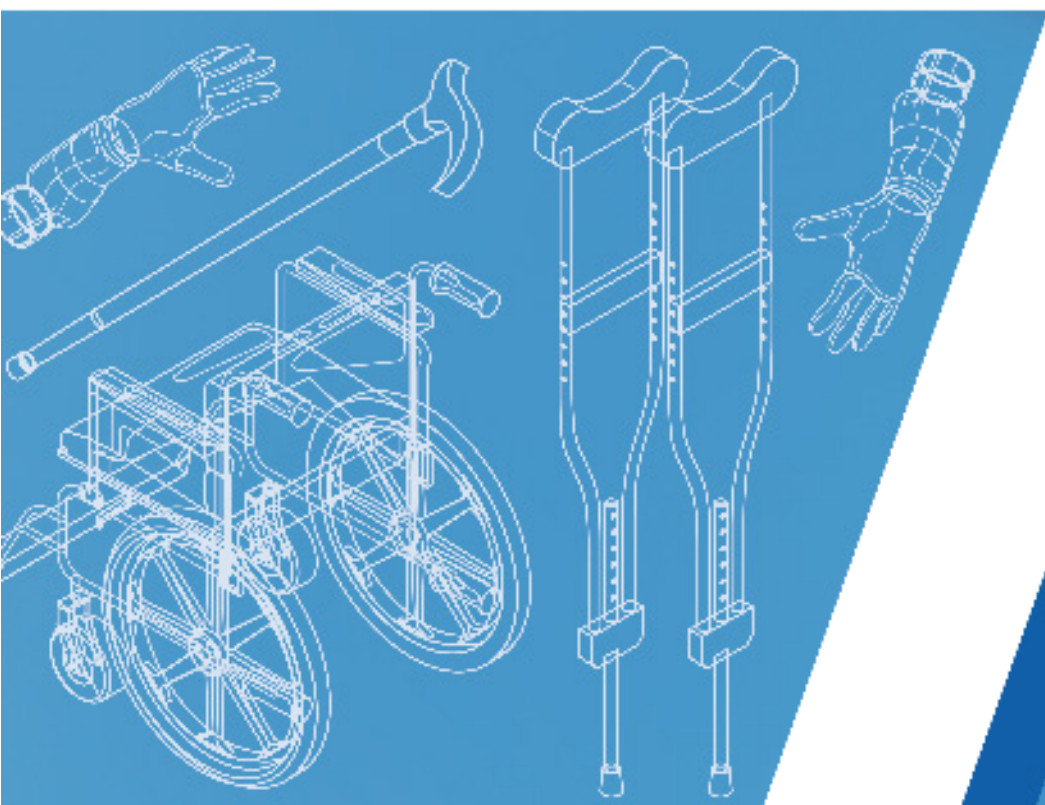


新材料康复辅具

New material rehabilitation aids



目录

Catalogue

新材料康复辅具

- 一、 筛选原则 /63
- 二、 筛选结果 /63
- 三、 新材料辅具技术创新概览 /64
 - 1、 新材料辅具技术发展 /64
 - 2、 新材料辅具技术地理集聚 /65
 - 3、 新材料辅具技术创新主体分布 /66
- 四、 新材料辅具技术创新案例 /67
 - 1、 碳纤维在上肢康复机器人的应用 /67
 - 2、 水凝胶在康复手套的应用 /70
 - 3、 液态金属在可穿戴康复辅具中的应用 /73
 - 4、 高压釜复合材料打造全球首个折叠行李箱式轮椅 /77
 - 5、 新型 TPU 材料在矫形器中的应用 /79
 - 6、 超导材料用于视力辅助的眼镜 /83
 - 7、 形状记忆高分子材料在听力装置中的应用 /86
 - 8、 石墨烯纳米管在假肢中的应用 /89
 - 9、 磁材料在假肢中应用 /92
 - 10、 新型低摩擦 EVA 材料在假肢中的应用 /95
- 五、 总结 /97

一、筛选原则

Screening principle

根据新材料类别和《中国康复辅助器具目录》辅具类型，筛选出十大新材料赋能辅具创新融合案例。

特别说明：

所选案例受公开信息获取资源的限制，新材料涉及范围有限，技术创新中的专利数据检索过程及结果，主要基于所选十大案例涉及的新材料公开的数据所作统计与分析，仅供参考。

二、筛选结果

Screening results

表 12 十大案例基本情况

序号	新材料	辅具类型	案例来源
1	碳纤维	康复机器人	国内
2	水凝胶	康复手套	国内
3	液态金属	可穿戴康复辅具	国外
4	高压釜复合材料	轮椅	国外
5	新型TPU材料	矫形器	国外
6	超导材料	眼镜	国外
7	形状记忆高分子材料	助听器	国外
8	石墨烯纳米管	上肢假肢	国外
9	磁材料	下肢假肢	国外
10	新型低摩擦 EVA 材料	下肢假肢	国外

三、新材料辅具技术创新概览

Overview of technological innovation

基于所选十大案例涉及的新材料，与康复辅具结合的技术创新简要地从技术发展情况、地理聚集情况以及创新主体分布三个方面进行分析说明。

■ 新材料辅具技术发展

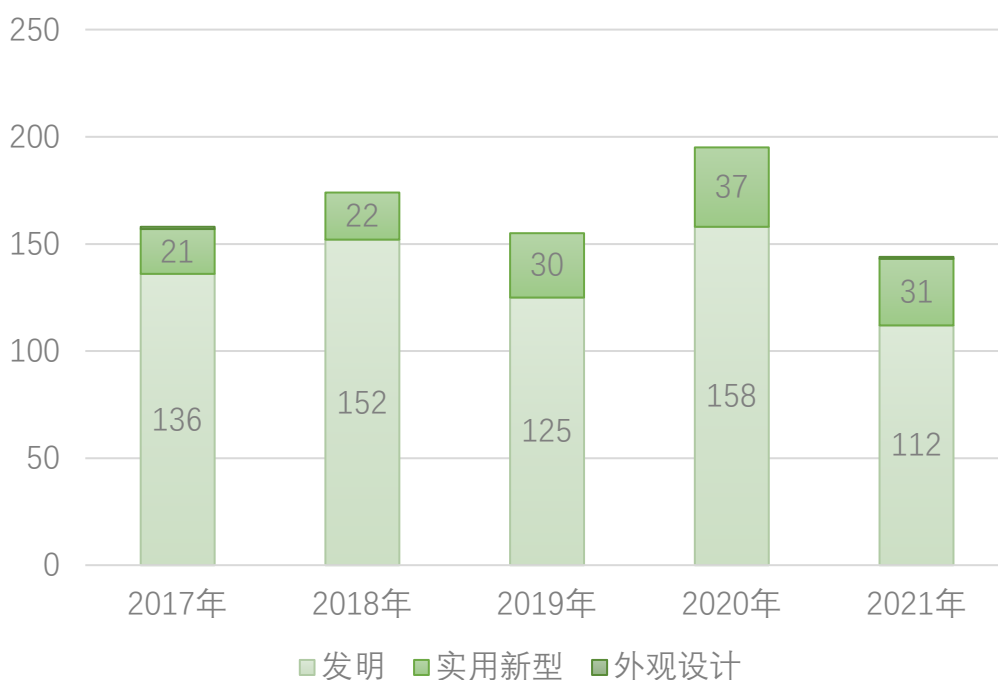


图 40 新材料辅具技术专利申请趋势

申请呈增长趋势，技术创新质量较高。近五年（2017年-2021年），全球新材料赋能辅具专利申请量总体呈增长趋势，从发明专利申请量占比来看，发明专利申请量平均占比超80%，技术创新质量较高。随着新材料产业发展，研发出更多新材料的独有性能，与辅具的结合产生的效果也带来更多可能性。

新材料辅具技术地理集聚

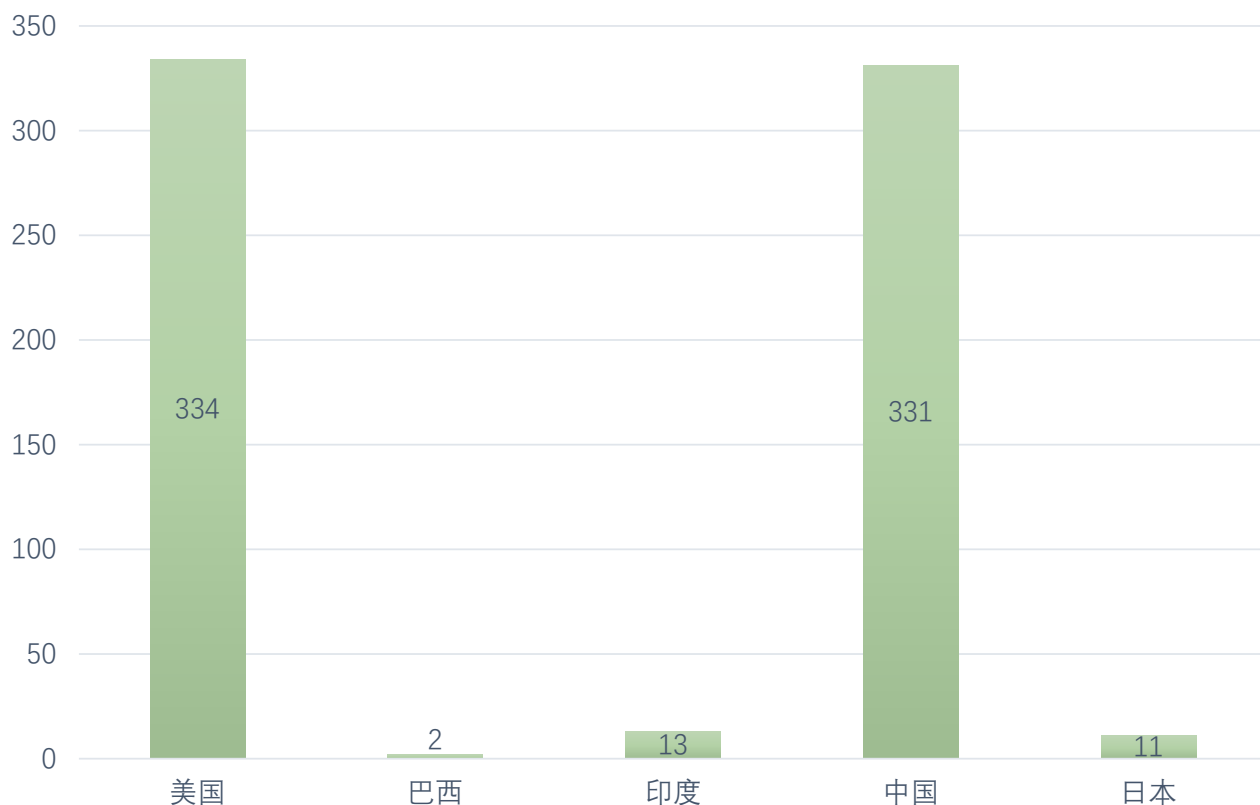


图 41 新材料辅具技术专利申请地理分布

技术地理集聚较集中。全球新材料赋能辅具技术主要集中在美国、中国和世界知识产权组织，其中美国和中国为新材料赋能辅具技术的主要集中地，各申请新材料赋能辅具专利为 334 件和 331 件，占比超总申请量 80%，申请量紧接其后的是世界知识产权组织，申请新材料赋能辅具专利 82 件，这意味着中国在新材料赋能辅具技术与国外同行业技术能力差距较小。

■ 新材料辅具技术创新主体分布

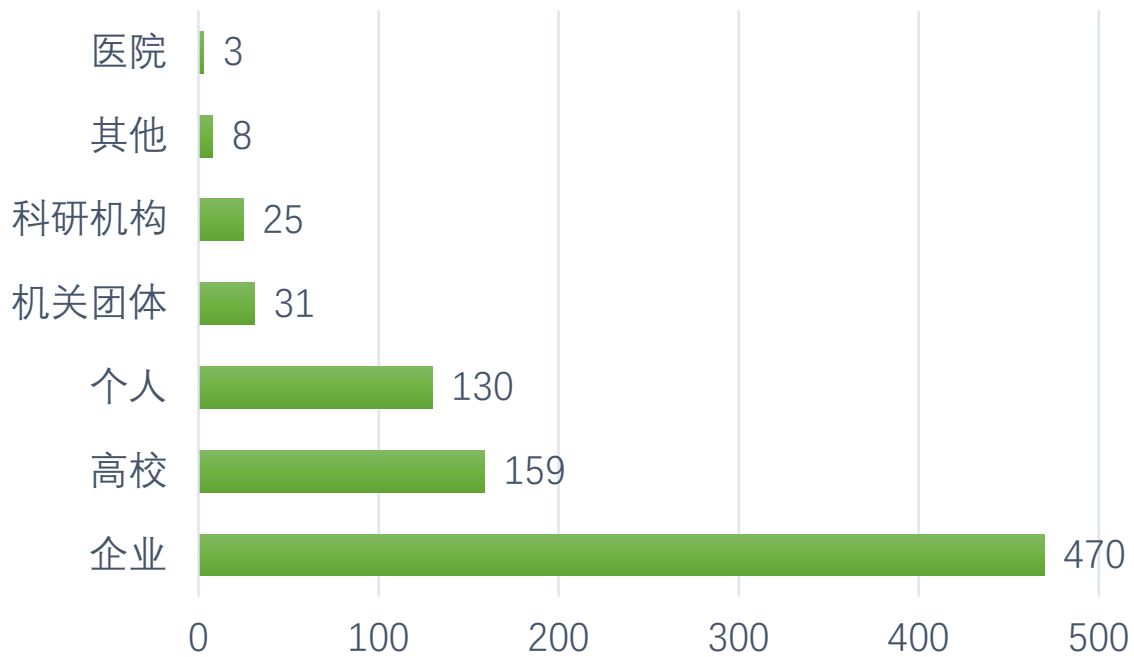


图 42 新材料辅具技术专利申请类型

企业技术创新能力强，院校科研成果待转化率高。新材料赋能辅具技术的专利申请人类型以企业为主，共申请专利 470 件，这意味着新材料赋能辅具技术产品市场化程度较高。值得注意的是，新材料赋能辅具技术的申请人类型还有高校和科研机构，且拥有不少的专利申请量，表明在新材料赋能辅具技术领域存在较多院校与科研机构的成果有待转化。

四、新材料辅具技术创新案例

Technological innovation cases of new materials and accessories

■ 碳纤维在上肢康复机器人的应用

● 团队简介

上海傅利叶智能科技有限公司是一家以自主研发核心康复机器人技术为基础平台，为医疗机构及广大患者提供全球领先的智能康复综合性解决方案的高新技术企业，在新加坡、墨尔本、伦敦、芝加哥、广州、珠海、合肥等多个城市设立了分支机构，销售和服务网络覆盖全球 30 多个国家和地区。

傅利叶智能现已形成基于康复机器人为核心的“智能康复港”一体化精准康复医疗服务平台，促使康复服务逐步达到信息化、标准化、智能化，以推动传统康复医学向现代康复医学的升级转型，最终让人人享有康复。



图 43 公司官网界面

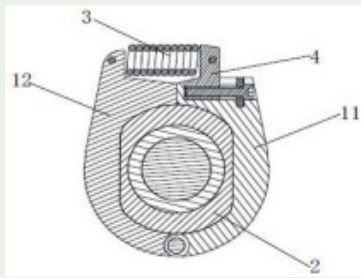
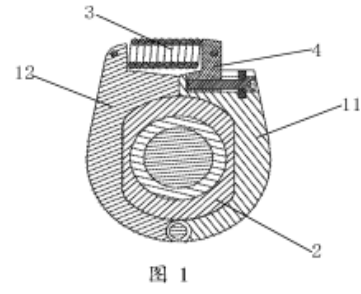

● 技术概述

碳纤维（CarbonFiber）是由聚丙烯腈（PAN）等有机纤维在 1000~3000° C 高温的惰性气体氛围中经氧化碳化后制成的，含碳量在 90% 以上的无机高分子纤维，是目前可以获得的最轻的无机材料之一。碳纤维是当下热门材料之一，在各行各业均有不错的成果呈现。

ArmMotus™ EMU 是一款基于末端控制的三维上肢康复机器人，采用了创新的线驱传动方式，搭配混合串并连杆结构，并应用轻量化的碳纤维材料，从而减小了机器人自身运动过程中的惯量和摩擦力。基于傅利叶智能自主研发、行业领先的力反馈技术平台，模拟治疗师手上的柔顺力控动作，根据需求输出助力或者阻力，实现在三维空间内的运动控制、肌力及认知训练等，带来全新的康复评估和训练体验。

上海傅利叶智能科技有限公司共申请专利 148 件，主要为中国专利，其中该公司关于碳纤维与康复辅具相关专利共 3 件，专利基本信息如下：

表 13 公司专利基本信息

序号	标题	公开（公告）号	申请日	专利类型	公开国别	首页附图
1	一种旋转缓冲助力机构和外骨骼踝关节缓冲助力装置	CN111920650A	2020/9/28	发明专利	CN	
2	ROTARY BUFFERING POWER-ASSISTED MECHANISM AND EXOSKELETON ANKLE-JOINT-BUFFERING POWER-ASSISTED DEVICE	W02022062706A1	2021/8/5	发明专利	WO	
3	三维上肢康复机器人 (ArmMotus EMU)	CN307130789S	2021/8/23	外观设计	CN	

● 产品展示

ArmMotus™ EMU 目前已投入市场，并获德国 2022 年 iF 设计大奖，成为首款荣获两大国际设计奖的康复机器人产品，其创新性、设计性、功能性等各方面获得国际认可。该产品具有以下特点：

(1) 柔顺力控，功能全面。

ArmMotus™ EMU 支持坐站位训练，可轻松切换左右手。丰富多样的训练方案，促进上肢肌力、运控控制能力、关节活动度等多项功能改善，让康复治疗更高效。

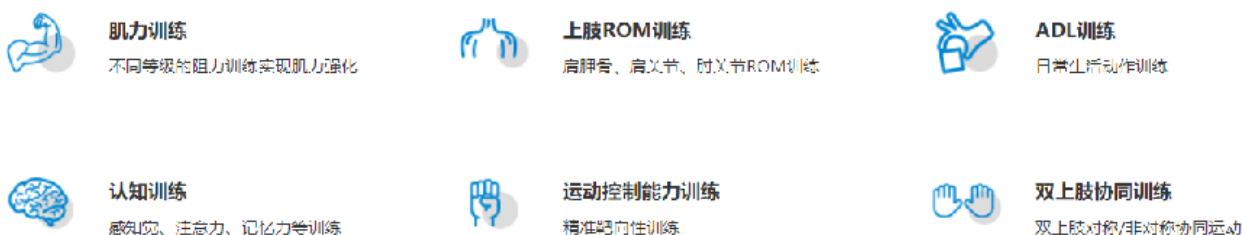


图 44 产品功能简介

(2) 定制化上肢训练动作轨迹。

EMU 提供了丰富的三维空间上肢训练动作轨迹。治疗师可以根据不同用户的训练目标进行选择，自定义训练处方，帮助用户恢复上肢功能，改善神经可塑性。



图 45 康复动作示例

(3) 康复期全覆盖。

EMU 适用于神经或肌骨损伤等导致的上肢功能障碍的用户。基于力反馈技术平台，通过感知用户用力程度按需提供助力或阻力，满足康复早期至中后期，上肢肌力 0~5 级的用户。



图 46 产品模式说明

■ 水凝胶在康复手套的应用

● 团队简介

中科院苏州医工所永康康复工程技术研发中心（以下简称“永康研发中心”）是在永康市政府大力支持下，依托永康完善的工业制造基础和中科院苏州医工所雄厚的研发力量，为推进永康市从中低端制造向中高端制造转变，创造永康市新的城市名片 - “健康装备之都”，由双方共同出资建立的专门从事康复工程技术研发与服务的研发机构。

永康研发中心秉承“合作、务实、创新、服务”的发展理念，面向健康产业，围绕人体健康状态辨识度与人体机能增强技术领域，开展各类康复训练与评估、助老助残、辅具支具、理疗护理等产品的研发、技术服务、成果转化与产业化等工作，推动和牵引永康市健康产业的聚集和发展。



图 47 公司官网界面

● 技术概述

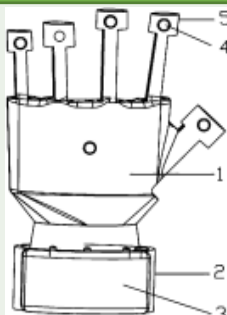
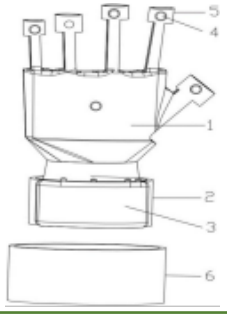
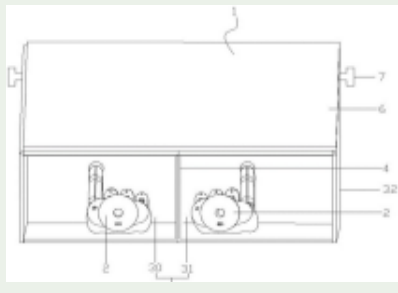
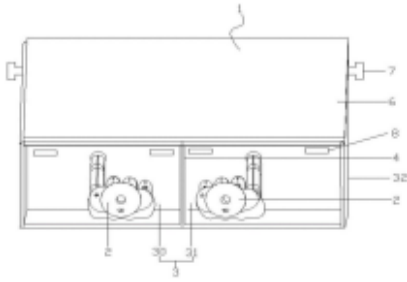
水凝胶（Hydrogel）是一类极为亲水的三维网络结构凝胶，它在水中迅速溶胀并在此溶胀状态可以保持大量体积的水而不溶解。

一种穿戴式手震动康复装置设备，包括手套本体、设置在所述手套本体腕部的手环、设置在所述手环上的控制显示模块、设置在所述手套本体和手环内壁上的保护层及设置在所述手套本体的每个指关节上的震动刺激模块、声光刺激

模块和电刺激模块。本技术发明的穿戴式手震动康复装置设备，能针对手指功能障碍的患者，通过震动和相关声、光、电刺激实现对患者的治疗效果；其震动频率可调，具有多种震动模式，能结合声光电刺激，还具有数据无线传输等功能。

永康国科康复工程技术有限公司共申请专利 85 件，均为中国专利，其中该公司关于水凝胶与康复辅具相关专利共 4 件，专利基本信息如下：

表 14 公司专利基本信息

序号	标题	公开（公告）号	申请日	专利类型	首页附图
1	穿戴式手震动康复装置设备	CN109394505A	2018/11/29	发明专利	
2	基于多模感觉的手功能康复设备	CN109621150A	2018/11/29	发明专利	
3	手功能镜像治疗装置	CN109675170A	2019/1/14	发明专利	
4	基于多模感觉康复手套的肢体镜像治疗装置	CN109939324A	2019/1/14	发明专利	

● 技术概述

可穿戴式智能助力手套，安装在指尖及手掌处的柔性压力传感器感知使用者对手套产生的压力信号，反馈给控制系统使执行器带动固定在手套中的人造肌腱使手指产生屈伸运动，使手套做出和手部相同的抓取动作，从而达到助力效果。

手套本体和手环的内壁上均设置有保护涂层，保护涂层通过喷涂保护涂料后再经干燥得到。保护涂层具有柔软、耐磨耐用、抗菌抑菌等性能，能提高手套本体和手环佩戴的舒适度，延迟其使用寿命，且能保护佩戴者的健康。水凝胶水润且柔韧，还具有优异的耐屈挠性和耐蠕变性能。水凝胶和天然乳胶复配使用，容易在手套本体和手环内壁上形成柔韧、性能稳定的保护涂层。



图 48 可穿戴式智能助力手套产品图

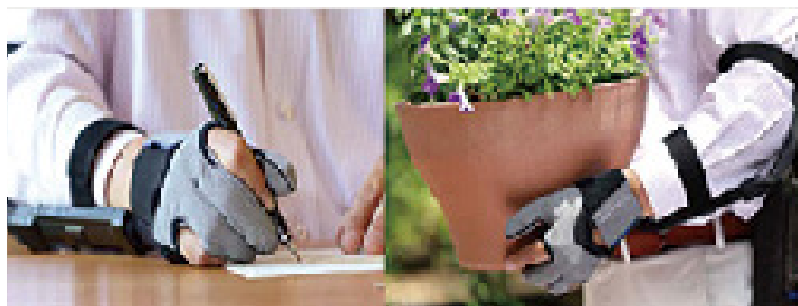


图 49 可穿戴式智能助力手套产品图

■ 液态金属在可穿戴康复辅具中的应用

● 团队简介

Liquid Wire 于 2016 年在俄勒冈州波特兰成立，现已成为新兴液态金属电路领域的全球领导者。该公司使用印刷在塑料和纺织基材上的一类专利无毒可印刷液态金属生产保形和柔韧的电子电路。通过更紧密地匹配人体皮肤的材料特性，Liquid Wire 电路允许复杂的传感器和数据传输电子设备进行舒适、长期的接触，以实现对身体远程监控。



LIQUID WIRE

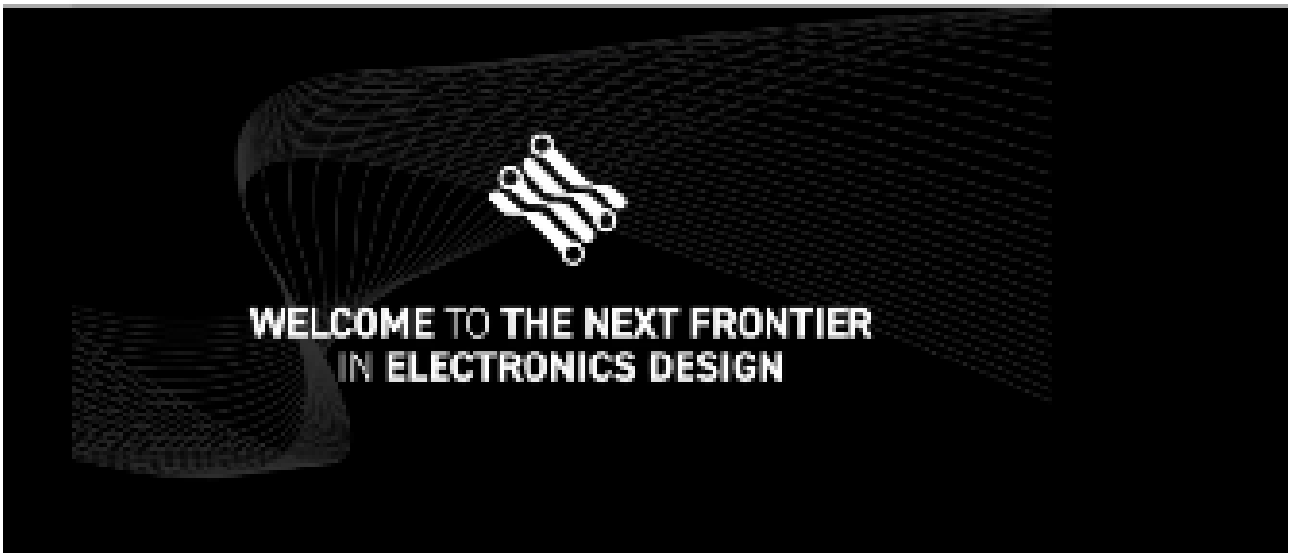
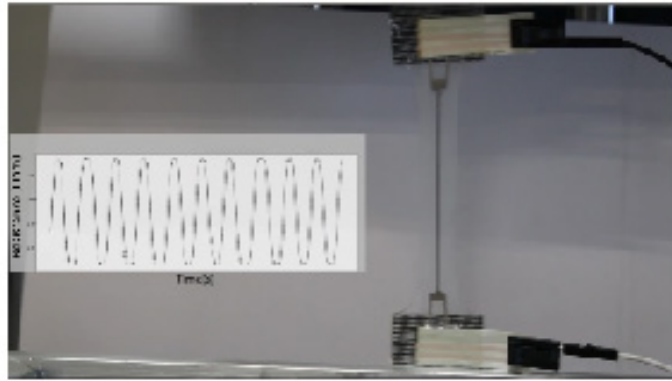


图 50 公司官网界面

● 技术概述

液态金属是指一种不定型金属，液态金属可看作由正离子流体和自由电子气组成的混合物。液态金属逐渐应用在康复医疗领域，比如利用液态金属导热快，给液态金属加热后通过输送通道使记忆合金连接件受热可以形变来实现关节部的伸出和弯曲。

Liquid Wire 的自我修复金属 Mel 导体随着电路的基板流动和拉伸。这允许电路几乎无限次地变形、扭曲或拉伸，而金属凝胶只需回流到原位，即可恢复其初始导电性。



阻力在拉伸过程中呈线性变化，然后在 30,000 次以上的拉伸后恢复到原始阻力

图 51 液体金属随电路运动情况

Liquid Wire 关于液态金属应用技术申请了 3 件发明专利，专利信息如下：

表 15 公司专利基本信息

序号	标题	公开（公告）号	申请日	专利类型	公开国别	首页附图
1	LIQUID WIRE	EP3424053A1	2017/2/27	发明申请	EP	
2	Liquid wire	JP2019516208A	2017/2/27	发明申请	JP	
3	LIQUID WIRE	WO2017151523A1	2017/2/27	发明申请	WO	

● 产品展示

LIQUID WIRE 关于液态金属材料的研究趋于成熟，运用液态金属制作的康复辅具产品处于研发阶段，目前有以下几种产品正在开发中：

(1) LIQUID WIRE 的 MSK+ 平台无缝实现实时肌肉骨骼数据收集。

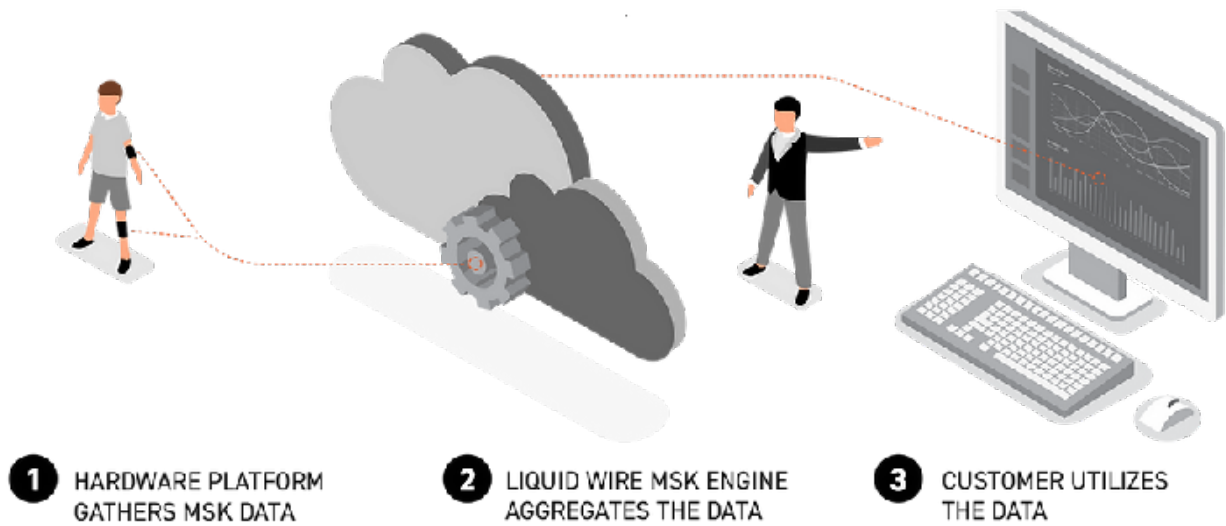


图 52 MSK+ 平台逻辑情况

访问前所未有的关于 3D 关节运动、肌肉弯曲和干涉的数据，现在可以通过可拉伸的流体回路和传感器实现。

- 配置为监测任何关节并包含任何传感器类型的液体回路，活动自由度和可拉伸性
- 以低成本实现实时高精检测系统
- 检测肌肉收缩，监测运动和肿胀
- 用户不再局限于地面扫描之前，也不存在被 vix 撞伤的风险
- 电路可清洗，可隐藏在运动服中

LEARN MORE >

图 53 液态金属产品与 3D 关节运动情况

LIQUID WIRE 关于液态金属材料的研究趋于成熟，运用液态金属制作的康复辅具产品处于研发阶段，目前有以下几种产品正在开发中：

(2) 医疗可穿戴设备

在塑料和纺织基材上生产先进的流体回路，基于专利添加剂改性的无毒镓合金。由此产生的电路由包裹在软弹性材料中的流体互连组成，复制了移动人体的机械行为。这允许将复杂的传感和数据处理功能直接集成到舒适的合身服装中。



图 54 医疗可穿戴设备



图 55 安全穿戴设备

液态金属的运用使医疗可穿戴设备、安全穿戴设备和非可穿戴设备工业应用在机器人、结构监测、汽车和航空航天领域成为可能。

■ 高压釜复合材料打造全球首个折叠行李箱式轮椅

● 团队简介

设计师 Andrea Mocellin 计划制造更好、更适合旅行的便携式轮椅。通过与高性能工程和复合材料专家 DEXET Technologies 建立合作伙伴关系，从而将 Mocellin 的初始设计和原型转变为完整的成品 Revolve Air 的六角形结构防刺穿轮子可以折叠起来，与标准折叠轮椅相比，它占用的空间减少了 60%，因此它可以放入飞机的头顶隔间。



图 56 公司官网界面

● 技术概述

复合材料是人们运用先进的材料制备技术将不同性质的材料组分优化组合而成的新材料。本发明技术涉及可折叠或可折起的轮子，其包括具有带橡胶的扇形区的轮缘，所述扇形区可从用于形成轮缘的伸展状态开始构造成用于轮子的最小总体尺寸的折起状态。

在空间受限的环境中旅行或上下班时，高性能轮椅将为用户提供更高的独立性。此外，该项目有望继续受益于复合材料带来的优势。虽然截止目前，该技术产品仅适用于高性能和高成本的产品，但是总体而言复合材料在该领域应用的前途非常光明。

Revolve Air 申请相关专利为发明专利，专利基本信息如下。

表 16 公司专利基本信息

序号	标题	公开（公告）号	申请日	专利类型	首页附图
1	可折叠式轮子和配备有这种轮子的车辆	CN108025590A	2016/9/1	发明专利	

● 产品展示

Revolve Air 是第一款主动式轮椅，它可以使用户能够自行行走，与手动轮椅相比，Revolve Air 可以提供更大的车轮、更低的靠背和更轻的重量；Revolve Air 的关键特征包括 Revolve 的 24 英寸可折叠轮。轮椅的折叠时间与标准可折叠轮椅的折叠时间相同，但最多可节省 60% 的空间，非常适合飞机旅行和类似旅程。



图 57 产品适用场合说明

先推广限量版 Revolve Air，为要求非常严格的客户开发不超过 50 支高质量定制轮椅。这种小批量生产的系列产品将使用标准的预浸料并采用高压釜工艺加工而成，与一般轮椅相比更轻、更结实、更灵活。



图 58 Revolve Air 产品正视图

■ 新型 TPU 材料在矫形器中的应用

● 团队简介

HeadStart Medical 成立于 2016 年，是位于加拿大的一家全心致力于治疗婴儿斜头畸形的健康工程公司，专门为患有斜头畸形和其他形式颅骨变形的婴儿提供医疗服务。敬业的专业团队处于颅骨重塑研究和开发的最前沿。

HeadStart 专注于治疗婴儿斜头畸形和其他形式的颅骨变形。该公司临床医生会使用 3D 扫描仪对婴儿的头部进行快速扫描，用特有的 3D 成像系统来捕捉婴儿头部的结构。随后扫描数据将立即出现在屏幕上，临床医生和家人可以了解应该采取哪些措施进行治疗。在确定治疗方案后，工程师可在三维软件中，创建定制的头颅矫正器的 3D 模型，并用 3D 打印机打印模型。待模型完成后，检查无误后即可装上带子和泡沫内衬，完成质量检查后便可交付。治疗过程完成后，婴儿将完美地矫正成正常的头型。



图 59 公司官网界面

● 技术概述

HeadStart Medical 选择了 Polymaker 的一款增韧的 PLA 作为该应用中的打印材料，该材料的冲击强度是普通 PLA 的 5-6 倍，这得益于该材料特有的纳米增强技术。该项技术可以显著地提高材料的韧性。因为婴儿好动，在自身的行动中，避免不了磕磕碰碰，这就需要头盔具有良好的抗冲能力。如果抗冲强度低，头盔极易破损，这对于婴儿来说，便是一种二次伤害。

PolyTerra™ PLA 是一种基于生物塑料的 3D 打印长丝，从头开始设计，以创建下一代 PLA，并提供易用性，打印质量，速度和可靠性。

打印设置	机械性能
喷嘴温度: 190°C–230°C	杨氏模量: 1882±141 Mpa
打印速度: 30mm / s – 70 mm / s	拉伸强度: 20.9±2.0 Mpa
底板温度: 25°C–60°C	弯曲强度: 39.6±1.1 Mpa
推荐底板: 玻璃, 蓝色胶带, BuilTak®	简支梁冲击强度: 5.7±0.4 kJ / m2
冷却风扇: 开	
基于0.4毫米喷嘴和Simplify 3D v.3.1。打印条件可能因打印机和喷嘴直径的不同而不同	
热性能	笔记
玻璃化温度: 60.6°C	干燥设定: 55°C6h
维卡软化温度: 62.7°C	推荐的支撑材料: PolyDissolve™S1, PolySupport™
熔化温度: 162.6°C	其他: N / A
	TDS: 下载
	SDS: 下载

图 60 PolyTerra™ PLA 规格参数

HeadStart Medical 关于新型 TPU 材料在婴儿头部矫正器的应用的专利共有 5 件，均为发明专利，专利信息如下表：

表 17 公司专利基本信息

序号	标题	公开（公告）号	申请日	专利类型	首页附图
1	System and method for preparing hollow core cranial remodeling orthoses	AU2019239794A1	2019/3/20	发明申请	
2	SYSTEM AND METHOD FOR PREPARING HOLLOW CORE CRANIAL REMODELING ORTHOSES	AU2021215267A1	2021/8/13	发明申请	
3	SYSTEM AND METHOD FOR PREPARING HOLLOW CORE CRANIAL REMODELING ORTHOSES	CA3094419A1	2019/3/20	发明申请	
4	SYSTEM AND METHOD FOR PREPARING HOLLOW CORE CRANIAL REMODELING ORTHOSES	US20210322200A1	2019/3/20	发明申请	
5	SYSTEM AND METHOD FOR PREPARING HOLLOW CORE CRANIAL REMODELING ORTHOSES	W02019178686A1	2019/3/20	发明申请	

● 产品展示

PolyTerra™ PLA 制作的婴儿头部矫正器已投入市场，该矫正器产品有以下特点：

- (1) 定制化：基于精确的 3D 头部扫描制作。3D 图像会在您扫描时出现在屏幕上，以提供实时反馈；
- (2) 重量：重量不到传统头盔的 1/2，厚度的 1/3。轻巧且低调；
- 透气性：让宝宝舒适健康。测试表明，我们的表带比传统表带内部温度低 4°；
- (3) 环保：可生物降解材料、低能耗制造技术以及减少 95% 的制造废料；
- (4) 安全性：我们的表带经过严格的安全测试，在澳大利亚、巴西、加拿大、中国和美国得到认可；
- (5) 舒适性：注入凝胶的填充物可提供全天整夜的舒适感并减少带子的移动。



图 61 矫正器产品图

HeadStart 颅带设计和制造系统的效率允许在婴儿的整个头部生长期间进行有效治疗。HeadStart 的程序有许多选项，让我们可以继续治疗，直到每个人都对头部形状感到满意，头骨结实，婴儿活动能力强，不再担心退化。不用担心平坦的地方会再次回来！



图 62 矫正器使用情况

■ 超导材料用于视力辅助的眼镜

● 团队简介

Eyedaptic 是一家私营公司，开发视觉辅助软件，由增强现实硬件支持，用于黄斑变性和其他视网膜疾病。该软件超越了放大倍数，实现了更完整的视野，并为患有 AMD（年龄相关性黄斑变性）等中心视力障碍的人模拟自然视力，以重振他们的生活质量。

Eyedaptic 提供舒适的可穿戴眼镜，该眼镜使用专有的视觉增强软件，可有效模拟人的自然视觉。Eyedaptic 是与领先的眼科视网膜专家、低视力验光师和职业治疗师共同设计的，完全无创且像眼镜一样佩戴。临床研究证明了在日常任务中的功效并提高了视力。



Home About ▾ Products ▾ Eyecare Professionals Contact Us

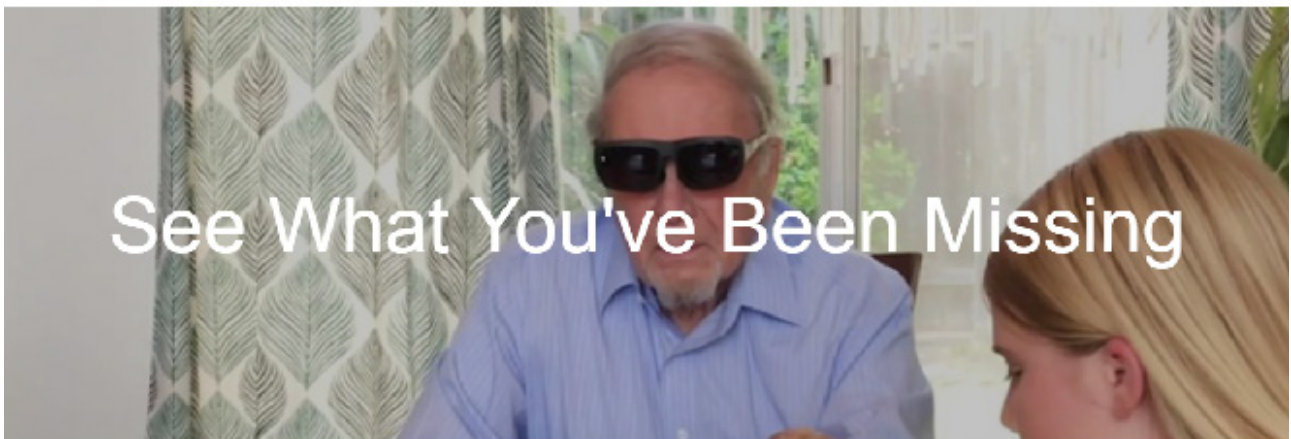


图 63 公司官网界面

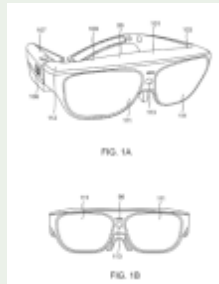
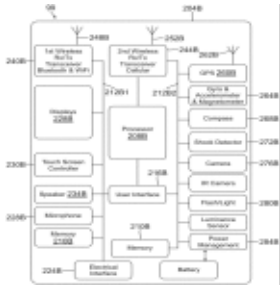
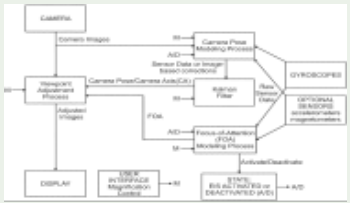

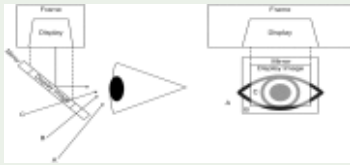
● 技术概述

超导材料，是指具有在一定的低温条件下呈现出电阻等于零以及排斥磁力线的性质的材料。超导材料处于超导态时电阻为零，能够无损耗地传输电能。

Eyedaptic 的产品为能够在不同地配置移动使用，设备处理器 208 ACD 的 B 和其它元素 99 和 / 或移动设备 200 B 从电池接收电力 220 B 或其它电源。通过使用在室温输出下储存和释放能量的材料，将超导材料用于超级电池的使用并入或实现在 ACD 中，参见例如 Lamborghini/MIT 电池类型的功能元件，如具有其它技术益处的电池。

Eyedaptic 关于超导材料在视力辅助的眼镜的运用的相关专利共有 5 件，均为发明专利，其中一项已授权，具体情况见下表：

表 18 公司专利基本信息

序号	标题	公开（公告）号	申请日	专利类型	首页附图
1	Systems for augmented reality visual aids and tools	US10872472B2	2020/2/12	发明专利授权	
2	SYSTEMS FOR AUGMENTED REALITY VISUAL AIDS AND TOOLS	US20210110616A1	2020/12/21	发明专利申请	
3	DEMONSTRATION DEVICES AND METHODS FOR ENHANCEMENT FOR LOW VISION USERS AND SYSTEMS IMPROVEMENTS	US20210241434A1	2021/4/19	发明专利申请	
4	ARTIFICIAL INTELLIGENCE ENHANCED SYSTEM FOR ADAPTIVE CONTROL DRIVEN AR/VR VISUAL AIDS	US20210319626A1	2021/6/22	发明专利申请	
5	HYBRID SEE THROUGH AUGMENTED REALITY SYSTEMS AND METHODS FOR LOW VISION USERS	US20220082841A1	2021/11/29	发明专利申请	

● 产品展示

Eyedaptic 目前专利主要保护低视力技术，包括混合透视技术，该技术支持低视力的增强现实以及图像处理和机器学习软件算法以及用于刺激自然视觉的自适应系统，已投入市场。

混合透视 (HST) 设备专门设计用于通过合并视频透视 (VST) 和光学透视 (OST) 设备的最有利方面来利用增强现实。HST 设备拥有 OST 平台的轻量级、开放式和符合人体工程学的外形尺寸，同时保留了 VST 设备的处理能力和沉浸式视觉功能。

HST 是一种独特的方法来治疗市场上出现的具有 Eyedaptic 专利设计的低视力辅助设备。HST 旨在迎合低视力人群并解决 OST 和 VST 设备中普遍存在的问题。



图 64 EYE4 产品使用图

用于 AMD 视力辅助的 Eyedaptic 眼镜

Eyedaptic EYE4, EyeSwitch™ 现已上市!

EyeSwitch™



图 65 EYE4 产品上市图

EyeSwitch™ 现已推出 EYE4，充分利用手机中的摄像头和眼镜，实现可穿戴助视器和手持放大镜的二合一功能。

EYE4 眼镜重量为 3 盎司，重量轻且不显眼，完全舒适且美观。包括的主要功能包括多合一用户界面、图像处理和手机电池充电，该手机连接到眼镜以供低视力使用。

EYE4 设备采用最先进的技术，是市场上最轻、最舒适的可穿戴助视器。它可以显示更宽的视野和更高分辨率的显示器，以实现更好的视网膜覆盖并提高视力。这款眼镜由连接的手机供电，提供所有处理能力以及两个高分辨率摄像头，以获得卓越的图像质量。包括以前 Eyedaptic 产品的所有高级功能，例如通用的简单图形用户界面、高级图像稳定和自适应功能，以实现更大的个性化。通过关键的验光实践扩大其客户范围，Eyedaptic 可以扩大 EYE4 对低视力社区的可达性。

■ 形状记忆高分子材料在听力装置中的应用

● 团队简介

Sonova 是创新听力保健解决方案的全球领导者：从个人音频设备和无线通信系统到听力保健服务、助听器和人工耳蜗。集团成立于 1947 年，总部位于瑞士施塔法。

索诺瓦 (Sonova Holding AG, 2007 年 8 月 1 日前名为 Phonak Holding AG) 是一家瑞士公司，总部位于施泰法，该公司专门从事听力护理解决方案（助听器、人工耳蜗、无线通讯解决方案）。该公司旗下有 Phonak、Unitron、Hansaton、Advanced Bionics 和 AudioNova 等品牌。截至 2021 年，索诺瓦在全球助听器市场的销售额中占有 24%。



图 66 公司官网界面

● 技术概述

形状记忆聚合物 (Shape Memory Polymer, 简称 SMP), 又称为形状记忆高分子, 是指具有初始形状的制品 在一定的条件下改变其初始条件并固定后, 通过外界条件 (如热、电、光、化学感应等) 的刺激又可恢复其初始形状的高分子材料。

新的耳塞设计包括第一部分 (例如壳体) 和第二内侧部分, 所述第一部分能够被定制为个体耳道几何形状, 所述第二内侧部分在原位定制过程期间不改变或仅稍微改变其形状。在第二部分中, 连接器 (例如与助听器的部件 (例如接收器或声音管) 连接) 和一个或多个通气口 (如果需要的话) 可以被集成。

耳塞的第一部分可以由允许耳道中的原位定制的形状记忆聚合物 (SMP) 制作。它可以以不同尺寸提供, 以便适配各种各样的耳朵。由于第一部分的锥形 (其壁能够是渐缩的), 即它们能够在内侧端处更窄并且朝向横向端变得更厚。此外, 壁厚能够对于耳塞的不同尺寸 (例如三种不同的尺寸) 而不同。

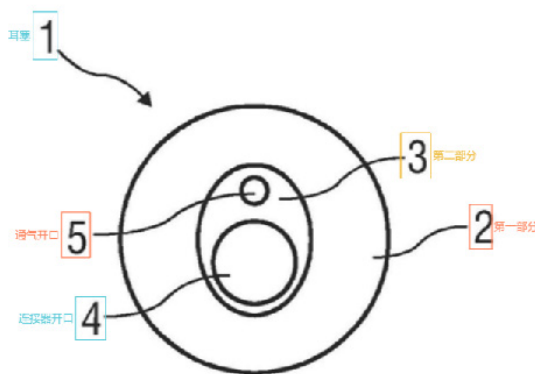


图 67 耳塞的示意性俯视图

Sonova 关于形状记忆高分子材料在听力装置运用的专利有 2 件, 均为发明专利, 基本专利信息如下:

表 19 公司专利基本信息

序号	标题	公开 (公告) 号	申请日	专利类型	公开国别	首页附图
1	用于听力设备的耳塞	CN113015072A	2020/12/1 1	发明专利	CN	
2	Earpiece for a Hearing Device	US20210195351A 1	2020/12/1 6	发明专利	US	

● 产品展示

Sonova 旗下公司峰力助听器耳塞制作材料之一为形状记忆聚合物，使该公司助听器产品在不影响其效果的情况下佩戴舒适，该技术产品现已投入市场，主要产品信息如下：

(1) 峰力奈达™ 天堂系列助听器

强大的 BTE 助听器具有更高级别、强大的声音、与智能手机、电视等设备的连接性，并支持智能应用程序。



下一个层次，强大的声音

Phonak Naida Paradise 结合了新的硬件和增强的软件，在无数不同的聆听环境中响应您的需求。

新功能包括语音增强器、动态降噪、运动传感器听力等。



连接到智能手机、电视等

直接连接到您的 iOS® 或 Android™ 智能手机或其他支持蓝牙® 的设备。享受无缝通话和两个有源设备之间无缝切换。



赋能智能应用

使用 myPhonak 应用程序，您可以通过微调声音设置和创建自己的自定义程序来个性化您的听力体验。您还可以通过与听力保健专家远程获得实时助听器调整。

图 68 峰力奈达™ 天堂系列助听器产品及性能

(2) 峰力 Audéo™ 天堂系列助听器

Audéo Paradise 由全新硬件组成，在听力性能方面表现出色，并拥有多项高级功能。提供无与伦比听力体验的助听器。并有多种颜色可供选择。

提供无与伦比“听力体验”的助听器：

- ✓ 清晰自然的声音
- ✓ 出色的语言理解
- ✓ 个性化降噪
- ✓ 带水龙头的语音助手
- ✓ 连接到智能手机、电视等
- ✓ 赋能智能应用

选择助手颜色

**音韵达™
运河接收器**

- 定制：可直接在地埋于耳道
- 独特平衡单倍力技术
- 直接连接到 iOS 和 Android 设备
- 远程控制
- 运动传感器听力

**音韵达™
运河接收器**

- 电话：40 度可充电磁手
- 轻盈超薄听力壳
- 无缝连接到 iOS 和 Android 设备
- 点击控制
- 运动传感器听力
- Telecoil

**音韵达™
运河接收器**

- 电话：13 种空气
- 轻盈超薄听力壳
- 无缝连接到 iOS 和 Android 设备

**音韵达™ P-101
运河接收器**

- 电话：13 种空气
- 轻盈超薄听力壳
- 无缝连接到 iOS 和 Android 设备
- Telecoil

图 69 峰力 Audéo™ 天堂系列助听器产品及性能

■ 石墨烯纳米管在假肢中的应用

● 团队简介

Motorica 自 2014 年以来，一直在医学和机器人技术的交界处研究和开发技术，并于 2015 年，专注于现代医学和机器人技术的研究和开发，为日常生活生产功能性上肢小工具假肢。该公司与个人以及公共和私人假肢企业合作。Motorica 是 Skolkovo 创新中心的驻地。

目前，我们正在生产两种类型的假肢：主动、身体动力的 CYBI 假肢以及 Indy 和 Manifesto 仿生假肢。这些假肢适用于手腕和前臂水平上肢截肢的儿童和成人。

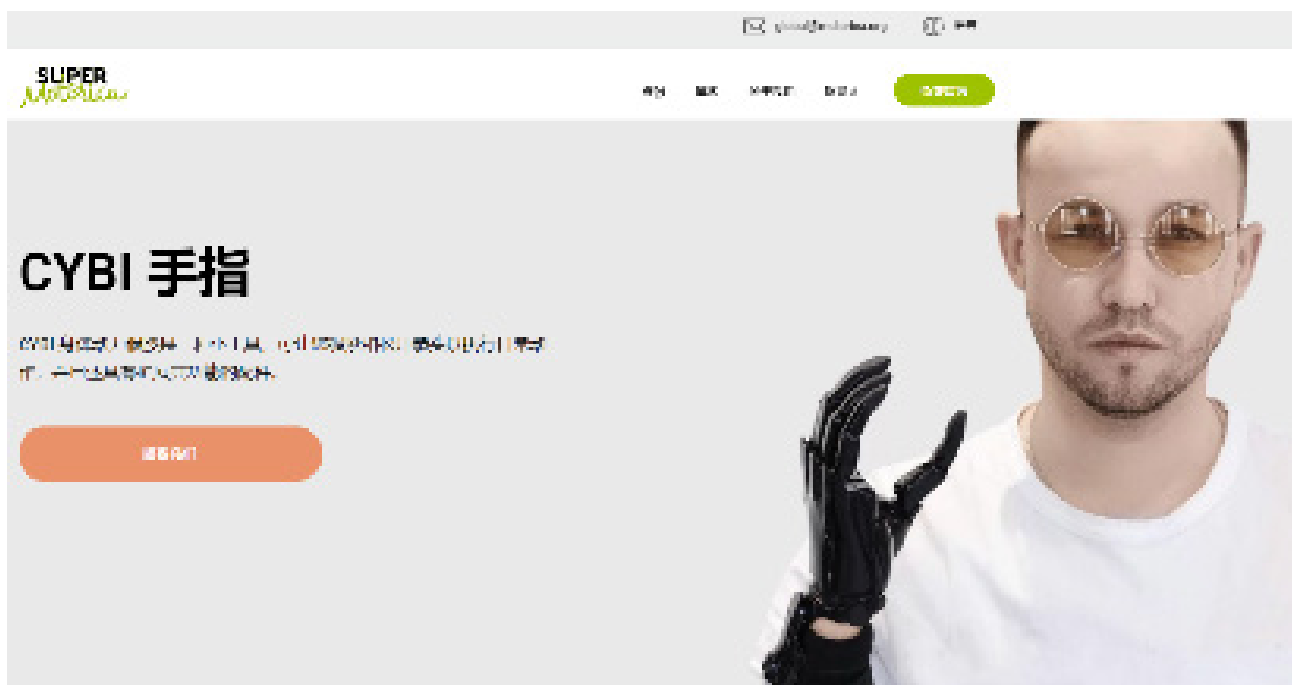


图 70 公司官网界面

● 技术概述

作为一种新型的纳米材料，石墨烯在光学、电学、力学、化学等方面均具有独特且优异的性能。石墨烯纳米管的应用范围进一步扩大。灵活且超强的石墨烯纳米管的形状类似于人类的长发；然而，它们比头发还要细 50,000 倍。由于这种独特的形态和特性，石墨烯纳米管赋予材料新的性能组合。除有机硅外，它们还用于数十种其他聚合物和电化学电流源。

假体包括具有远侧指骨的人造手指和用于手假体与电容触摸屏相互作用的导电元件。导电元件由聚合物填充物和碳纳米管的混合物组成，并具有与人体皮肤覆盖层中的该水平相对应的电阻率水平。用于手假体与电容性触摸屏相互作用的导电元件制成手假体的人造手指或人造手指的远侧指骨的形式。

Motorica 的与触摸屏交互的功能性假手的申请发明专利 1 件，专利基本信息如下：

表 20 公司专利基本信息

序号	标题	申请人	公开（公告）号	申请日	专利类型
1	HAND PROSTHESIS FOR INTERACTION WITH A CAPACITIVE TOUCH SCREEN OF AN ELECTRONIC APPARATUS	LLC MOTORICA	RU2765089C1	2020/11/20	发明授权

● 产品展示

Motorica 的年轻科学家在由导电有机硅制成的指套中使用石墨烯纳米管，制造出可以与触摸屏交互的功能性假手，现已投入市场。目前，市场上具有此类功能的网络假肢的成本比价格高达 30,000 美元的最接近的同类解决方案的成本低 10 到 15 倍。

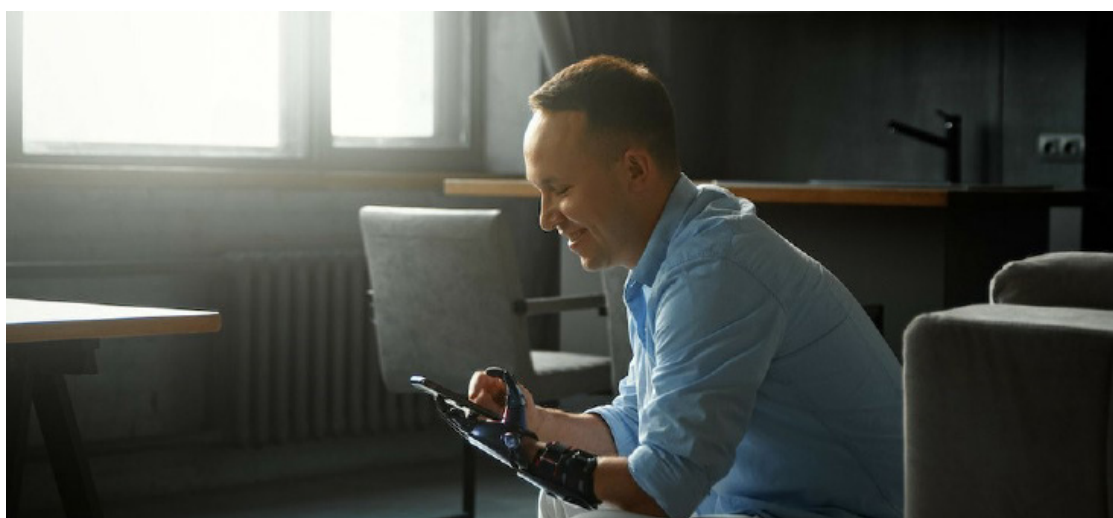


图 71 CYBI 假体使用手机情况

CYBI 假体采用现代 3D 打印技术制成，由塑料和金属制成。主动式手部假肢无需电子设备即可工作；对于儿童和第一次接受假肢的人来说，它很容易掌握。

通过 3D 打印进行快速原型制作用于制造。为了创建功能原型，使用了选择性激光烧结 (SLS) 技术——通过激光逐层烧结粉末。该技术允许创建更高质量和足够操作参数的最终产品以及不需要额外处理的高级表面。

现代主动假肢中的抓握功能是通过电缆张力来实现的。电缆与假肢手指连接并固定在前臂上。当腕关节移动时会产生张力。

假肢使受伤的肢体变得活跃，从而加强前臂肌肉，保持它们，不让它们萎缩和允许。将来改用生物电假体。



图 72 CYBI 假体产品

■ 磁材料在假肢中应用

● 团队简介

坐落于美国波士顿的麻省理工学院的 26 个媒体实验室之一的生物机电一体化小组 The Biomechatronics group， 研究组负责人 Hugh Herr， 麻省理工学院媒体实验室生物机电一体化小组的负责人， 正在创造仿效自然肢体功能的仿生肢体。他们利用包含嵌入式处理器、传感器、无线网络、模拟器件以及控制软件在内的嵌入式系统，把机械工程与生物力学、神经网络控制学相融合。希望依靠嵌入式技术和其他未来技术，在本世纪末消除这些残疾。

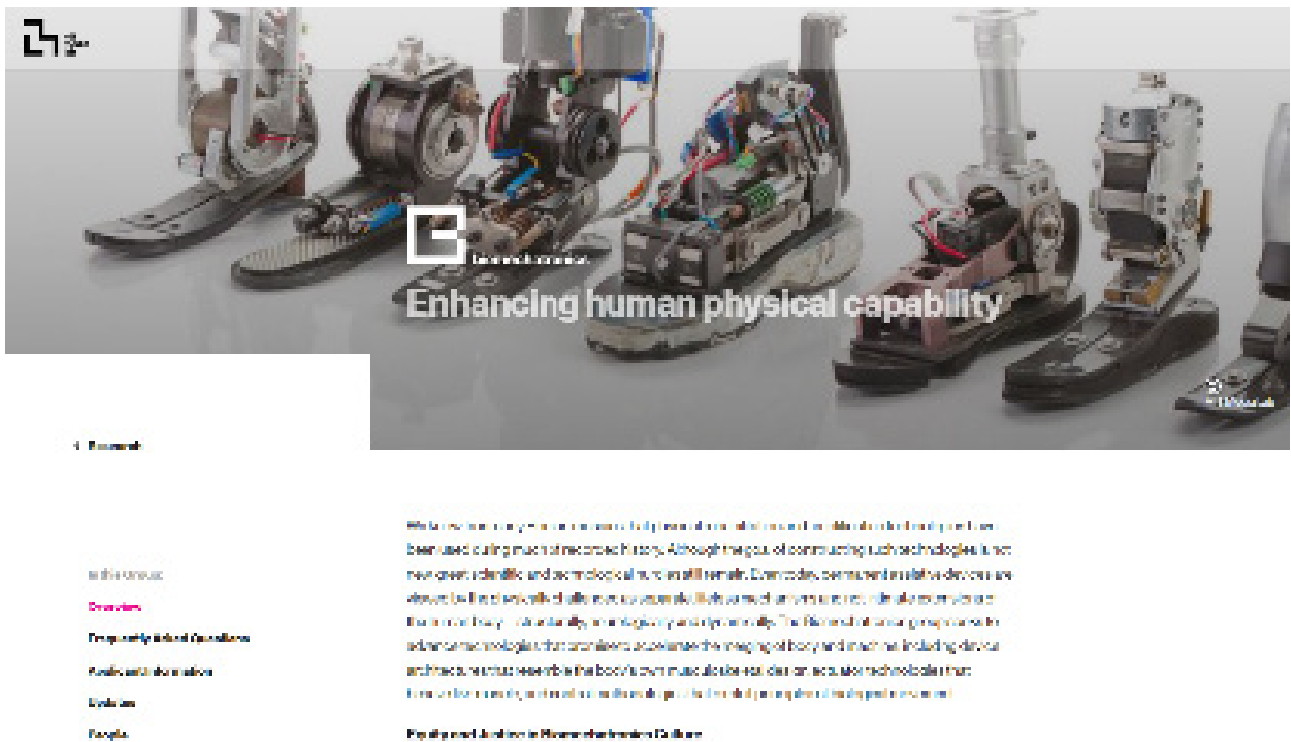


图 73 The Biomechatronics group 官网首页

● 技术概述

能对磁场作出某种方式反应的材料称为磁性材料。按照物质在外磁场中表现出来磁性的强弱，可将其分为抗磁性物质、顺磁性物质、铁磁性物质、反铁磁性物质和亚铁磁性物质。

本技术涉及磁微测量法（Magnetomicrometry），运用磁珠特性来更好的控制假肢，假肢使用更加灵活自如。软组织工作是该技术的一部分。第二个是，一旦你创建了这些组织接口，我们如何感知组织的状态并将其重新传达给外部机器人附件上的计算机。

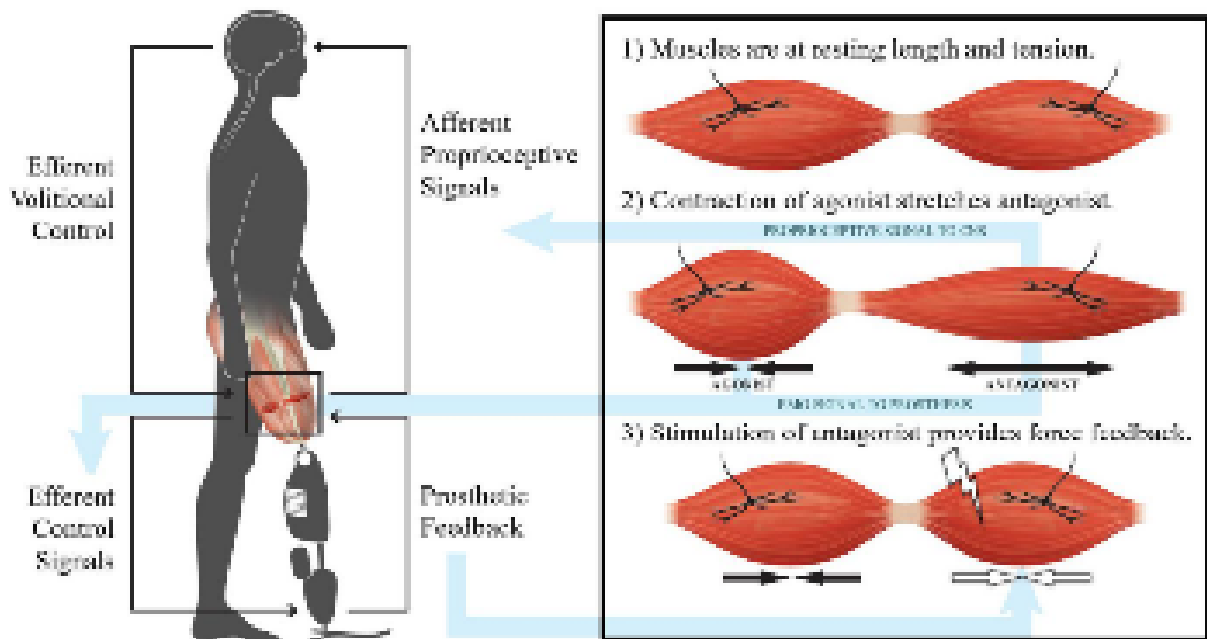


图 74 磁微测量法控制假肢

对于第二个部件，我们的策略是植入小磁球——一个直径约 3 毫米的 BB 状球，上面涂有花或钛等生物相容性材料。然后我们将珠子注射到任何组织中，对于我们的第一个应用，我们针对的是肌肉。然后通过皮肤表面的电子传感器，我们测量植入球体产生的磁场线的大小和方向。

然后我们可以非常精确地确定每个球体的位置，即使没有从球体连接到电子设备的电线。当肌肉收缩和伸展时，我们可以用数学方法确定它们的位置，这样我们就可以精确测量肌肉长度和速度与时间的关系。然后，我们计划将该状态信息直接传达给仿生肢体上的小型计算机，让人们对他们的仿生肢体进行精确控制。这项工作现在处于临床前阶段；我们还没有植入人类，但我们正朝着这个方向快速前进。

我将其描述为一种微创策略。它是侵入性的，因为我们在体内植入了一些东西，但我们植入的是被动的；没有电线，体内不需要电子设备。任何护士都可以将珠子植入组织内，而监管障碍和成本确实是适中的。

植入后，可以应用主从控制。想象一个肘部以下截肢的人，该人的前臂肌肉以激动剂和拮抗剂对连接，形成激动剂 - 拮抗剂肌神经界面 - AMI。然后我们将在每块肌肉中植入两个磁球。然后我们将在皮肤上放置一个信用卡大小的电子板，用于测量每块肌肉的长度和速度。

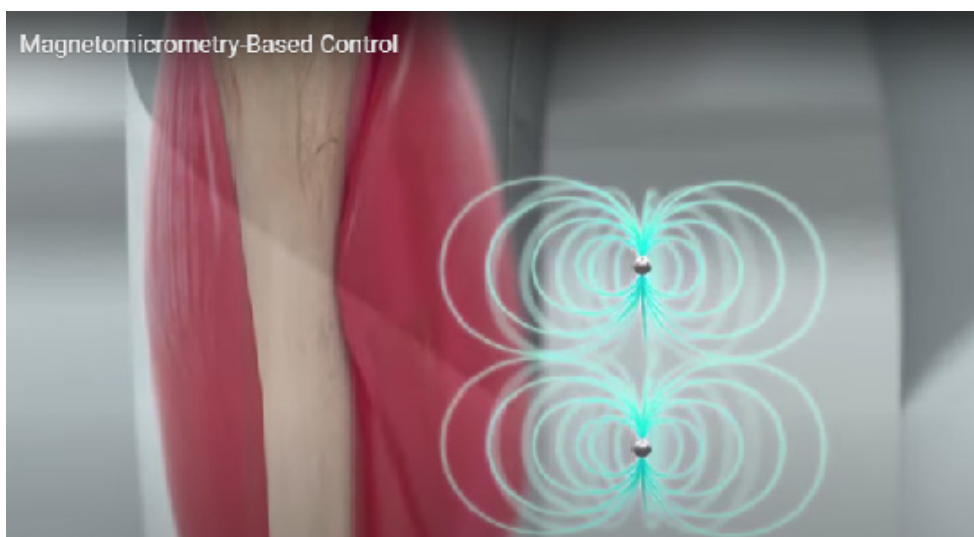


图 75 磁微测量法控制假肢模拟图

因此，当这个人移动他们的虚拟手腕、手和手指时，我们将非常精确地测量所有这些运动，并将每块肌肉的长度和速度数据传达给主从控制中的机器人手和手腕。这种方法将从肌肉的线性空间直接到机械手的旋转空间。

● 产品展示

麻省理工学院的 MIT Biomechatronics Group 的研究人员正在使用磁铁来帮助改善对假肢的控制，目前在进一步研究中。该研究产品基于磁微测量法展开，该方法是把小磁珠植入截肢残肢的肌肉组织，通过小磁珠在肌肉收缩时测量肌肉的运动量，以跟踪每块肌肉的特定运动，信息被传输到仿生肢体，让用户直接控制它。

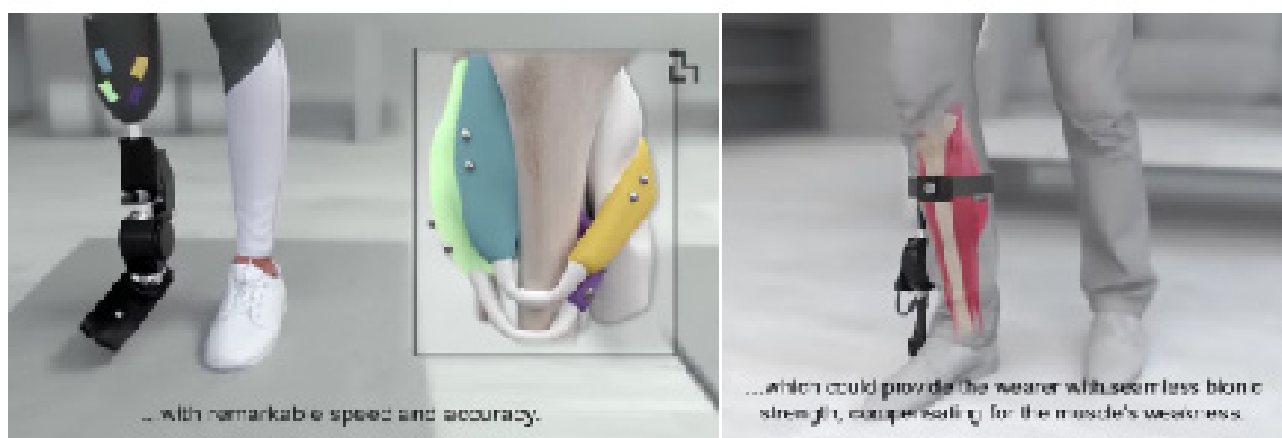


图 76 产品使用模拟图

■ 新型低摩擦 EVA 材料在假肢中的应用

● 团队简介

1942 年，埃德蒙 (Edmond) 和伦纳德·莱昂内 (Leonard Leone) 兄弟在纽约州布法罗的工业区中心开设了一家小型机械厂。后来一家飞机公司找到他们，询问他们是否可以用一种相对较新的材料制造飞机零件——一种叫做“塑料”的材料。兄弟俩决定将自己的公司命名为 Curbell Machine Shop，并根据两位早期客户——Curtiss-Wright 和 Bell Aircraft 制造了“Curbell”这个名称。

随着塑料业务的持续增长，Curbell, Inc. 创建了 Curbell Plastics, Inc. 作为一个单独的实体，专注于塑料。今天，我们是塑料片材、棒材、管材、薄膜、粘合剂和原型材料的主要供应商。

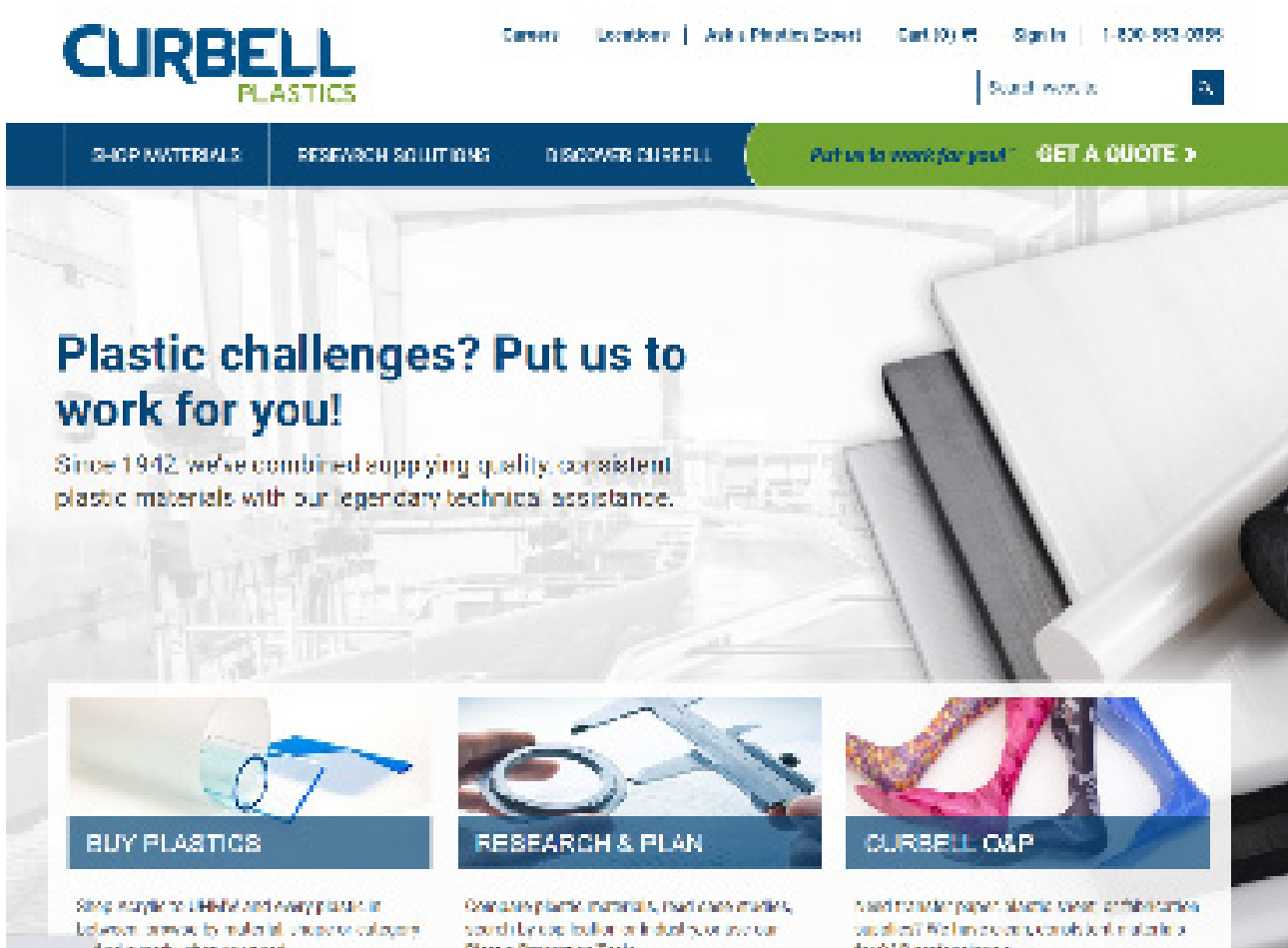


图 77 公司官网首页

● 技术概述

目前，假肢制作为了方便使用者穿戴，塑料制造商通过将有机硅混入 EVA 中来降低高摩擦系数，但有硅胶的 EVA 片材制作的假肢有以下缺点：

- (1) EVA 和硅胶制成的插座时可能会出现皮肤刺激；
- (2) 随着时间的推移，由 EVA 和硅胶制成的插座也可能会从假肢中挤出；
- (3) 硅胶填充的 EVA 片材可能难以制造。

柔性 EVA（乙烯醋酸乙烯酯）是乙烯和醋酸乙烯酯的共聚物。它是一种极具弹性的材料，可以像其他热塑性塑料一样进行加工。该材料具有低温韧性、抗应力开裂和抗紫外线辐射能力。在矫形器和假肢市场中，制造商将这种材料称为：OP-TEK® Flex、Duraflex®、Proflex 或 Orfitrans™ Excel。（注意：每个品牌的等级和灵活性可能略有不同。）

标准尺寸

OP-TEK® FLEX	尺寸： 12 英寸 x 12 英寸 - 48 英寸 x 96 英寸	OP-TEK® FLEX COMFORT	尺寸： 16 英寸 x 16 英寸 - 48 英寸 x 96 英寸
	厚度： 0.062 英寸 - 0.625 英寸		厚度： 0.187 英寸 - 0.500 英寸
	颜色：自然色、黑色		颜色：白色、黑色

图 78 柔性 EVA（乙烯醋酸乙烯酯）参数

● 产品展示

OP-TEK® 是一种新型低摩擦、柔软、有弹性的 EVA 共聚物，当用作刚性插座框架的衬垫时，可提供出色的患者舒适度，目前已投入市场。OP-TEK® Flex 经过特殊配制，与其他柔性塑料相比，可在成型过程中保持更一致的壁。OP-TEK® 柔性材料有半透明白色、黑色和黑色 / 白色（双层）。OP-TEK® Flex Comfort 具有专有的非硅润滑剂，可大大减少摩擦，使患者可以轻松穿脱假肢。OP-TEK® Flex Comfort 中用于减少摩擦的添加剂具有低过敏性¹且符合 FDA 标准，可用于直接皮肤接触。除了减少皮肤刺激的可能性外，OP-TEK® Flex Comfort 还具有比硅胶填充的 EVA 更柔软的“感觉”的额外好处。



图 79 新型低摩擦 EVA 材料制作的假肢产品

五、总结

Summary

本报告选取的案例主要从三个方面进行总结：

研发方式多样化。案例主要为前沿新材料、先进高分子材料及高性能复核材料等在康复辅具的应用。新材料赋能康复辅具技术的研发团队主要为企业、高校及企业和高校合作研发，这表明产品研发不局限在企业内部，打开新材料赋能康复辅具技术研发新局面。

涉及技术面广。新材料赋能康复辅具结合人工智能技术、3D 打印技术及磁微测量等技术类型，使得康复辅具和新材料融合性能高，凸显各自性能优势。

产品市场大。新材料赋能康复辅具产品涉及康复机器人、康复手套、轮椅、矫形器、助听器及假肢等，绝大多数已投入市场，并获得相关报道以及奖项荣誉，研究成果获得市场和行业认可。

新材料是材料工业发展的先导，是重要的战略性新兴产业。我国康复辅助器具需求和市场潜力巨大，目前新材料未全面运用在康复辅具产业中，未来可主要突破新材料与康复辅具的结合技术，为康复辅具产业带来更多可能性。