金属所发明轻质高强韧高阻尼镁-MAX相仿生金属陶瓷

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21444.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

金属所发明轻质高强韧高阻尼镁-MAX相仿生金属陶瓷

。轻质高强韧高阻尼材料对促进结构减重、保障安全服役，以及提升减振、吸能、降噪等功能至关重要，在航空航天、精密仪器等领域具广泛应用前景。金属和陶瓷是工程应用最广泛的两类结构材料，陶瓷具高模量、高硬度、高热稳定性等优点，但断裂韧性和阻尼偏低，力学性能对缺陷较为敏感，特别是在张应力条件下强度明显减弱。与陶瓷相比，金属通常表现出更为优异的延展性和断裂韧性，其中镁和镁合金具突出的比强度、比刚度和阻尼性能，然而，金属的绝对强度、刚度和断裂韧性均偏低，一定程度上限制了金属的广泛应用。

由金属和陶瓷组成的复合材料，又称金属陶瓷(cermet)，有望综合两相的性能优势，同步获得轻质高强韧高阻尼性能。然而，现有金属陶瓷大都以强化相分散于连续基体相中，各相三维空间连通性较差，且往往缺乏特定空间构型设计，难以兼具陶瓷的高强度与金属的高韧性，同时阻尼系数普遍偏低，且随着强度提升而进一步下降。自然界中的贝壳、骨骼等天然生物材料各组成相在三维空间均保持连续且相互贯穿，以此实现不同性能优势的高效结合，这种巧妙结构可为研制新型高性能金属陶瓷材料提供重要启示。

近日，中国科学院金属研究所材料使役行为研究部仿生材料设计团队与轻质高强材料研究部及国内外科研人员合作，选用兼具金属和陶瓷特性且与镁界面润湿性良好的MAX相陶瓷作为组元，利用含氧气氛下的可控球磨工艺将MAX相剥离成亚微米尺度薄片，利用真空抽滤实现陶瓷薄片的择优定向排列，将镁熔体浸渗入部分烧结的多孔陶瓷骨架中，研制了具超细尺度三维互穿类贝壳结构的新型镁-MAX相仿生金属陶瓷材料，如图1所示。该仿生金属陶瓷材料具有以下特点：仿生空间构型，MAX相薄片择优定向排列，镁填充薄片之间的空隙，形成类似天然贝壳的微观软硬交替层状结构，有助于减弱裂纹尖端的有效应力强度水平，诱导裂纹沿镁相发生偏转，并通过MAX相薄片的桥接与拔出阻碍裂纹面张开，从而起到有效的增韧作用;两相三维互穿，镁和MAX相各自保持连续，连续的镁有助于保留其高阻尼性能，连续的MAX相有助于获得高强化效率，并且两相在三维空间相互贯穿，促进各相内部及两相之间的应力传递，减轻应力集中，延缓因各单一相或两相界面损伤导致整体过早断裂;超细结构尺度，镁和MAX相的特征尺寸均在亚微米到纳米范围，实现金属相细晶强化，同时减小MAX相中的缺陷尺寸，充分发挥陶瓷组元的强化作用，且获得高密度(~7.5×103mm-1)的两相界面，通过促进位错在界面处形成与可逆运动提高阻尼性能。

上述组成与结构的巧妙设计赋予仿生材料优异的轻质高强韧高阻尼性能，在密度与铝合金相当的

条件下(2.79g · cm-3)，该材料的室温压缩与弯曲强度均超过1GPa，即使在200 ° C下，强度依然接近700MPa，均显著高于各组元及其他镁-陶瓷复合材料，同时获得了超过350MPa/(g · cm-3)的超高比强度，高于绝大多数块状镁及镁合金、陶瓷及其他金属-陶瓷复合材料，且仿生材料表现出超过单一镁组元的优异阻尼性能及良好的断裂韧性(16.4MPa · m1/2)，如图2所示。

新型镁-MAX相仿生金属陶瓷在承载、减振等方面具独特优势，有望应用于航空航天、精密仪器等领域，该仿生设计思路也可为开发新型高性能金属陶瓷材料提供启示。相关研究成果发表在Materials Today，并申请了发明专利一项。

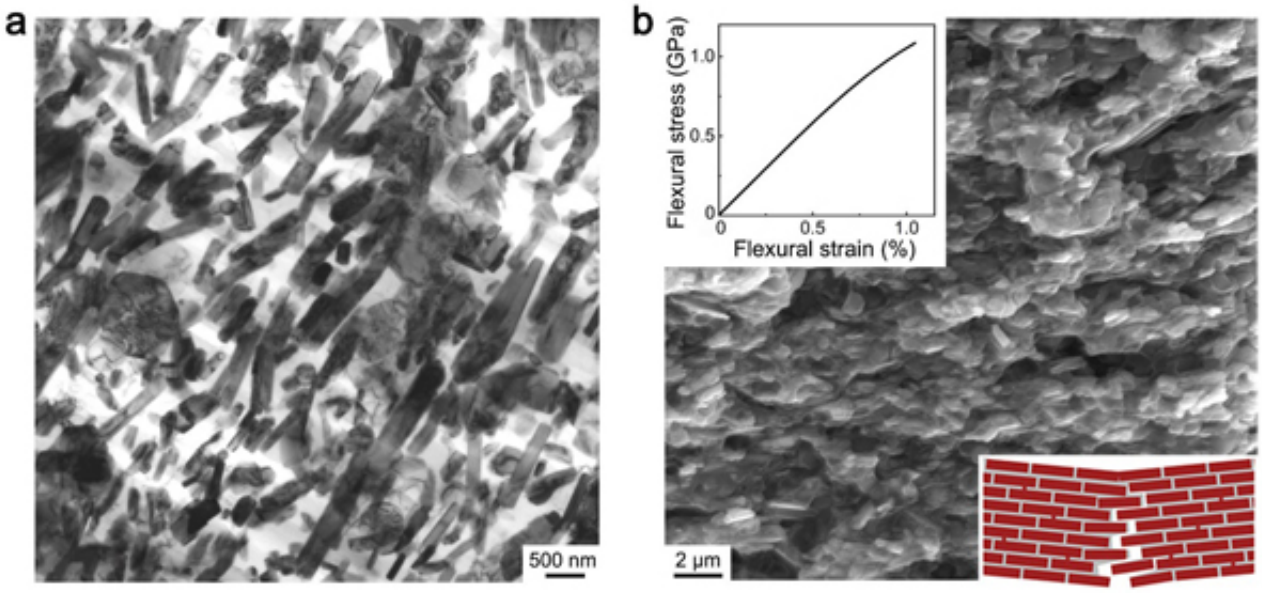


图1.镁-MAX相仿生金属陶瓷的微观结构、弯曲力学性能与断裂机制

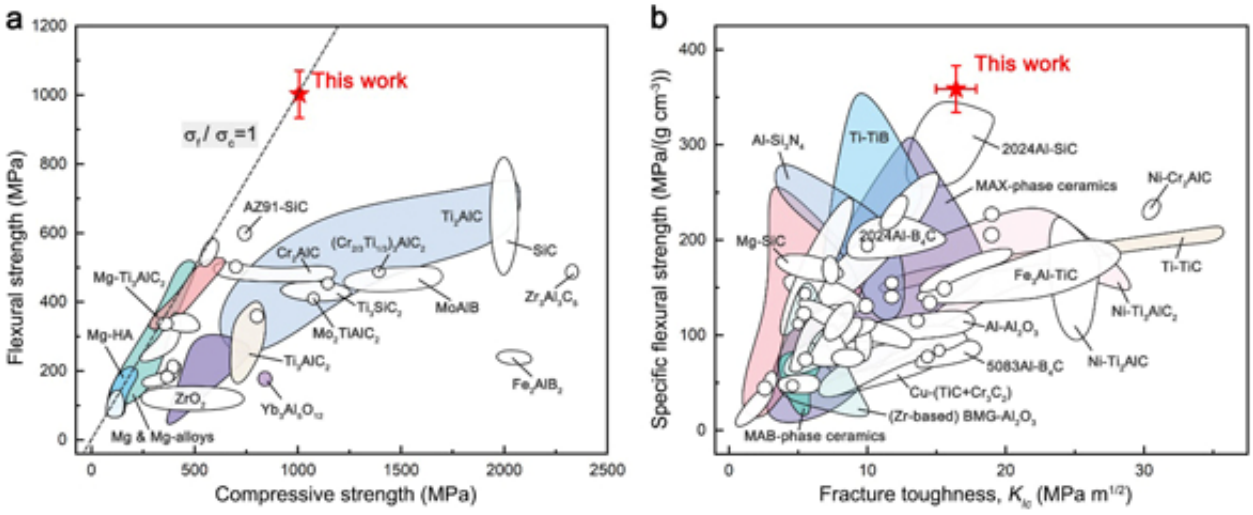


图2.镁-MAX相仿生金属陶瓷的力学性能及其与其他材料的比较

研究团队单位：金属研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发