

The innovation of composites in the world of 3D printing

Italo Moriggi, Skorpion Engineering

As many as ten years ago Italo Moriggi, a forerunner in the world of 3D printing, created Skorpion Engineering, one of the top Italian excellences for high quality prototyping. Thanks to a team of specialized engineers and designers and to the investment in the most important technologies of additive manufacturing, the company has grown by differentiating its specialization areas in all the sectors that have discovered the benefits of rapid prototyping and inaugurating in 2015, a new production centre in Turin.

NEW TECHNOLOGIES

The first companies which were interested in the additive manufacturing techniques were the main car manufacturers, always looking for new design projects and technologies which allow the reproduction of complex structures with a lower weight. Later, other sectors were concerned with these techniques due to the various benefits such as a greater design freedom, the ability to achieve shapes which otherwise would be impossible for unique pieces using traditional technologies or to

reproduce the same details as the original ones. 3D printing has had and is still having remarkable results also in medical applications. There are many applications for this sector, including among them, the meaningful ability to create three-dimensional models of skeletal structures and "patient-specific" organ models to support surgeons in preoperative planning, allowing them to better understand the relationships between the different anatomical structures and to be able to carefully plan the accesses and the working spaces during the operations. Other fields of application which are currently under investigation, include the construction of medical devices and prototypes of entire equipments for hospitals, laboratories and dental surgeries, cardiovascular surgery, maxillofacial and orthopedic surgery. The spread of these technologies in the medical sector depends on two factors. On the one hand, the continuous technological advances in the digital diagnostic



L'innovazione dei compositi nel mondo della stampa 3D

Italo Moriggi, Skorpion Engineering

Sono ormai dieci anni che Italo Moriggi, precursore nel mondo della stampa 3D, ha creato Skorpion Engineering, una delle eccellenze italiane per la realizzazione di prototipi di alta qualità. Grazie ad un team di ingegneri e designer specializzati e all'investimento nelle più

importanti tecnologie di additive manufacturing, l'azienda è cresciuta differenziando le proprie aree di specializzazione su tutti i settori che hanno scoperto i vantaggi della prototipazione rapida e inaugurando, nel 2015, un nuovo centro produttivo nel torinese.

NUOVE TECNOLOGIE

Le prime a interessarsi alle tecniche di additive manufacturing sono state le principali case automobilistiche, sempre alla ricerca di nuove forme di design e tecnologie che permettano la riproduzione di strutture complesse con pesi ridotti. In seguito, altri settori si sono interessati a queste tecniche per i molteplici vantaggi dati dalla maggiore libertà progettuale, dalla possibilità di realizzare geometrie altrimenti irrealizzabili in pezzi unici con le tecnologie tradizionali o per riprodurre particolari identici all'originale. La stampa 3D ha avuto e sta avendo notevoli riscontri anche nell'ambito medicale. Sono numerosissime le applicazioni per questo settore. Fra le principali, notevole è la possibilità di creare modelli tridimensionali di strutture scheletriche e modelli d'organo "patient specific" al fine di supportare i chirurghi nel planning pre-operatorio, permettendo loro di comprendere meglio i rapporti anatomici tra le diverse strutture e poter pianificare con cura gli accessi e gli spazi

allow to obtain clear images with a high resolution and on the other, the increasing success of minimally invasive surgery (based on the use of catheters) to replace the traditional surgery, requires understanding of the spatial relationships between the different anatomical structures.

MATERIALS REVOLUTION

The use of the additive manufacturing technologies in the medical sector, however, requires a very good knowledge of the materials available and it opens the possibility to search for new materials that meet the requirements of biocompatibility and cytotoxicity also ensuring appropriate mechanical properties. Therefore, composite materials are used, which show enormous potential, including great growth opportunity in a wide variety of applications. From the automotive industry to the construction and from the aeronautics to the medical sector. Many industrial sectors and areas of application are increasingly finding new uses for these highly versatile materials and which are also proven to provide even higher performance than metals, with great versatility of processing and high combination possibilities between different types of fibres and matrices, even in sandwich structures. The matrices are used to join the fibres/fillers, maintaining a stable geometry and their position to protect them from the surrounding environment. During the design stage, it is important to consider that near the fibre the freedom of movement of the polymer macromolecules is restricted because of

di manovra durante gli interventi. Altri campi applicativi attualmente indagati, includono la realizzazione di dispositivi medicali e prototipi di interi macchinari per gli ospedali, laboratori e studi odontoiatrici, la chirurgia cardiovascolare, maxillo-facciale e ortopedica. La diffusione di queste tecnologie nel medicale è legata a due fattori. Da una parte, i continui progressi tecnologici della diagnostica digitale permettono di ottenere immagini ben definite e ad alta risoluzione e dall'altra, la sempre maggiore diffusione della chirurgia mini-invasiva (basata sull'impiego di cateteri) in sostituzione alla chirurgia tradizionale, richiede la comprensione delle relazioni spaziali tra le diverse strutture anatomiche.

RIVOLUZIONE DEI MATERIALI

L'utilizzo delle tecnologie di additive manufacturing nel medicale richiede però un'ottima conoscenza dei materiali disponibili e apre la possibilità di ricercare nuovi materiali che rispondano a requisiti di biocompatibilità e citotossicità e che garantiscano proprietà meccaniche adeguate. Trovano quindi utilizzo i materiali compositi, che presentano potenziali enormi, compresa la notevole possibilità di sviluppo in un'ampia varietà di applicazioni. Dall'industria automobilistica, alle costruzioni, dall'aeronautica al medicale. Molti settori industriali e aree di applicazione stanno trovando sempre nuovi utilizzi per questi materiali molto versatili e sempre più collaudati nel fornire prestazioni anche superiori rispetto a quelle dei metalli, dotati di grande versatilità di lavorazione e di notevoli possibilità

the fibre/matrix adhesion. The amount of fibres/particles embedded within the matrix causes a variation of the elastic modulus of the material and therefore of its mechanical properties. The greater the amount of fibres/particles the greater the adhesion between matrix and fibres/particles themselves and therefore its resistance. Another factor to consider and that gives specific properties to a composite is the fibre orientation. To improve the properties of fibre-reinforced composite materials Skorpion Engineering, runs for each application a designing activity focused on the fibres orientation.

THE FIBRE-REINFORCED MATERIALS

The composite materials which are mainly used for applications in the biomedical field are the fibre-reinforced materials with a polymer matrix consisting of an organic polymeric matrix and a fibre reinforcement with high mechanical properties.



A detail of PEEK matrix medical equipment
Particolare Macchinario medicale a matrice PEEK

The fibre-reinforced materials have some common characteristics than composite materials in general. In fact they show a high lightness, an excellent mechanical and

corrosion resistance and good dielectric and non-magnetic properties.

In the medical sector and especially for orthopedic applications, the carbon fibre is the undisputed material for the construction of prosthesis for artificial limbs, since it ensures a mix of strength and lightness.

Moreover, according to some tests, the use of carbon fibre prosthesis would ensure a mechanical advantage, with regard to the back energy in the impact with the ground. The force applied on the ground when walking or running does a work stored in the form of energy, which is only partly (60%) given back by the land to the legs themselves.

Therefore, about 40% energy is dissipated during the impact with the ground. With the use of prosthesis in carbon fibre, the amount of energy returned to the terminal part of the prosthesis is much higher (about 90%) compared with what happens, for example, to the ankle joint. This allows to receive a major boost step by step.

The use of the additive manufacture technologies for the construction of these prostheses ensures a high customization of the device according to the needs of the specific patient, not apart from the optimization and integration of the functional characteristics.



Carbon loaded Nylon matrix synthetic composite
Sinterizzato - composito a matrice nylon caricato carbonio

combinatorie tra diversi tipi di fibre e matrici, anche in strutture sandwich. Le matrici hanno la funzione di unire le fibre/cariche, mantenendo stabile la loro geometria e posizione e di proteggerle dall'ambiente circostante. Durante la fase di progettazione e design è importante considerare che in prossimità della fibra la libertà di movimento delle macromolecole di polimero è ristretta a causa dell'adesione tra fibra e matrice. La quantità di fibre/particelle immerse all'interno della matrice determina una variazione del modulo elastico del materiale e quindi delle sue

proprietà meccaniche. Maggiore è la quantità di fibre/particelle e maggiore è l'adesione tra matrice e le fibre/particelle stesse e quindi la sua resistenza. Un altro fattore da considerare è che conferisce specifiche proprietà ad un composito è l'orientamento delle fibre, Skorpion Engineering per migliorare le proprietà dei materiali compositi fibrorinforzati, esegue per ogni applicazione uno studio di progettazione sull'orientamento delle fibre.

I MATERIALI FIBRORINFORZATI

I compositi maggiormente utilizzati per applicazioni nel campo biomedicale sono i materiali fibrorinforzati a matrice polimerica costituiti da una matrice polimerica di natura organica e da un rinforzo in fibra con elevate proprietà meccaniche.

I materiali fibrorinforzati presentano alcune caratteristiche comuni rispetto ai materiali compositi in generale. Possiedono infatti un'elevata leggerezza, ottima resistenza meccanica

e alla corrosione e buone proprietà dielettriche e amagnetiche.

Nel medicale e in particolare per le applicazioni ortopediche, la fibra di carbonio è la protagonista indiscussa per la realizzazione di protesi per arti artificiali, in quanto garantisce un mix di resistenza e leggerezza. Inoltre, secondo alcuni test, l'uso delle protesi in fibra di carbonio garantirebbe un vantaggio meccanico, per quanto riguarda l'energia di ritorno nell'impatto col terreno. La forza applicata sul terreno quando si cammina o si corre compie un lavoro immagazzinato sotto forma di energia, che viene solo in parte (il 60%) restituita dal terreno alle gambe stesse. Quindi circa un 40% di energia è dissipato durante l'impatto col suolo. Con l'utilizzo di protesi in fibra di carbonio, la quantità d'energia restituita alla parte terminale delle protesi è molto più alta (circa il 90%) paragonata a quanto avviene, a esempio, per l'articolazione della caviglia. Ciò permette di ricevere una spinta maggiore a ogni passo.

Furthermore, the possibility to construct very complex parts, with freedom of design, gives the possibility to customize the prosthesis according to the wishes and preferences of the patient himself.

AN ESSENTIAL MATERIAL: CERAMICS

Other composite materials with very positive feedback for biomedical applications, are based on ceramic materials. Ceramics is one of the most versatile of the existing materials. The features distinguishing this material are the high temperatures, corrosion and wear resistance, the good tribological properties, a high hardness and mechanical strength and the excellent biocompatibility.

Ceramics are thus among the best materials to reproduce industrial prototypes of excellent quality. The main fields of application of the most advanced ceramic materials are in particular the automotive industry, household, the electrical engineering and the medical industry. Precisely in this latter field, the zirconia-alumina composite, consisting of an alumina matrix where the zirconia particles are dipped in, plays an important role and is very suitable for

Ceramic mould
for odontology
*Riproduzione
per odontoiatria
ceramica*



L'utilizzo delle tecnologie di manifattura additiva per la realizzazione di queste protesi assicura un'elevata personalizzazione del dispositivo secondo le esigenze del paziente specifico, non prescindendo dall'ottimizzazione e dall'integrazione delle caratteristiche funzionali. Inoltre, la possibilità di realizzare pezzi molto complessi, con libertà progettuale, determina la possibilità di customizzare la protesi secondo i gusti e le preferenze del paziente stesso.

UN MATERIALE ESSENZIALE: LA CERAMICA

Altri materiali compositi con un riscontro molto positivo per le applicazioni biomedicali sono a base di materiali ceramici. La ceramica è uno dei materiali più versatili che esistano. Le caratteristiche che distinguono questo materiale sono la resistenza a elevate temperature, alla corrosione e all'usura, le buone proprietà tribologiche, un'elevata durezza e resistenza meccanica e un'eccellente biocompatibilità.

Le ceramiche sono quindi tra i materiali migliori per riprodurre prototipi industriali di ottima qualità. I campi di maggior applicazione dei materiali ceramici avanzati sono in particolare l'industria automobilistica, il casalingo, l'ingegneria elettrica e l'industria medica. Proprio in quest'ultimo settore, il composito zirconia-allumina, costituito da una matrice di allumina nella quale sono immerse delle particelle di zirconia, riveste un ruolo importante ed è molto adatto per le applica-

implantable orthopedic applications, such as for example those which are used to achieve the heads of hip replacement. This material provides excellent biocompatibility, high mechanical strength, typical of ceramic materials, a low coefficient of friction and therefore a lower wear of the device itself. The application of 3D printing to ceramic materials is still under development, although there are innovative technologies dedicated exactly to these materials. The additive technologies would provide the opportunity to create free-form parts design and customized designs.

COMPOSITES FOR THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Thanks to the experience in the world of the Rapid Developing Cars, the company has developed several composite materials with very interesting properties to the automotive world, for example composites which are reinforced with Kevlar, an aramid fibre characterized by high mechanical performances that remain the same even at high temperatures.

The wide technical knowledge of raw materials is a key element to maintain quality as an integral part of the management policy, and in the field of 3D printing it is important to have

zioni ortopediche impiantabili, come a esempio per realizzare le teste di protesi d'anca. Questo materiale garantisce un'ottima biocompatibilità, un'elevata resistenza meccanica, tipica dei materiali ceramici, un ridotto coefficiente d'attrito e quindi una minore usura del dispositivo stesso. L'applicazione della stampa 3D ai materiali ceramici è ancora in fase di sviluppo, anche se esistono già tecnologie innovative dedicate proprio a questi materiali. Le tecnologie additive garantirebbero la possibilità di realizzare pezzi con forme progettuali libere e design personalizzati.

COMPOSITI PER L'AUTOMOTIVE

Grazie alla consolidata esperienza nel mondo del Rapid Developing Cars, l'azienda ha studiato diversi materiali compositi con proprietà particolarmente interessanti per il mondo automobilistico, a esempio i compositi rinforzati con il Kevlar, una fibra aramidica caratterizzata da elevate prestazioni meccaniche che si man-



Detail of carbon multilayer product for the automotive sector
Dettaglio settore automotive stratificato carbonio

a relationship of constant collaboration with suppliers of raw materials, Research centres and universities. Aware of the ever-changing technologies and digital materials, the com-

pany is constantly investing in research in order to achieve faster, more innovative and more precise projects, a winning strategy that has allowed so far a steady growth.



2002 – 2015 Skorpion Engineering Milano. Founder, Owner - Sales and Marketing – Project Management.

2011 Lum Graduated in Finance.

2002 – 2007 Tecnomas – Mould maker, Bernareggio.

Tecnomas is a mold maker. The company, bought with a turnover of 400 k and re-sold in June 2007 with a turnover of 1.2 million/year. 1984 – 2001 Micrograph S.p.a. Office in Milan, Rome, Padua and Turin. Founder and developer of the company.

Nov 1995 Intelligent Business, Los angeles. Advanced Negotiation Skills.

Sept 1993 Intelligent Business, New York. Negotiation Skills.

1980 – 1984 Ocè, technical engineering .

1981 - 1982 Università degli Studi Milano, Engineering Design and Electronics.

2002 – 2015 Skorpion Engineering Milano. Fondatore, proprietario - vendite e marketing - project management.

2011 Laurea in finanza al Lum.

2002 - 2007 TECnomas - Mould maker, Bernareggio. Tecnomas è un creatore di stampi. Società acquistata con un fatturato di € 400 k e ri-venduta nel giugno 2007 con un fatturato di 1.200.000 € / anno.

1984 - 2001 Micrograph S.p.a. Ufficio a Milano, Roma, Padova e Torino. Fondatore e sviluppatore della società.

Nov 1995 Intelligent Business, Los angeles. Advanced Negotiation Skills.

Sept 1993 Intelligent Business, New York. Negotiation Skills.

1980 - 1984 Ocè, ingegneria tecnica.

1981 - 1982 Università degli Studi Milano, Engineering Design and Electronics.

tengono tali anche ad alte temperature.

La conoscenza tecnica approfondita delle materie prime è un elemento fondamentale per mantenere la qualità quale parte integrante della politica gestionale, nel settore della stampa 3D è importante avere un rapporto di continua collaborazione con i fornitori di materie prime,

i Centri di Ricerca e l'Università. Consapevole della continua evoluzione delle tecnologie e dei materiali digitali l'azienda investe costantemente nella ricerca così da realizzare più rapidamente progetti sempre più innovativi e più precisi, una strategia vincente che ha permesso una crescita continua.