・查斯坦（美國，1952～）
哈維・柯斯卡（美國，1964～）
設計連續工作室
「伸縮空氣」棒球手套，1991 (1991)
斯伯汀運動世界公司製造，美國
覆有萊卡的合成橡膠，RF（無線電頻率）焊接聚氨酯空氣系統，充滿紋路的皮質外殼及內裏
多種規格

「伸縮空氣」棒球套使用充氣設備，使得每位球員皆能使其適合自己習性用法。使用一種類似運動鞋製造上的技術，每位球員在手套的一邊打上 S 型的扣子便可充氣到手套氣囊中。推開 S 型旁的鈕扣，便可使其消氣而鬆開手套。這款「伸縮空氣」是由充滿紋路的皮質及合成橡膠泡綿橡膠製成的。爲了增加其柔軟度，再將萊卡布料薄膜加入手掌及手套背後伸展部份的彎曲點上。

耐吉產品設計 合成橡膠 72
「空氣漫步」（輕巧性能）運動鞋，1994 (1993)
耐吉公司製造，美國
硬膠鞋底，"Phylon" 泡棉的中層鞋底，「可見空氣」鞋根，「張力的空氣」（氨基鉀酸酯與具立體感的網狀布料）鞋尖，合成橡膠
多種規格

耐吉產品設計 合成橡膠 73
「耐吉空氣」吹模的氨基鉀酸酯墊，1994 (1993)
耐吉公司製造，美國
「空氣最大值」
「張力的空氣」
「耐吉空氣」
低壓的「耐吉空氣」
「彈力空氣」
多種規格

「耐吉空氣」的製造技術是將軟墊的氨基鉀酸脂氣囊用於運動鞋中，藉此提供舒適感且防外力的傷害。充滿氣體的氣囊，較傳統使用於鞋底中層的氣囊，更爲輕巧。壓縮進堅固的氨基鉀酸脂薄膜內的壓縮氣體，可降低震動力，在每個步驟完成，氣囊便會還原到其原本的外形，在研發耐吉空氣時，工程師研究了不同氣墊材質的多種使用效果。此項研究發現，促使了「空氣最大值」（前頁中圖）的研發製造。它是一種結合四個氣室及二種不同氣壓的雙重壓力氣墊。鞋底周圍的側室是予以充氣，以支撐堅硬後腳跟所施予的重力，鞋跟所承受的壓力遠大於鞋底。適用於慢跑、打籃球、街頭運動的「耐吉彈力空氣」（上左圖），具有最適合人體柔軟度的深曲凹處。它是位於鞋尖的部份。「彈力空氣」尤是適合用於有氧運動。「張力空氣」（前頁左圖）則是鞋跟或鞋尖處的側周部分，置入薄淺的氣囊。使用「耐吉空氣」吹模技術（上右圖）來製造氣墊。而這種技術則是由「空氣鞋底」單位所用的注射技術發展而來。新的氣墊有較大的體積，且較早期產品更引人注目。低壓的耐吉空氣（前頁右圖）。有著管狀的外形，且適用於平日的行走，它通常是放在鞋跟部位。耐吉技術所製出的產品，是屬於高性能的運動鞋。「空氣漫步」（輕巧性能），特別適用於籃球運動，將低壓的耐吉空氣置於鞋跟，且將鞋底上的張力性空氣氣囊置於鞋尖部位。

朗・艾瑞德（英國，1951 生於以色列） 合成橡膠 75
「錯置」沙發，(1993)
原型由蒙諾梭 S.p.a. 製造，義大利
ICI「蓮」泡棉
35 7/16 × 35 7/10 × 35 7/16 吋 (90 × 90 × 90 公分)

1960 年，以冷鑄的技術來鑄造聚氨酯泡棉研發成功，自此傢俱式泡棉的運用，便幾乎被大衆所遺忘。這些進步改善了大部份技巧上紋理及老化分解問題的缺點。近來水性的 ICI「蓮」，在製造上儘量避免使用 CFCs，及其他對環境有害的材質，而以天然材料爲主要的原料。「蓮」並不是鑄造的而是如生麵團般膨脹，再切割與離刻。將兩種基本合成物與水混合，經由與酵母在麵包上製作之相同原理而產生膨脹。「蓮」合成物混上少量的催化劑，而後立即倒入輸送帶。當化學反應所產生的熱能，將水轉換成水蒸汽，使之更爲膨脹時，使產生了會將水位提高的二氧化碳氣體。一個單一連續的個體便塑成了，約 40 × 80 吋 (100 × 200 公分)。它可以切割成任何尺寸及外形。

「蓮」含有由微小球形泡狀物組成的極小蜂巢組織。那些小泡狀物是合成物混合時形成的，在化學反應時，可以加大尺寸，且可形成開放泡囊的複雜網狀組織。這些材質不論在還原或是轉換合成橡膠方面，都容易被回收利用。爲了推廣「蓮」，ICI 組成了傢俱製造設計小組來開發產品。在 1933 年，史凡那，莎爾米梭尼，及 GA 建築聯盟工作室在米蘭的展覽其產品。展覽中，計有朗，艾瑞德設計的沙發，及 11 件其他設計家的產品。

合成橡膠 75 **克里斯多夫，康乃爾（澳洲，1954 年～）**
澳洲產品經銷國際部
「皮皮」椅，1993 (1992)
澳洲產品商會製造
不含氯螢光碳元素的聚氨酯泡棉，聚氨酯，羊毛套，鋼鐵製的彈力靠背及骨架
高 51 3/16 ×直徑 19 11/16 吋（高 130 ×直徑 50 公分）

造形特異的「皮皮」椅是由澳洲的克里斯多夫，康乃爾及瑞爾，哈格所設計製造。他們使用了不含氯螢光碳元素的聚氨酯泡棉爲原料，以鑄模製成輕巧鋼製骨架並注入泡棉，其椅墊及椅背均富有彈力，而最後再將堅固的聚氨酯椅腳接上。

合成橡膠 76 **雷梭，皮亞諾（義大利，1937 ～）**
Noriaki Okabe（日本，1947 ～）
雷梭，皮亞諾建築工廠
關西國際機場　大廳座椅，1994 (1993)
Okamura 公司製造，日本
聚氨酯泡棉、鋼、鋁、蛋白質，人工皮革，山毛櫸薄片合板
29 7/8 × 137 × 58 吋 (75.8 × 348 × 147.2 公分)
六人座椅

日本大阪的關西國際機場是一個高科技建築。其中大廳的椅子是雷梭，皮亞諾建築工廠的大阪工作室專爲新機場設計製造的。計有 8848 個單人坐椅，以多種排列組合方法，安置於大廳。雖然使用聚氨酯於座椅的設計上並非新創，但設計者將其對材質的熟悉應用在創新的外形及組合方法之上。例如一組由十二個椅子組成的座椅，於四隻鑄鋁製成的椅腳上，加了二枝鋼管，以支撐二排背對背的椅子。因爲座椅的色系配合了地板的顏色，這二根鋼管便可減低視覺上座椅浮在半空中的錯覺。將山毛櫸薄片合板的椅背上半部予以削薄處理。如此一來，這棟建築物輕盈的主題便突顯出來。聚氨酯質的椅墊及椅背外形是依人體工學而設計的。人造皮的傢俱材質，還另外含有蛋白質添加物，以提昇平滑的觸感。

合成橡膠 78 **羅斯，拉格夫（英國，1958 ～）**
史第芬，派特（英國，1958 ～）
圓丘室內設計小組
「波浪群」腰部支撐架，1994 (1994)
圓丘小組製造，美國
GECET（高記憶熱效反應聚氨酯泡棉），合成橡膠、尼龍、印模壓鑄的鋅平衡錘狀物
30 ¾ × 12 ½ × 2 ⅜ 吋 (78.1 × 31.8 × 6 公分)

背部舒適與否在感冒後造成工作時間流失的問題中，排名第二。即使如此，大部份座椅的設計，椅背依舊以堅硬，非柔軟的材質製成，完全忽略了人體的不同及活動性。爲了改正這項缺失，羅斯，拉格夫與史第芬，派特，在過去十年間，爲航太工業，研發新型的泡棉支撐物。適合於椅背及座者的泡棉，用於辦公室座椅中，藉由印模鑄造的平衡錘狀物，可維持鞍狀式不變的形狀。當不同重量的人，坐在上面時，泡棉會在坐者身體周圍不斷改變它自己的形式。當椅子是空的時候，椅背便會在限短的時間內，回復原形，以適應相同或不同的人來使用。GECET 是一種高密度、高記憶，熱反應的聚氨酯泡棉，常使用於飛行員的座椅。在一般的使用上，多以合成橡膠或尼龍皮覆蓋 GECET。

動力系統公司　合成橡膠 78
「太陽伙伴」，「帕集」泡棉氣墊材質，1978 (1978)
動力系統公司製造，美國
開放泡囊高性能泡棉，含百分之五十植物的成份
多種規格

動力公司的氣墊材質與 GEET 相同，皆是屬於泡棉中高性能的一群。原本是爲美國國家航太管理中心而開發的「太陽伙伴」，是一種百分之百高密度開放泡囊的合成橡膠。它有 5 磅／立方呎（80 公斤／立方公尺）的密度，且具有感應力高的吸收功能。其「慢流速」特性可環繞人體曲線，平均地分散坐者的重力。

馬克，沙德勒（法國，1946 ～）　合成橡膠 79
「水滴一號」和「水滴二號」照明設備
1994 (1993)
艾特勒斯（福斯 S.p.a. 之部門）製造，義大利

馬克，沙德勒照明設備中的散光器，可放射出光線，多彩的光線藉由支撐物投射在牆上，軟鈔彈性體的散光器非常容易拆卸，只要沿著其邊緣施力，便可輕易的將它從聚碳酸鹽製成的支撐架上拆卸下來。「水滴一號」（下左圖）具綾紋表面及長形散光器，而「水滴二號」（下右圖）則有突起小孔的卵形散光器，兩者皆是鑄模製造。

奧伯特，維，柯倫（美國，1932 ～）　合成橡膠 80
雷曼，普，普特兒（美國，1936 ～）
撒伯，艾杜撒伯（美國，1937 ～）
森特伯尼 (Santoprene) 熱塑性橡膠，1981 (1981)
先進彈性體系統勞工協會製造，美國
熱塑性合金／熱塑性硬橡膠是交叉結合的聚丙烯和 EPDM（乙烯－多丙烯－實驗單體）橡膠製成
多種規格

森特伯尼 (Santoprene) 已成爲工業設計者最愛用的新型熱塑性橡膠，它之所以會如此受歡迎是因爲它具有似橡膠般軟性的特質，以及如塑膠製品般能完整地上色及鑄模。森特伯尼起初以粒狀，未經琢磨的形式出現（左圖），它可射出成形，以及做其他一些變化，如吹鑄，擠壓，和雙重射出成形，同樣可將森特伯尼塑成或軟或硬的個體，雖然合成橡膠的材質最常被塑形爲固體的形式，但它亦能用於其他材質外表的裝飾。

森特伯尼的應用範圍非常廣闊，如它可用於一些常用到的器具上。將它注入模型的表面，可改善這些工具握柄的觸感。森特伯尼可用於個人數字助理 (PDA) 上，PDA 整合書寫及按鍵控制系統，音質與無線資料傳訊系統（右圖）。轍叉設計的雙眼望眼鏡的握柄亦是由森特伯尼製成（下圖）。　合成橡膠 80

轍叉設計
雙眼望眼鏡，1990 (1988)

卡爾・蔡司鏡片公司製造，德國
射出成形聚合體，合成橡膠，其他材質
4 × 3 11/16 × 1 3/8 吋 (10.2 × 9.3 × 3.8 公分)

合成橡膠 80 **麥克・倍利（美國，1956 ～）**
夏恩・漢娜（加拿大，1969 ～）
傑・威爾森（美國，1941 ～），GVO
"i/O" 個人數字助理，(1994) 原型
森尼伯特覆在射出成形的 ABS 上
13/16 × 3 ½ × 6 吋 (2.1 × 8.9 × 15.2 公分)，

合成橡膠 81 **大衛・史特威（美國，1953 ～）**
泰克爾・威邁斯克（美國，1948 ～）
丹尼爾・佛爾摩莎（美國，1953 ～）
史第芬・盧撒克（美國，1962 ～）
史丹芬・艾倫道夫（美國，1954 ～）
麥克・卡雷漢（美國，1965 ～），智慧設計
「良質握柄」家庭用品，1989 (1989)
OXO 國際公司製造，美國
射出成形森伯特尼，其他材質
多種規格
紐約現代美術館，設計者捐贈。

「良質握柄」是一種用於家務及庭院的工具，它的把手是由射出成形的森特伯尼製成的（上圖）。爲達成其柔軟、溫和、耐用的特性，而選用彈性材質。由圖中「良質握柄」把手部分，可看出森特伯尼精緻的一面。這些握柄能緩和手指加壓處的重力。它比以前的舊型產品更容易抓握在手。

合成橡膠 81 **彼得・史特利斯（美國，1960 ～）實質工作室**
「姆指省力」滑雪杆握柄，(1990) 原型
雙重射出成形的森特伯尼
6 15/16 × 4 ¼ × 2 ½吋 (17.6 × 10.7 × 6.3 公分)

在彼得・史特利斯的滑雪杆握柄的製造過程中，將森特伯尼 (Santoprene) 二次射出成形，目的是爲了製出堅固握柄處的頂部，及柔軟的姆指抓握處。爲了達到在一件物品的製作上，同時有二種不同的密度，首先將熔化的材料射入鋼模，之後，將部份注入第二個加添了更多材質的鋼模，冷卻成具有彈性的形體。最後的產品便是一項具有保護功能的握柄。它可依滑雪杆軸所受的外力而自行調整。未來，此握柄更將依不同大小的手來設計製造。

合成橡膠 82 **史第芬・派特（英國，1958 ～）**
布拉德弗德・俾斯爾（美國）
「發洩」設計公司
「動物」潛水衣，1989 (1988)
歐尼爾公司製造，美國
合成橡膠，熱塑性彈性體，尼龍針織料，代林 (Delrin)，拉鍊
多種規格

美國合成橡膠製造商盧布特斯，製造一種泡沫合成橡膠提供給歐尼爾公司做爲其潛水衣產品「動物」的製造材料。在由「發洩」設計公司所研發的系統下，使用高壓的氮注射過程。這套潛水衣的設計之所以引人注目，在於它成功地研究人體動力學及發展人造合成橡膠射出成形過程的先進技術。從一開始將合成橡膠使用於潛水衣產品的製造上，設計師便面臨了許多架構上的問題，一方面，必須將人體體溫維持在一定的熱度，另一方面，則是爲了配合人體的活動，合成橡膠必須愈薄愈好。歐尼爾公司的擴展系統是一種用於製造高彈性部分（如風琴風箱褶狀部分）的製造系統。它以前是發展來製造自由彈奏的手風琴褶狀部份。製造這套潛水衣，必須動員 120 人，而且每個人都必須佩備剪刀，以便裁切。

馬克・沙德勒（法國，1946 ～） 合成橡膠 84
摩托車騎士的「背普」護背衣，1993 (1992)
丹尼斯 S.p.a. 製造，義大利
擴充聚乙烯基部架構，低記憶泡棉內部填料，擴充聚氨酯護墊，聚丙烯杯狀保護物
24 1/32 × 16 9/16 吋 (61 × 42 公分)

馬克・沙德勒爲丹尼斯公司設計了一系列的保護墊。丹尼斯公司早期是以製造摩托車騎士所用的人體護墊而聞名。其護墊的外觀及功能類似於潛水衣「動物」。這項「背普」護背衣，是下列許多部份組合起來的：擴充聚乙烯基部架構，依人體解剖學製造其外形，以適合機車騎士的身體，低記憶擴充聚氨酯的內部，以吸收外來的振動力，和以高彈力聚丙烯製成的外殼，以保持體內呼吸順暢。較小型的護墊部份則置於膝部及肘部。

Mssayuki Kurokowa（日本，1937 ～） 合成橡膠 85
「鋼」筆，1992 (1992)
福梭樹脂工業有限公司製造，日本
人造橡膠、不銹鋼、黃銅
直徑 7.1 × ⅔吋（直徑 17.61 × 1.5 公分）

在 70 年代 Mssayuki Kurokowa 開始使用傳統高溫製造的合成橡膠，來製造「鋼」這一系列桌上使用物品。這一系列產品，行銷全世界。圖中的筆（左圖）及一系列的圖釘（下圖）是他最近的產品。

Mssayuki Kurokowa（日本，1937 ～） 合成橡膠 85
「鋼」圖釘，1985 (1984)
福梭樹脂工業公司製造，日本
人造橡膠，不銹鋼
高 1 × 直徑 9/10 吋（高 2.5 × 直徑 1.5 公分）

玻璃

玻璃和陶瓷一樣，在文明史上，爲人類捕捉物體美感、神秘而靈光一現的一種材質。即使如此，玻璃終究逃不出專家們爲其他材質所發展的計畫（可能除了木材和大理石），也就是將這些材質製成智慧資訊的媒介。詹姆士．卡普特是一名建築師及超低溫非結晶固體專家，他認爲「玻璃的遠景在於資訊儲存，這意味著資訊、影像、圖案可能可以隱形儲存在玻璃片上，只有經過特定的流程才能將儲存的資訊顯示出來。」卡普特所製作的玻璃結構，著重於用玻璃及光線在建築物的戶外及戶內之間的空隙之處創造出新的空間向度。卡本特戮力爲光線的各種表現開發所有可能的技術，其中以分光的這種技術最爲突出。這種薄膜覆蓋的玻璃片，僅會過濾出光譜上的兩種色光。

我們可以用多種不同的方式在玻璃上儲存資訊，除了以氟氫酸使相片顯影之外，還有 1955 年納林德．卡本尼所發現的光纖。玻璃還可以和陶瓷結合成抗熱的材質，這種材質看起來像玻璃，卻含有比通過其中的光波還小的結晶體，因此這些結晶體非肉眼可見。這種非常堅固的玻璃被用來製作爐台的爐面，此一應用似乎在提醒我們，並暗喻玻璃是從火中製造出來的事實。

除了在玻璃板上加覆膜及在溶解過程中加入附加物這兩種處理玻璃的方式，還可以在兩片玻璃板之間加入第二種物質。例如用來控制及改變光線方向的玻璃條板，可以用過濾用的鋁質百葉窗、蜂巢狀物體或塑膠棒分隔開來（第 90 、 91 頁），當其中的液晶爲電力所活化時，夾成三層的玻璃板會變成不透明。另外則有一種可作爲防火門的玻璃，這種玻璃含有一種在高溫下會變成不透明並可耐火的膠質。

玻璃的種類及用處不可勝數，晚近對玻璃的實驗範圍極廣，甚至擴展到在太空中冷卻玻璃，以達到更加效果的構想。當科幻小說已被視爲司空見慣之際，許多設計師已將注意力轉移到最傳統的玻璃技術及造型上，例如吹鑄玻璃吊燈（第 92 頁）即是將傳統造型轉化爲現代語彙的一種產品。

詹姆士．卡普特，傑瑞特．芬克，理查．克萊斯，尼爾．羅根，和盧克．羅維斯
密網雕刻品，1990
分光鏡
長 100 吋（33 公尺）
南加州氣體公司設計，洛杉機

右圖：蘇打瓶，1941
製造商佚名（義大利）

玻璃 88 **凱利恩・英格蘭・瑞許（加拿大，1960 生於埃及）**
「靈氣」咖啡桌，(1990) 原型
½吋 (1.5 公分）玻璃，有色的 PMMA（高分子甲基－甲基丙稀酸酯）薄膜，鋼條，紅木
17 ¾ × 18 15/16 × 33 ½吋 (45 × 48 × 85 公分）

凱利恩・瑞許的「靈氣」咖啡桌是採用薄片玻璃技術所製造而成，具有流暢且不做作的風格。瑞許在他的設計中使用 PMMA（高分子甲基－甲基丙烯酸酯）薄膜，使用這種薄膜，可達到偏光，折射，及光學效應。在「明亮的室內」裏，二張曲線平滑的玻璃片，依電腦的指示切割成型。1600 色系的 PMMA 的超薄薄膜，置於二片玻璃間之夾層。然後，利用超高壓的壓力，將其融合成一種介於固態與液態之間的狀況，且使夾層間的物質 (PMMA) 轉換成固態的薄片。而後在此成品四周上色，以遮蓋住其層數，由各個不同方位來看，此成品每邊的風貌均不盡相同。這款「靈氣」咖啡桌的設計極具多樣化，大約有 27 種式樣，且每種式樣中的三層顏色與形狀都不盡相同（參照上圖的電腦繪圖）。

玻璃 89 **梭特實驗室系統**
「安全 T 型輸送管」玻璃通風管，1994 (1993)
梭特處理系統公司製造，美國
硼矽酸玻璃
多種規格

由硼矽酸鹽玻璃所製成的「安全 T 型輸送管」通風管，有效地取代了不銹鋼的風管。如同其他以矽酸鹽及硼元素製成的玻璃一樣，這款通風管擁有極佳的抗化學性腐蝕劑及調節溫度的功能，同時，也適用於化學及藥劑工業上。在必須安全使用腐蝕性氣體的化學實驗中，其「安全 T 型輸送管」的合成材質，能幫助控制處理這些有毒物質。硼矽酸鹽質玻璃亦用於玻璃瓶、藥罐，及高亮度燈泡的製造。「安全 T 型輸送管」是經由維羅 (Vello) 步驟製成的。就是在火爐爐床的前端，接設一組環狀模型，讓熔化的玻璃藉由環狀的模型流下來，再將帶口圓錐缺口的管子連接到筒子空心部分直徑洞口上。當此通風管尚未硬化之前，玻璃管可水平向地改變其位置，且將其圓筒鑄模拿走，冷卻後，可割成 60 吋 (150 公分）的長度。

玻璃 91 **Figla 研究中心**
太陽生態系統 "ECOSS"，1993 (1993)
Figla 公司製造，日本
帶有丙烯酸塑膠棒（壓克力棒）的玻璃片夾層板，鋁質蜂巢或鋁質百葉片
多種規格

太陽生態系統的發展是以降低夏日室內太陽熱能，及增加冬天時對其的吸收爲研究基礎。這個太陽生態系統 "ECOSS" 是將陽光濾到建築物的窗簾上，它可以隔離室內隔間的光線及空氣，且可保有隱私。除此之外，亦可用於天窗及傾斜屋頂的汽窗上。太陽生態系統能有效地控制光線的吸收，因爲它利用透明的濾光鏡，不但可分散光線，並間斷及干擾強光，且能保持室內的明亮度。在窗格部分使用合層夾板，並在二層外層玻璃周圍再加以密封起來。核心是由圓形的塑膠質，亦或是三角軸鋁質的蜂巢狀組織，或是鋁質百葉窗組成的。在此合層夾板內，其百葉或立體部份的角度，可自由調整。這項功能是根據陽光投射在建築物的位置，以及衡量地理方位，窗戶的傾斜角度，和陽光的投射角度，而加上規劃設計而成的。夏天的太陽高高掛，而冬天的陽光則處於低位。陽光的折射及反射角度，可在電腦中模擬出來，而後決定一個最有效的控制角度。

艾曲里・凱斯利尼（義大利，1918 ～） 玻璃 92
「布萊拉」照明設備，1992 (1992)
福斯 S.p.a. 製造，義大利
酸質吹鑄玻璃
高 12 5/8 × 直徑 7 7/8 吋（高 32 × 直徑 20 公分）
紐約現代美術館，製造者捐贈

「布萊拉」吊燈的靈感是來自反羅・黛拉・法蘭西斯卡，於 1475 年在米蘭的皮那卡提卡，底・布萊拉 (Pinacoteca die Brera) 所畫的「聖母及聖嬰，和菲特利歐・黛・蒙特菲特羅 (Federico da Montefelto）」的畫像。畫中象徵貞女誕生的鴕鳥蛋，是懸吊在聖母的頭上。艾曲里的照明設備，可懸吊在天花板，裝設於牆上，或立於地面上，其燈泡部分的外形就如同鴕鳥蛋一樣。這款照明設備的古典蛋白石玻璃球體，是極具特色的設計。其「鴕鳥蛋」是由酸質吹鑄玻璃製成。可分爲二個水平部份，藉由圓核的組成使燈泡更易發揮其功效及通風功能，燈泡是懸吊於鋼索上，運用兩條電線使之通電發光。

伯那特・艾雷恩・布魯克斯（法國，1950 ～） 玻璃 93
飛利浦・戈爾登（法國，1955 ～）
「米龍」照明設備，1991 (1989)
盧克斯 S.p.a. 製造，義大利
蝕化酸質吹鑄玻璃　模板金屬
7 5/16 × 4 ¾ × 3 3/16 吋 (18.5 × 12 × 8 公分）

就如同「布萊拉」見（左圖）一樣，「米龍」燈俱採用了傳統蛋白石玻璃散光器，而它的散光器較小。玻璃製的散光器是藉由三個小鋼質托架，而附著於鋁質的支撐架上，而玻璃可將亮光投射到牆上。而盒子的內部（見下圖），具有圓椎式的曲線。可運用鹵素或 PL 管（9 瓦或 7 瓦）來通電發光。

詹姆士・卡普特（美國，1949 ～） 玻璃 94
盧克・羅維斯（英國，1961 ～）
理查・克萊斯（美國，1962 ～）
傑瑞特・芬克（美國，1961 ～）
詹姆士・卡普特設計協會
「分光器」，(1994)
爲紐約市而設計，美國
反射鏡窗格和分光玻璃片
46 × 100 呎 (14 × 30 公分）

詹姆士・卡普特最初投身於建築業，他致力研究玻璃的實體立方形式及其光的本質。他因在一篇有關建築學文章中，發表如何藉由玻璃的使用來控制光線而聞名。「分光器」是一個大約爲 46 × 100 呎 (14 × 30 公分），置於紐約市曼哈頓區第 68 街與哥倫布大道的西北街角之廣告藝術板。它是由二部份組成。窗格覆蓋著散光折射玻璃。它可投射部份由突出窗格上的分光玻璃所產生出來的光。分光玻璃片可吸取且投射日光並依時間、季節而改變顏色。夜晚時，位於底部的照明設備，可照亮整個窗格。

詹姆士・卡普特（美國，1949 ～） 玻璃 95
盧克・羅維斯（英國，1961 ～）
理查・克萊斯（美國，1962 ～）

傑瑞特・芬克（美國，1961～）
尼爾・羅根（美國，1959～）
詹姆士・卡普特設計協會
「拱形架構牆」，(1991)
爲洛杉磯市中心而設計，美國
皮爾金頓 (Pilkington) 製造的「平面」(Planar) 玻璃，與不銹鋼附件

詹姆士・卡普特替洛杉磯市中心一棟由詹森，凡恩，及皮瑞拉設計的建築物，開發了「拱形架構牆」。在二片分別面向東南及西南方的曲形牆上，安裝玻璃。而 8 個鋼製拱形架包含了一系列的不銹鋼構架，並結合了玻璃片。其深度由曝露在外的 20 吋（50 公分）至中心部份的 9 吋（20 公分）所構成。可懸於牆上以阻擋陽光的照射。其外層玻璃則是使用皮爾金頓玻璃公司設計的平面系統。

玻璃 95 詹姆士・卡普特（美國，1949～）
盧克・羅維斯（英國，1961～）
理查・克萊斯（美國，1962～）
傑瑞特・芬克（美國，1962～）
詹姆士・卡普特設計協會
「反射環」，德國慕尼黑機場，1933
德國 BMW 公司委託
分光玻璃窗格，不銹鋼附件
直徑 22 吋（7 公尺）

BMW 委託卡普特設計的「反射環」，是慕尼黑新機場中央大廳的裝置。直徑約有 22 吋（7 公尺）。高靈敏度的不銹鋼附件及桿棒，壓入分光玻璃窗格，而成成堅固的構造。所有的合成物皆爲原型，而且皆事先分別組合好。機器製成的不銹鋼部份，在裝設後，完全看不見。它是在美國製造，再輸入德國。

木材

在諸多材質之中，木材算是其中最難突破現狀的一種。木材在工業時代的種種主要技術突破中，可說未曾扮演任何角色；即使在技術上已獲得重大進展之後，木材仍舊因毫無表現而黯淡無光。

工程師們對木材也像對待其他材質一樣，將其努力著重在突破木材的天然限制上，而初步進行的是，使木材轉變成具有可塑性的複合物，以便生產出同質同貌的材料。由於經濟目標的推動，從 1960 年代就開始了合成木板的全面生產。這一章中所舉的例子說明了新合成物的找尋進行之熱切。第 101 頁艾里．泰勒選來製造桌子的粗糙分子板、飛利浦．史塔克用來做電視的化合材質（第 104 、 105 頁）及以杏仁殼與其他木質纖維物質製作出的充滿想像力的作品「米得龍」都是新合成物的找尋成果。

積層薄板及鑲嵌合成板是兩種與鋸屑合成板非常不同的材質，由航空工業所發展出來的「軟木」就是其中的一種。其製作的方法乃是將天然的木材與紡織品層層複合，然後直接著附於泡棉上。法蘭克．蓋瑞爲圓丘小組所設計，以彎曲楓木條製成的椅子則開發了薄板木質的可鍛性（第 100 頁）。

許多看起來是以塑膠、金屬或木材所製造的物體，事實上由許多不同材質合成出來的，只是這些東西通常只標出最主要的成份。比如這一章所選取的滑雪板及冰上曲棍球棒即是以木材爲主要材料，再外覆以玻璃與石墨纖維材質而製成的。（第 106 、 107 頁）。

芬蘭的櫥櫃製作者卡里．佛特能說：「我的感想是，我們對木材的認識不夠，而對這方面研究的進行又太少，我們應該對木材這種材質更用心才是。」他審慎的態度顯示了木質的力量，因爲木材是唯一還可以保有獨特地位的一種材質。其獨一無二的地位來自與大自然的關聯，和非人工的特質。

法蘭克．蓋瑞
圓丘小組的彎曲木材傢俱，1992 (1990)
攝於研究實驗室

右圖：製造傢俱所用的預切木材

木材 98 **馬克・弗瑞德（義大利，1958～）**
「少數」椅子、「是」凳子，1994 (1993)
諾摩 S.r.l. 製造，義大利
印模壓鑄的軟木材質，聚氨酯泡棉，山毛櫸
29 1/2 × 18 1/2 × 17 3/4 吋 (75 × 47 × 45 公分) 椅
17 3/4 × 15 3/4 × 13 3/4 吋 (45 × 40 × 35 公分) 凳

馬克・弗瑞德使用軟木技術設計椅子和凳子。軟木是一種結合布料及薄木板的材料。布料及木材的層次，遇熱結合，在壓力下鑄成，且將一張聚氨酯泡棉填塞進去。如此，一個柔軟，有彈力且令人驚訝的座椅表面便完成了。聚氨酯薄片只置於座椅與椅背的內層。藉由熱力印模壓鑄將軟木材質附著於椅子四周。布料在高溫下變得柔軟，且有如黏著劑一般，也因此可不須加入黏劑黏劑添加物。弗瑞德最能表現出其技術的代表性作品是一個平台，雖然一種類似軟木的先進材質，已用在皮革附件的製造上，但製造商諾摩公司，仍然偏愛使用軟木。

木材 99 **柯隆設計**
「特飛克」凳子，1994 (1994)
艾伯特企業公司製造，美國
楓樹夾板，封閉泡囊聚氨酯泡棉，不銹鋼，安哥拉羊毛絨套
高 21 1/2 × 直徑 12 1/2 吋 (高 54.6 × 直徑 31.8 公分)

這款「特飛克」凳子造型非常特殊，設計者藉此設計來取悅童心未泯的人。它的外形看起來就像蜂窩般，可令坐於其上者想起一首溫馨的搖籃曲「小瑪菲小姐」(Little Miss Muffet)。爲了創造有趣的外形，設計者將 3/4 吋 (2 公分)，13 褶的楓樹薄片夾板片切成四方形，然後，以模板鑄成十二層不同直徑的圓圈外形，再加上三個突出物作爲扶手。這些木質環狀物隔離了封閉細胞聚氨酯泡棉的環圈，這些泡棉以帶鋸切割成圓形，再加以修飾。完成的椅面上，可看到小斑點，先將其清除，接著上膠。最後將覆有絨毛的泡棉氣墊，置於最上一層，它可自由移動，調整到一個最舒適的位置。將彎曲狀的實心不銹鋼椅腳接到平面上。並將細微水壓所截出的不銹鋼圈焊到椅腳上，而椅腳則附於倒數第四圈。

木材 100 **法蘭克・蓋瑞（美國，1929 生於加拿大）**
「棋盤」扶手椅，1992 (1990)
圓丘小組製造，美國。
高單位尿素薄板狀的彎曲白色楓木片
33 1/2 × 28 × 26 1/2 吋 (85 × 71.1 × 67.4 公分)
紐約現代美術館，設計者及製造者捐贈

依據設計家丹尼爾・撒克斯，及技術人員湯姆・馬克的企劃，建築師法蘭克・蓋瑞花了二年的時間爲圓丘小組研究新的彎曲木材製品系統的相關發展。這項設計的靈感來自於以往用來保存蔬果用的普通大箱及籃子。將一百十五個木板單位，做成了五把椅子，二張桌子，及一張腳墊。就好像艾瓦拉・奧多，查爾斯，及雷・艾明一樣，蓋瑞將傢俱設中最時髦且傳統的部份，與他樸實獨立的設計相結合。在當今的美學上，圓丘小組中蓋瑞的設計具有一定的地位。在椅子的製造中，六到八層的白楓木被切割成 2 吋寬 (5.1 公分)，1/32 吋厚 (2 公分) 的條狀。縱長的木質紋路擁有良好的彈性，這些條狀木質再以高單位尿素製成薄板，再使用近來發展出來的熱效聚合膠，使其可以更方便移位，及富彈性，減低了釘子、螺絲或其他連結工具的使用。膠水並不適用於彈力處，它可用於編織椅座處。最大的椅子僅重 8 磅 (3.62 公斤)。

法蘭克・蓋瑞（美國，1929 生於加拿大） 木材 100
「展現力量」扶手椅，1992 (1991)
圓丘小組製造，美國
高單位尿素薄片狀的彎曲白色楓木片
32 3/4 × 30 1/2 × 31 1/2 吋 (83.2 × 77.5 × 80 公分)
紐約現代美術館，設計者及製造者捐贈

艾里・泰勒（土耳其，1959～） 木材 101
平行設計公司
桌子 (1994)
原型
鑄模分子板，鋁
36 × 36 × 30 吋 (91.4 × 97.4 × 76.2 公分)

利用改變材質精確度的方法，將可鍛性木材轉換成塑膠的基本架構，將之重新組合。在其製造過程中將纖維轉成不同規格的分子。將其塑成其他材質。這項合成物包括了輕巧、厚重，及中密度纖維的薄片，在 70 年代晚期引進並採用較粗糙的研磨法，這些均被運用於艾里・泰勒的桌子產品上。爲了能創造出典型完美的作品，且發展出一系列一般民衆買得起的家俱，艾里・泰勒選擇在食品工業中，運送貨物至市場的貨盤形式。此貨盤是由一塊分子板製成。這些粗糙的材質，皆是由回收利用的木屑，再生鑄造而成。根據設計者的構想，其外形是取決於其功能。配合以印模壓製的鋁質桌腳，桌面（上圖）上覆蓋一片象徵工業時代產物的潔淨玻璃。

安東尼・蓋迪（西班牙，1982～1926） 木材 102
「貝托拉」椅子（局部）
爲卡斯卡・貝托拉而設計，巴塞隆納 1994 (1996)
高活斯公司製造，西班牙
米得龍合成材料
29 1/2 × 20 1/2 × 19 3/4 吋 (73 × 52 × 50 公分)

裘安・畢玖斯卡（西班牙，1949～） 木材 102
羅門・烏貝達（西班牙，1962～）
「席利亞」標準座椅，1994 (1994)
林格諾斯公司製造，西班牙
米得龍合成材質
45 × 40 × 44 吋 (114.3 × 101.6 × 111.7 公分)

阿爾伯特・利維拉（阿根廷，1948～） 木材 103
「羅特克」椅子 1994 (1989)
印達土公司製造，西班牙
米得龍合成材質
28 3/4 × 20 7/8 × 19 11/16 吋 (73.5 × 53 × 50 公分)

希利歐・卡東那（西班牙，1950～） 木材 103
米得龍合成材質 1980 (1980)
扁桃仁殼，其他纖維材質
多種規格

米得龍是化工師希利歐・卡東那發明的。它是經由使用纖維材質分子而創出。希利歐・卡東那同時也發展其裝配與應用的過程。（米得龍在西班牙文中的意思是一大片木材）在八〇年代，他在西班牙發展扁桃仁收獲工業。在全世界中其產量儘次於美國。在果仁挑出後將殼輸出，每年輸出大於 300000 噸重的產量。卡東那明白這些廢棄物的潛能。他運用樹脂混合物，碎的扁桃仁殼糊狀物，和一些纖維材質，來製造物品。米得龍可製

成由每公升 30 克至 1000 克不等的密度。它有精細、明亮的木質外表，亦有抗熱性，有如塑膠材質的可塑性一般，耐風吹雨淋及陽光照射，以及如熱塑膠質般，可射出成形。米得龍已應用在製造許多不同的物品上，包括了墨西哥紀念帽（右圖），西班牙式飾品，及現代及復古型的傢俱，其中阿爾伯特．利維拉設計的「羅特克」椅子（左圖）由二個部分組成：椅背及後椅腳部份，和椅坐及前椅腳部份。 1994 年以米得龍爲材質的「巴特羅」椅，是參考 1906 年安東尼．蓋迪替巴塞隆納的卡斯．巴特羅設計的一張椅子。（左下圖）蓋迪原始的設計是在硬橡木上雕刻，使用米得龍材質可減輕椅子的重量及成本。在懷舊的角度下，重塑一些設計名品，保持其外形原來的模樣，但在製造上卻採用完全不同的材質與方法。除此之外，這些名品的重塑是以新穎回收再生利用且未加工的材質爲原料。

木材 103 **室內**
卡斯．巴特羅，巴塞隆那
1906
展覽原型「巴特羅」椅子

木材 104 **飛利浦．史塔克（法國，1949 ～）**
「Jim 自然」電視機，1993 (1993)
湯姆森消費者電子公司製造，法國
鋸屑，不含甲醛液膠水性塗料，其他材質
14 ¾ × 15 3/8 × 15 3/8 吋 (37.5 × 39 × 39 公分)

運用回收再生木質分子的技術，飛利浦．史塔克的電視機將感官及節約性實際應用到設計產品上。史塔克說：「對二十世紀而言，電視之所以受到重視是因爲它的節目內容，它的外形及材質僅是一種訊息。因此，我們不再有任何藉口去浪費地球珍貴的資源，來裝飾電視機的外表。」他使用飽和樹脂鋸屑及木屑製成可回收利用的外殼，並使用一般的螺絲，將外殼的四端鎖緊。遙控器可放在位於外殼背後的小容器內。簡單形式的尼龍材質把手，使得電視機就像旅行箱一樣，方便攜帶。而包裝的紙盒，僅由二片不含多苯乙烯，褶皺狀之紙板所組成。

一些令人覺得有趣的混種材料，常用來製造強調性能的運動器材，例如，低技術的木質可藉由高科技的纖維來強化，並用於運動器材的製造上，以對抗在進行體育活動時，強度外力所產生的伸張及彎曲。 木材 106

史瓦．卡克（美國，1962 ～），DNR 運動系統 木材 107
「H 型 156XXX」聖塔庫茲滑雪板，1994 (1993)
奧地亞滑雪板公司製造，瑞士
白楊木、玻璃纖維、不銹鋼的插入物、ABS、UHMW（超高分子重）高密度聚乙烯，硬碳鋼邊、橡膠、ABS 聚氨酯，瓷漆底色綢布，熱塑保存環氧基樹脂。
61 ½ × 10 ½ 吋 (156 × 26.5 公分)

比起現今多數的進步科技，滑雪板業僅處於剛萌芽的階段。雖然衆多公司都試圖製造滑雪板，但大部分的滑雪板產品多是由非正式小公司所製造。史瓦．卡克設計的滑雪板（左圖）中，在類似手指節的造型部分使用了白楊核。利用電腦數值控制裝置爲其塑形，且鑽穿小孔，之後再將環氧基樹脂灌進小孔。將含有環氧基樹脂的玻璃纖維，印製或切割成型材料的放進鋁質的乾板匣中。滑雪板的其他部份是手工組合，且再經熱水壓融合。

克里斯坦兄弟 木材 107
曲棍球桿，1984 ～ 94 (1984 ～ 94)
美國克里斯坦兄弟公司製造
白楊木核心、石墨、玻璃纖維束
多種規格

由克里斯坦兄弟製作的曲棍球棒（左圖）的擊球板中心部分，是由白楊木所製成，使用將薄木片施以強壓的處理。木質外覆有「鑽石設計」(Diamond Design Slapsock) 那是一種含有玻璃纖維與石墨纖維的混合品。，它可增加其力道及韌度。 3030 型曲棍球桿，其內部爲白楊木外爲輕質石墨。在克里斯坦兄弟其他款式的球桿上，無接縫的碳合成物取代了木質，並以碳纖維混合纖維黏合球桿四周。

金屬

鋁和鋼是現今工業設計中最常使用的兩種金屬材質，而鈦和鎂也正逐漸被接受。這幾種金屬在結構性上都有其獨特性；除了熔點不同、製造方法各異外，必需使用適當的工具及特定的製造程序以成形。奧夫阿普工程公司的股東古已．諾德森說：「傳統的金屬在設計和製作上並不這麼困難。各種金屬都可以用切割鋼的熱捲法來處理。而除了鋼以外，其他的傳統金屬皆可用壓擠的方法處理。」事實上，最常被使用的金屬製造方法仍舊是熱捲、壓擠、沖模、沙鑄等技術。與塑膠及玻璃相較，製造金屬的技術似乎十分有限，然而近年亦已有許多進步的發展。

諾德森說：「在材質設計方面，好幾個範疇皆已產生出有趣的發展，然而這些發展卻仍未延伸至建築及土木工程方面。」雖然在日常生活器具的製造方面，仍未能運用塑鋼成形的技術；能記憶形狀的合金，卻已經被使用在許多日常用品的材質上，例如眼鏡、胸罩和其他家用品。諾德森認爲：因爲機器成本日廉，機器控制性日佳，以及容易取得金屬合成物之故，很多產品都可用低於過去甚多的花費來完成。這些合金是以硼纖或其他添加物混合製造而得。本章細列多種產品，說明了由於工具的進步，使得許多富表現性的造型得以生產。

早期合鋼所具有的特殊性質，如彈性佳、質輕等，爲製造細鋼管及鋼纜的絕佳材料。目前則發現鈦比鋼更爲適宜。鈦元素質輕而容易以機器控制，成爲製造運輸工具結構框架的最佳材質。例如麥克．布耳的三輪腳踏車（第 121 頁）及 Kauzuo Kawasaki 的輪椅（第 120 頁）都以鈦元素作爲結構材料。在線狀造型方面則可以第 113 頁的眼鏡爲例。鎂元素是另一種新發現的多功能材質，其絕緣的屬性與容易以機器控制的特性，使之成爲可擠壓成型的絕佳材質，道爾的作品（第 115 頁）及電腦防護板等都運用鎂元素。

金屬的地位在最近幾十年來逐漸爲其他材質所取代。例如陶瓷材料在馬達零件及切割方面取代了金屬；合成材質則取代金屬以製造飛機和船的結構體。而許多較小型的結構，也漸以塑膠替代，此由座椅的材質即可見一般。諾德森觀察到：「媒材的運用與發展爲歷史演進的結果，而金屬已不若從前使用的頻繁了。」

史密斯米勒－霍金森建築師工作室
奧夫．阿普夥伴公司
票櫃罩，美國航空公司航站，紐約拉瓜地亞機場，1992（1991）
由諾美克斯（Nomex）核，飽和環氧基纖維玻璃及碳元素製成的合成夾板
36 個，每個尺寸爲 7 呎× 14 呎× 3/4 吋（213 × 426 × 19 公分）

右圖：擠製鋁
皇帝鋁公司製造，美國

金屬 110 **理查・麥爾斯（英國，1949～）**
與約翰・曲（英國，1969～），FM 設計
掛鎖，1993 (1992)
耶魯安全產品有限公司製造，英國
CNC（電腦數位控制）壓鋸 EN32C 鋼製成掛鎖軀幹部分，銬及卷軸爲硬鋼
多種規格
紐約現代美術館，製造者捐贈

耶魯掛鎖的設計者將實用性鎖具設計的基本特徵堅固性、效力性及抗力性串連一起。並賦予其高雅的形狀及紋理，設計者由海灘鵝卵石的有機形狀，及經水、沙腐蝕產生的表面觸感而得到靈感。這些鎖具實用性，很難撬開。此產品是由電腦數位控制壓型技術，壓鋁硬鋼製成，因此無法被鋸開或鑽孔。

金屬 110 **卡拉維高爾夫研究發展部門**
「大寬領」No.5
高爾夫鐵桿，1994 (1991)
卡拉維高爾夫公司製造，美國
不銹鋼頭及 Memphis10（曼菲斯 10）輕鋼或 RCH90 石墨所製成的桿
2 × 4 ½ × ¾ 吋 (5.1 × 11.4 × 19 公分)

高爾夫設備中主要有 3 種球桿：木桿、鐵桿、以及推桿。「大寬領」No.5 鐵桿的頭部是由不銹鋼製成。1995 年 4 月時，亦開始採用鈦來製作。「大寬領」的製造始於脫臘鑄造的程序。將模型內部先注入熔解的臘，然後再將液化金屬倒入。如此一來，沿著頭部的周圍便形成一層堅硬厚度的簡潔鑄型。而完成的頭部與卡拉維的曼菲斯 10 鋼或 RCH90 石墨所製成的桿相互連接。將桿插入頭部尾端的孔中，並以環氧基膠水將它們接合在一起。而柄部是由一種天然橡膠合成物與綿線材質所製成。運用雷射光技術可使柄部與頭部及桿做適當的調整。

金屬 111 **Kaori Mano（日本，1952－），Kyoto 設計中心**
「HSO 500」熱水瓶，橢圓真空瓶，1986 (1985)
Nippon Sanso 股份公司製造，日本
高真空不銹鋼，聚丙烯
10 × 4 × 2 5/8 吋 (25.4 × 10 × 6.5 公分)

置於午餐盒中的一種普遍但易碎的玻璃真空瓶顯然已經過時了。現今真空瓶的內外殼是由一種打不破的不銹鋼所製成。橢圓形的旅行用真空瓶（見上圖）包括了堅固塑膠所製成的外身。真空保溫瓶運用組合及連接的方式，可防止舊有真空管及配件所引發的外漏現象。介於鋼層之間的真空裝置可確保長時間的隔離效果。

金屬 112 **塞巴斯丁・伯尼（英國，1966～）**
伯尼設計製造
「斯派拉」原子筆 1993 (1989)
凡特拉準點設計 S.A. 製造，瑞士
不銹鋼自動彈簧、射出成形尼龍
直徑 5 1/81 × 3/8 吋 (131 × .9 公分)

斯派拉原子筆構造簡單，彈黃簧似的筆桿，放在口袋中，經任何活動扭曲，也不易受損。

金屬 112 **吉爾・葛瑞里（義大利，1959～）**
法蘭斯卡・斯堪塞第（義大利，1955～）
「特拉」書夾 1992 (1991)
塞尼 S.r.l 製造，義大利
鍍鎳不銹鋼、射出成形的彈性聚合物
17 ¾ × 1 × 9/16 吋 (45 × 2.5 × 1.5 公分)

「特拉」書夾是以鍍鎳不銹鋼爲材質。在義大利文中「特拉」(Tra) 是指「介於」或「在中間」的意思。整個設計是靠前後兩條拱形彈性金尾線的張力，以及金屬線尾端的橡皮小球支撐書本。

迪生＋威特靈建築師事務 金屬 113
保羅－瓊・林堡（丹麥）
「空氣鈦」眼鏡，1988 (1985)
林堡光學設計公司製造，丹麥
金屬鈦、醫學用矽脂
多種規格

鈦金屬應用在眼鏡製造上是一項無可比擬的成就。由丹麥建築師迪生＋威特靈和驗光師保羅・瓊林堡所共同研發的「空氣鈦」材質，應用在鏡框、鼻樑架、耳夾設計上，再配合以各種不同形式、顏色的鏡片，成爲一種非常獨特，專利的眼鏡製造方式。這種空氣鈦鏡架，重量不超過 1 盎司（2.8 克）。沒有用到一根鏍絲、釘子或任何金屬熔接。它適用於任何使用者；一般的個人眼鏡商，只要將耳夾插入和鏡框交接處的狹縫，就可完成一副鏡架。這種鈦金屬線僅 .0433 吋（1.1 公釐）厚，彎曲成鏡架的掛鉤鼻樑架。有三倍的強韌度，因此扭曲後還能回復原來的形狀。鈦金屬經過化學電解過程，表面能彩上不同的顏色。鼻墊、鼻樑架的末端材質爲醫用矽脂，有穩固眼鏡，防止自鼻樑滑落的效果。

塞巴斯丁・伯尼（英國，1966～）伯尼設計製造 金屬 114
「燈屏 1」照明設備，1992 (1991)
瑞德斯 GmbH 製造，德國
.006 吋 (.015 公釐）酸蝕不銹鋼片
4 ¾ × 14 3/16 吋 (12 × 36 公分)

塞巴斯丁・伯尼的燈具，主要構造是一片只有 .006 吋（.015 公分）厚，酸液蝕刻的不銹鋼薄片。它不但屏障及反射光線，同時毫無隱藏地將燈泡及燈座的功能、美感顯露出來。

艾里・泰勒（土耳其，1959～） 金屬 115
平行設計合夥公司
「愛倫的托架」書架，1993 (1993)
平行設計公司製造，美國
擠製鋁，不銹鋼
3 ½ × 1 × 4 ¼ 吋 (8.9 × 2.6 × 18.4 公分)

艾里・泰勒替他的朋友愛倫設計新式書架，完成後書架也就以他朋友的名字「愛倫」命名。艾里的靈感來自於力學懸臂樑的原理。從牆臂的一點到伸出去懸臂的一端，兩點之間均勻受力，則可畫出一條拱形曲線。書架即靠曲線的兩端支持承重。設計中垂直軌道和架於軌道上的撐托架是兩個重要的元件。這些元件是以擠製金屬方式製造。熔化的鋁擠入做好的「T」型模內，然後再將此條「T」型鋁切成一段一段，每段爲 1 吋 (2.5 公分）厚，這即是撐托架的部分。然後在每個托架背面鑽孔、切割，使其能裝在牆面軌道上。軌道的部分同樣是用擠製方式鑄成。此兩元件都經過蝕刻及陽極氧化處理。托架是以¼吋（7 公分）的釘子固定在軌道上。托架的尺寸受鑄模尺寸控制。整個托架的設計涵蓋了作者的理念、擠壓技術、以及機械流線造型技術。

塔迪・伍迪（加拿大，1969～）
愛倫・辛普森（加拿大，1952 生於英國）

金屬 116 **「加一四」園藝工具，1992 (1992)**
愛倫．辛普森行銷設計公司製造，加拿大
回收再生印模鑄造磨光鋁
10 ½× 2 ½吋 (26.7 × 6.4 公分)

在所有金屬製品中，鋁金屬鑄造技術最爲普遍被應用。塔迪．伍迪及愛倫．辛普森的園藝工具製造方式：將鋁加溫至 1.652 °F (900 °C) 熔解，注入矽脂、銅、鐵等原料以增加強度。然後將此熔液製成一個個方塊，再度在同樣溫度下熔解，倒入鑄模內。冷卻後開模，利用壓力將成品和多餘的金屬分離。成品周緣的瑕疵以沙帶磨去。再以自動和手控機器將它做最後磨光。

金屬 117 **波羅．雷塞多（義大利，1941 ～）**
阿伯托．米達（義大利，1945 ～）
「伯羅奈斯」照明設備，1985 (1984)
路絲布雷 S.p.a. 製造，義大利
不銹鋼、鋁、Rynite 熱塑性塑膠、橡膠、玻璃聚乙烯、矽脂橡膠、borosilicate 玻璃、陶瓷材料
底座直徑 6 ×燈頭直徑 4 ×燈桿每根 17 × ¾ 吋（底座直徑 15 ×燈頭直徑 10 ×燈桿每根 45 公分）

光滑優美的外形及材質，表現了路絲布雷燈具的高科技材質的應用。「伯羅奈斯」燈具由 24 個元件，以 13 種不同材質，每個材質以不同技術製造組合完成。設計者波羅認爲：此燈具的設計，是在研究每一個元件的獨特性，試驗出它和質料的關係，製造技術的方式以及如何組合。因爲元件與質料是一體的，所以波羅強調，燈具的底座爲鑄鋁材質，內部中心爲鋁加上一層橡膠包裹，來增加平衡重量。燈架部分包括：一對連接底座的燈桿、一根連接燈頭的燈桿、兩個連接關節的彈簧。直徑 7/32 吋（.6 公分）的底座燈桿爲實心鋁金屬。燈桿和底座的接孔爲鋁鑄模製造。另一根接燈頭的燈桿，爲直徑 5/32 英吋（.4 公分）的不銹鋼。連接關節的部分爲聚乙烯 terephthalate（即 Rynite 由杜邦出品）射出成形製成。燈泡接頭爲陶瓷材料，燈具開關爲不銹鋼外包矽脂橡膠。此外元件還包括一反射器，邊緣包以不銹鋼的濾波器，以及一片防紫外線的 borosilicate 玻璃。燈頭周緣另有一圈圓環，輕輕一壓，即可將反射器自燈頭卸下。

金屬 118 **水底工作室「O－產品」相機，1988 (1987)**
奧林帕斯光學公司製造，日本
鋁，不銹鋼，其他材料
機身 37/8 × 3 1/8 × 1 13/16 吋 (9.9 × 8.2 × 1.5 公分)
閃光燈 3 × 115/16 × 1 13/16 吋 (7.5 × 4.8 × 4.5 公分)

「O－產品」相機是奧林帕斯公司在 1989 年爲慶祝 70 週年及照像發明 150 年而設計。此型相機，當時是以收藏爲主，因此只生產有限的數量。鋁製外殼造型獨特，內包一個傳統的 35 釐米相機。四角圓弧的方形外殼，中央爲一圓柱構造，相機的視窗鏡頭即位在此處。配上標準型式的螺絲，使整個相機集具了現代及傳統的美感。

金屬 119 **傑．威爾森（美國，1941 ～）**
泰德．布萊特（美國，1959 ～）GVO
「掃描」自動垂準儀（雷射測量儀器），1992 原型
不銹鋼，RPM（塑膠橡皮模）鋁
4 × 9 × 14 吋 (10.2 × 22.7 × 5.6 公分)

此自動垂準儀爲一高精密度的儀器。它能測量 10 哩遠處，僅有頭髮厚度距離的夾角。它的原理是機械式的三軸聚焦。經由視窗，將一束雷射光對準於遠處一點的一面鏡子，再由鏡子將此光束反射入儀器的鏡頭，由此測出該點的角。儀器中央管狀構造爲不銹鋼，表面再加上一層雷射處理的保護漆，以防止污染。鋁鑄底座也加有一層防護漆。這種 RPM 鑄模技術，使鑄造出來的鋁更耐用，同時也簡化鑄造時組合模具手續，減少模具用量。此垂準儀所有元件，都包含在中央管狀筒裏。

幾世紀以來，因爲金屬的強度，它已成爲汽機車、各種車輛工具的基本材料。直到最近，非金屬材質才有驚人的發現，尤其是用在表面外殼上。在兩次世界大戰其間，現代機械的審美觀興起，管狀不銹鋼的使用，成爲現代運動的標誌。此處輪椅和 HPV 人力腳踏車爲兩個當代管狀金屬的應用作品。 金屬 120

Kazuo Kawasaki（日本，1949 ～） 金屬 120
「卡那」摺疊式輪椅，1991 (1989)
SIG 公司製造，日本
鈦金屬框架，橡膠座墊及輪胎，鋁金屬蜂窩核結構輪盤
33 × 22 × 35 ¾ 吋 (84 × 56 × 89.6 公分)
紐約現代美術館，設計者捐贈

輕巧優美的「卡那」摺疊式輪椅，重量僅 13 磅。它的特點是使用輕質的鈦金屬輪圈，減輕重量，使用比賽用的大型輪盤，增加穩定度，並且還有一個可分離，摺疊的座椅，以方便攜帶。座椅和椅背爲空氣塡充墊或發泡棉墊。輪盤內部爲鋁金屬蜂窩核結構。手推輪部分則爲 1 吋直徑的鈦金屬管。

麥克．布耳（英國，1943 ～），布耳工程 金屬 121
「風豹 T.I.」人力腳踏車，1995 (1992)
座椅引擎有限公司製造，英國
鈦，鋁，葛芙拉 (Kevlar) 碳，手鑄把手，鋁管
32 5/8 × 28 1/8 × 78 ¾ 吋 (88 × 71.5 × 200 公分)

自麥克．布耳設計出「風豹」腳踏車，至今已有 10 年了。到現在出廠的也僅有 160 輛。最近鮑伯．迪克森的座椅及引擎公司要求得到麥克設計的生產權。這個外型獨特的自動推進腳踏機，結合了手工、高科技技術及省力設計。它使用一種叫做 LM25 高品質鋁合金爲材質來鑄造把手，這比一般傳統合金更易操件。在布耳的原先設計中，椅座是由「葛芙拉」碳、強化塑膠材質做成；現在的型式，是再加裝上一層運動鞋用的泡棉。方向桿、煞車及 24 段變速齒輪，全都安裝在車軸控制桿末端。6063 特殊管狀合金支架有 3 種不同尺寸。整個組合起來「風豹」爲 35 磅重（16 公斤）。其餘的部分：車輪骨架、後車軸、底部托架、輪軸、制輪楔組都是鈦金屬材質。

Hisanori Masuda（日本，1949 ～） 金屬 122
"Iquom" 餐具、花器、珠盒盒系列，1989 (1989)
Kikuchi Hojudo 公司製造，日本
回收再生沙鑄鋁
多種規格

受到日本傳統金屬工藝的影響，Hisanori Masuda 了解到只有鋁製工藝才能製出精緻的物品。經過不斷試驗，他將不同的材質應用到極限，沙模鑄造的鋁製餐具，外型精美，可比美銀器。

後　　記

在此一併感謝汪雅玲小姐、朱衣仙小姐翻譯專文與作品簡介；涂景文先生翻譯序文部份。

The Museum of Modern Art
300201925

臺北市立美術館
TAIPEI FINE ARTS MUSEUM