
Nanotechnology Aerospace Applications

(RTO-EN-AVT-129)

Executive Summary

Nanotechnology, which deals with the creation of materials, devices and systems in the nanometer scale (1-100 nm) through manipulating matter at that scale and exploiting novel properties arising because of the nanoscale, will have an impact on numerous commercial, defense, and space applications. The lectures provide a general introduction into nanotechnologies with selected topics, including nanotechnology fabrication, characterization, applications, and commercialisation.

In the introductory lecture nanotechnology is defined, particularly describing what it is and what it is not, followed by detailed examples of change in various properties seen by going from bulk to nanoscale. The effect of nanoscale on physical properties, bandgap, etc. is illustrated. Examples of novel nanomaterials such as nanotubes, nanowires, nanoparticles, etc. are introduced.

The fabrication is classified into: top down nanotechnology utilizing high-end lithography and similar technologies, bottom up technologies building up the products at the atom level, and nanoparticle and nanotube production. An additional classification is discussed on the basis of the enabling properties derived from the final products and novel properties not found in bulk or micro sized particles.

The characterization lecture focuses on the techniques currently in use or being developed for measuring nanoparticles and nanotechnology-based products from all aspects, including geometries, forms, conformity, as well as functional characteristics such as absorption, charge or porosity. The lecture also aims to address the systems-response based measurements of such materials and novel nano-composites.

The discussions on nanotechnology applications include applications to lifestyle, general defence, and aerospace. Lifestyle applications include new textiles, cosmetics, surfaces, and bio/pharmaceutical devices, with examples such as stain repellent and wrinkle-resistant textiles, high-performance ski wax, deep penetrating skin care, high performing sun-glasses, smart motorcycle visors, nano-socks, nanocrystalline sunscreen, and high-tech tennis rackets and tennis balls.

For defence, nanotechnologies will enable new and enhanced capabilities, novel and improved platforms, and medical and biomedical advances. Examples are wearable wireless power and communication, advanced personal health care, improved camouflage and protection, smart materials, harder/lighter platforms, new fuel sources and storage, as well as novel medical applications. Examples of specific aerospace applications include high strength and low weight composites, improved electronics and displays with low power consumption, variety of physical sensors, multifunctional materials with embedded sensors, and other examples of what the aerospace industry can expect from the field of nanotechnology. Also, potential applications to energetics (for example novel solid propellants) and power generation (for example batteries and fuel cells) are discussed.

Furthermore MEMS/nanotechnology integration is addressed as a potential to improve MEMS sensors through nanotechnology and to build bio/nano sensors using MEMS technology. Finally, a forecast of short term to long term prospects for potential applications is discussed, including the challenges currently being faced to commercialize nanotechnology and the efforts across the world.

Applications aérospatiales de la nanotechnologie

(RTO-EN-AVT-129)

Synthèse

La nanotechnologie qui traite de la création de matériels, d'équipements et de système à l'échelle du nanomètre (1-100 nm) par le biais de la manipulation de la matière à cette échelle et en exploitant de nouvelles propriétés devenues possibles grâce à la nano échelle, aura un impact sur de nombreuses applications commerciales, militaires et aérospatiales. Les conférences offrent une présentation générale des nanotechnologies avec des sujets sélectionnés, parmi lesquels la fabrication, la caractérisation, les applications et la commercialisation de la nanotechnologie.

La conférence d'introduction définit la nanotechnologie et décrit plus particulièrement ce qu'elle est et ce qu'elle n'est pas en donnant des exemples détaillés des modifications de différentes propriétés en allant de la grande échelle à la nano échelle. L'effet de la nano échelle sur les propriétés physiques, l'écart énergétique, etc., est illustré. Des exemples de nouveaux nanomatériels tels que les nanotubes, les nanofils, les nanoparticules, etc., sont présentés.

La fabrication est classifiée en : nanotechnologie descendante utilisant une lithographie de haut de gamme et des technologies similaires, technologies ascendantes pour la création de produits au niveau de l'atome, et production de nanoparticules et de nanotubes. Une classification supplémentaire est présentée, sur la base de l'activation de propriétés dérivées des produits finaux et de nouvelles propriétés qui n'existent pas dans les grosses particules ou les micro-particules.

La conférence de caractérisation est ciblée sur les techniques actuellement utilisées ou en cours de développement pour mesurer les nanoparticules et les produits à base de nanotechnologie sous tous leurs aspects, notamment les géométries, les formes, la conformité, ainsi que les caractéristiques fonctionnelles telles que l'absorption, la charge ou la porosité. L'objectif de cette conférence est également de traiter les mesures basées sur les réponses système pour ces matériaux et les nouveaux nanocomposites.

Les discussions sur les applications de la nanotechnologie couvrent les applications à la vie quotidienne, à la défense générale et à l'aérospatiale. Les applications de la vie quotidienne concernent les nouveaux textiles, les cosmétiques, les surfaces et les équipements biologiques et pharmaceutiques, avec par exemple, les textiles anti-taches et infroissables, les cires hautes performances pour fartage des skis, les crèmes cosmétiques à haut pouvoir de pénétration, les lunettes de soleil haute protection, les casques moto intelligents, les nanobas, les écrans solaires nanocristallins, ainsi que les raquettes et les balles de tennis high-tech.

Dans le domaine de la défense, les nanotechnologies offriront de nouvelles et meilleures capacités, de nouvelles plates-formes améliorées, ainsi que des avancées médicales et biomédicales. Les exemples comprennent les systèmes d'alimentation et de communication sans fil portables, des soins personnels avancés, un camouflage et une protection améliorés, des matériels intelligents, des plates-formes plus légères et renforcées, de nouvelles sources de carburant et moyens de stockage, ainsi que de nouvelles applications médicales. Les exemples d'applications spécifiques à l'aérospatiale comprennent les composites légers à haute résistance, des améliorations des circuits électroniques et des afficheurs avec une consommation réduite, de nombreux capteurs physiques, des matériels multifonctions avec capteurs intégrés, et d'autres exemples de ce que peut espérer l'industrie aérospatiale dans le domaine de la nanotechnologie. En outre, des applications potentielles dans le domaine énergétique (par exemple, nouveaux ergols solides) et de la génération électrique (par exemple, batteries et piles à combustible) sont présentées.

De plus, l'intégration MEMS/nanotechnologie est considérée comme une possibilité d'optimisation des capteurs MEMS grâce à la nanotechnologie et de création de capteurs bio/nano à l'aide de la technologie MEMS. Enfin, une prévision des perspectives à court et à long terme concernant les applications potentielles est présentée, avec les défis actuels de commercialisation de la nanotechnologie et des efforts accomplis au niveau mondial.