



Nanocomposites avec différents types de nanocharges et Propriétés avancées pour plusieurs applications

Dimitrios N. Bikiaris



Département de chimie, Laboratoire de chimie et technologie des polymères, Université Aristote de Thessalonique, 54124 Thessalonique, Grèce ; dbic@chem.auth.gr

Les nanocomposites polymères constituent un domaine technologique émergent offrant des matériaux hautes performances aux propriétés uniques et innovantes, idéaux pour de nombreuses applications avancées [1]. Il s'agit notamment des applications automobiles et aérospace à haut rendement, de l'emballage alimentaire, de l'agriculture, de l'électronique imprimée, des applications biomédicales, de l'administration de médicaments, de la biotechnologie, du traitement des eaux usées, de la protection de l'environnement, des systèmes avancés de stockage d'énergie et des appareils électroniques, des gaz/liquides. barrières, réservoirs de carburant, capteurs, réduction de l'inflammabilité, résistance chimique, revêtements de protection UV, équipements sportifs, biens de consommation, etc. [2–7]. Les propriétés finales des nanocomposites ainsi que leurs applications appropriées dépendent directement de la matrice polymère utilisée, de la taille et de la forme des nanocharges, de leurs groupes fonctionnels, de leurs quantités, de leur dispersion dans la matrice polymère et des interactions interfaciales [8]. Les propriétés les plus efficaces sont généralement obtenues lorsque des charges nanométriques sont ajoutées en petites quantités, allant de 0,5 à 5 % en poids. Les propriétés individuelles des nanocharges sont également un facteur crucial contrôlant les performances des nanocomposites (amélioration de la résistance mécanique, de la ténacité, de la stabilité thermique, de la conductivité thermique, des propriétés électriques, etc.) [9,10]. Certaines de ces applications intéressantes des nanocomposites et leur contribution à l'amélioration de plusieurs propriétés des polymères ont été rapportées dans les articles publiés dans ce numéro spécial, ainsi que des descriptions de certaines nouvelles méthodes de production de nanocomposites.

L'ajout de nanocharges améliore les propriétés des nanocomposites et les rend plus attractifs que les polymères purs. Dans les travaux de Klonos et al., l'effet du graphite expansible (EGr) à une charge de 5 à 55 % en poids sur la conductivité électrique et thermique du polystyrène (PS) et du polyéthylène haute densité (HDPE) a été évalué [11]. À partir de l'analyse calorimétrique différentielle, il a été constaté que l'ajout d'EGr dans le PS peut imposer une augmentation de la température de transition vitreuse et une diminution systématique du changement de capacité thermique correspondant en raison de la formation d'une fraction amorphe rigide interfaciale (RAF). D'autre part, la présence d'EGr dans la matrice HDPE hautement cristalline a entraîné une élévation supplémentaire de la fraction cristalline (CF). Les valeurs de conductivité électrique (σ) augmentent à mesure que la quantité d'EGr augmente pour les deux matrices, jusqu'à 10^{-3} – 10^{-2} S/cm, ce qui entraîne un seuil de percolation conductrice pour les électrons à > 8 % en poids d'EGr. Simultanément, la conductivité thermique (λ) de $-1 \cdot m^{-1}$ jusqu'à 0,55 et le PS et le HDPE ont été fortement augmentés, $-1 \cdot m^{-1}$ $\sim 2W \cdot K$, respectivement. Comme on peut le constater, λ était passant de 0,13 et 0,38 $W \cdot K$ systématiquement plus élevé dans le PEHD que dans le PS, ce qui indique la contribution supplémentaire des cristaux de PEHD au transport de chaleur.

Dans un autre travail récemment publié, une nanoparticule d'Ag (NP) cubique à face centrée a été utilisée pour préparer une encre Ag imprimable, qui a ensuite été chargée dans un stylo rechargeable par l'utilisateur et utilisée soit à la main, soit par une machine d'impression assemblée en interne pour fabriquer des substrats à diffusion Raman améliorée en surface (SERS) [12]. Les simulations dans le domaine temporel par différences finies (FDTD) ont montré une amélioration du champ électrique Ag NP de 155 fois pour les paires de nanoparticules Ag avec un espacement des particules de 2 nm. En comparant le substrat SERS, fabriqué avec différentes matrices de support et méthodes de fabrication, il a été constaté que le substrat imprimé en poly(téréphtalate d'éthylène) (PET) présente des performances optimales, avec un facteur d'amélioration de la sensibilité estimé à 107. Ces substrats SERS optimisés montrent



Citation : Bikiaris, DN

Nanocomposites avec différents types de nanocharges et propriétés avancées pour plusieurs applications. Appl. Nano 2022, 3, 160–162. <https://doi.org/10.3390/applnano3030012>

Reçu : 24 août 2022

Accepté : 5 septembre 2022

Publié : 8 septembre 2022

Note de l'éditeur : MDPI reste neutre en ce qui concerne les revendications juridictionnelles dans les cartes publiées et les affiliations institutionnelles.



Droit d'auteur : © 2022 par l'auteur. Licencié MDPI, Bâle, Suisse.

Cet article est un article en libre accès distribué selon les termes et conditions des Creative Commons

Licence d'attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

bonne stabilité (au moins un mois) et ont été testés efficacement dans la détection de médicaments anticancéreux, notamment la doxorubicine et le metvan. Par conséquent, il a été clairement établi qu'en utilisant un substrat PET peu coûteux imprimé avec l'encre Ag NPs via une méthode évolutive, une méthode hautement sensible, reproductible et rentable a été développée pour détecter les analytes actifs Raman sur des substrats présentant une stabilité à long terme.

Au lieu d'utiliser des polymères comme matrices, les nanocomposites sont également produits à partir de nanoparticules ou de composés simples. Dans de tels travaux, les nanoparticules de ZnO ont été mélangées à trois médicaments différents tels que la chloroquine, le dipyridamole et le lopinavir, et leurs interactions chimiques ont été étudiées par test d'amarrage moléculaire (13). L'étude informatique a permis d'obtenir des énergies d'adsorption exergoniques allant de 0,582 à 2,084 eV, qui dépendaient du médicament utilisé. Le lopinavir a donné une adsorption énergétique plus élevée, et une étude sur les orbitales moléculaires hautement occupées (HOMO) a démontré le chevauchement électronique entre le ZnO-Np et le lopinavir, ce qui en fait le composite le plus apprécié. En effet, le lopinavir contient des atomes de N et d'O sur sa structure, qui favorisent la liaison avec le métal Zn. D'autre part, les énergies de liaison démontrent que le nanocomposite ZnO-chloroquine est le moins favorisé, ce qui peut être dû au groupe chlorure du médicament, qui peut modifier le comportement électronique de l'ensemble du système.

Un autre travail récent a démontré la faisabilité de structures de surface secrètes lisibles au laser (CLR) sous forme d'étiquettes flexibles nanostructurées (n-CLR) à faible coût pour le suivi de produits de fabrication à grande échelle [14]. Le processus de fabrication des n-CLR a été décrit en détail. Elle combine une seule étape de lithographie de revêtement métallique conventionnel à une seule étape électrochimique de synthèse de matrices nanotechnologiques sous masques ED et, enfin, à la production de surfaces micro- et/ou nanostructurées auto-organisées. L'étude confirme que les n-CLR remplissent trois critères rigoureux : le coût marginal, la simplicité d'identification et de nombreux paramètres ajustables.

Dernièrement, il est également très courant d'ajouter plusieurs nanoparticules dans les cosmétiques. Dans de tels travaux, des nanoadditifs tels que des nanotubes de carbone multiparois (MWCNT), de l'oxyde de graphène (GO) et de la lignine (LGN), en quantités de 0,5, 1 et 2 % p/v, ont été utilisés pour améliorer l'antioxydant et la stabilité aux UV de émulsions de protection solaire [15]. Toutes les émulsions ont été préparées à l'aide de la technique huile dans eau (H/E) et étaient stables en pH et en viscosité jusqu'à 90 jours. Il a été constaté que les émulsions contenant du LGN possèdent d'excellentes propriétés antioxydantes, selon la méthode 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), en raison de ses groupes phénoliques. De plus, les émulsions ont été évaluées pour leur capacité de protection contre les rayonnements ultraviolets (UV) en termes de facteur de protection solaire (SPF). Il a été rapporté que les valeurs SPF variaient entre 6,48 et 21,24, tandis que l'émulsion contenant 2 % p/v de MWCNT présentait l'indice SPF le plus élevé. De plus, les tests d'irradiation UV ont montré que toutes les émulsions présentent une grande stabilité aux UV après 24 et 72 h d'exposition. Les résultats globaux présentés dans ce travail pourraient élargir davantage l'utilisation d'additifs organiques dans les applications cosmétiques afin d'améliorer certains aspects.

Comme décrit précédemment, les caractéristiques des nanoparticules sont essentielles au processus d'ajustement des propriétés de la matrice polymère et, pour cette raison, leur production revêt une grande importance. De même, la fabrication de différents types de nanoparticules présente également un grand intérêt. En ce sens, une nouvelle méthode simple pour préparer des nanoparticules confinées de cuivre et de nickel par traitement thermique de leurs cations respectifs à l'intérieur de nanopores hydrophobes Mobil Composition of Matter 41 (MCM-41) a été récemment développée (16). Les matériaux hydrophobes MCM-41 modifiés en surface ont été imprégnés de solutions aqueuses de cuivre II (Cu II) ou de nickel II (Ni II) via un traitement à haute pression. Après relâchement de la pression et lavage, les cations métalliques restants, confinés exclusivement dans les nanopores, ont été chauffés, formant des nanoparticules métalliques. L'infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) et la microscopie électronique à transmission (TEM) ont mis en évidence l'identification de nanoparticules sphériques (NP) de cuivre et de nickel. De plus, des images de microscopie ont montré que les NP étaient plus grandes que les pores, ce qui suggère que les NP traversaient la paroi des pores.

Tous les travaux ci-dessus vérifient les avantages des nanocomposites dans plusieurs applications ainsi que les bénéfices de l'utilisation de nanoparticules pour renforcer les propriétés des matrices polymères.

Financement : Cette recherche n'a reçu aucun financement externe.

Conflits d'intérêts : L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêts.

Les références

- Sanusi, OM ; Benelfellah, A. ; Bikiaris, DN; Hocine, NA Effet des nanoparticules rigides et des techniques de préparation sur les performances des nanocomposites poly(acide lactique)—Revue. Polyme. Av. Technologie. 2021, 32, 444-460. [\[Référence croisée\]](#)
- Müller, K. ; Bugnicourt, E. ; Latorre, M. ; Jourda, M. ; Sanz, OUI ; Lagaron, JM; Miesbauer, O. ; Bianchin, A. ; Hankin, S. ; Bölz, U. ; et coll. Revue sur le traitement et les propriétés des nanocomposites et nanorevêtements polymères et leurs applications dans les domaines de l'emballage, de l'automobile et de l'énergie solaire. Nanomatériaux 2017, 7, 74. [\[CrossRef\]](#) [\[Pub Med\]](#)
- Giliopoulos, D. ; Zamboulis, A. ; Giannakoudakis, D. ; Bikiaris, D. ; Triantafyllidis, K. Structure organique polymère/métal (MOF) Nanocomposites pour applications biomédicales. Molécules 2020, 25, 185. [\[CrossRef\]](#) [\[Pub Med\]](#)
- Kyzas, GZ ; Deliyani, EA; Matis, KA; Lazaridis, NK; Bikiaris, DN; Mitropoulos, AC Biomatériaux nanocomposites émergents comme adsorbants biomédicaux : un aperçu. Composer. Interfaces 2018, 25, 415-454. [\[Référence croisée\]](#)
- Papageorgiou, DG; Chrissafis, K. ; Bikiaris, polypropylène DN β -nucléé : Transformation, propriétés et nanocomposites. Polyme. Rév.2015 , 55, 596-629. [\[Référence croisée\]](#)
- Terzopoulou, Z. ; Kyzas, GZ; Bikiaris, DN Progrès récents dans les matériaux nanocomposites de graphène avec des polysaccharides. Matériaux 2015, 8, 652-683. [\[Référence croisée\]](#) [\[Pub Med\]](#)
- Terzopoulou, ZN; Papageorgiou, GZ; Papadopoulou, E. ; Athanassiadou, E. ; Alexopoulou, E. ; Bikiaris, DN Composites verts préparés à partir de polyesters aliphatiques et de fibres libériennes. Effet du type de fibre sur les propriétés mécaniques, thermiques et de biodégradation des composites. Cultures ind. Prod. 2015, 68, 60-79. [\[Référence croisée\]](#)
- Papadopoulos, L. ; Klonos, Pennsylvanie ; Terzopoulou, Z. ; Psoclie, E. ; Sanusi, OM ; Hocine, NA; Benelfellah, A. ; Giliopoulos, D. ; Triantafyllidis, K. ; Kyritsis, A. ; et coll. Etude comparative de la cristallisation, de la morphologie semi-cristalline et de la mobilité moléculaire dans des nanocomposites à base de polylactide et de diverses inclusions à faibles charges de charges. Polymère 2021, 217, 123457. [\[CrossRef\]](#)
- Tarani, E. ; Terzopoulou, Z. ; Bikiaris, DN; Kyratsi, T. ; Chrissafis, K. ; Vourlias, G. Conductivité thermique et comportement de dégradation des nanocomposites HDPE/ Graphène : Pyrolyse, cinétique et mécanisme. J.Therm. Anal. Calorim. 2017, 129, 1715-1726. [\[Référence croisée\]](#)
- Tarani, E. ; Chrysafi, I. ; Kállay-Menyhárd, A. ; Pavlidou, E. ; Kehagias, T. ; Bikiaris, DN; Vourlias, G. ; Chrissafis, K. Influence du rapport d'aspect des plaquettes de graphène sur les propriétés mécaniques des nanocomposites HDPE : observation microscopique et modélisation micromécanique. Polymères 2020, 12, 1719. [\[CrossRef\]](#) [\[Pub Med\]](#)
- Klonos, Pennsylvanie ; Papadopoulos, L. ; Kourtidou, D. ; Chrissafis, K. ; Peoglos, V. ; Kyritsis, A. ; Bikiaris, DN Effets du graphite expansible sous des charges modérées et lourdes sur la conductivité thermique et électrique du polystyrène amorphe et du polyéthylène semi-cristallin haute densité. Appl. Nano 2021, 2, 31-45. [\[Référence croisée\]](#)
- Liu, M. ; Bhandari, A. ; Haqqani Mohammed, MA ; Radu, DR ; Lai, C.-Y. Substrat SERS polyvalent à base de nanoparticules d'argent avec une sensibilité et une stabilité élevées. Appl. Nano 2021, 2, 242-256. [\[Référence croisée\]](#)
- Díaz-Cervantes, E. ; Zenteno-Zúñiga, C. ; Rodríguez-González, V. ; Aguilera-Granja, F. Conception de nanoporteurs de médicaments ZnO contre la protéase principale du SRAS-CoV-2 (COVID-19) : un test in silico. Appl. Nano 2021, 2, 257-266. [\[Référence croisée\]](#)
- Gravier, L. ; Salvadé, Y. ; Pidoux, D. ; Maritz, J. ; Laratta, M. Films minces nanostructurés à faible coût comme étiquettes de sécurité secrètes lisibles au laser pour le suivi des productions à grande échelle. Appl. Nano 2021, 2, 319-329. [\[Référence croisée\]](#)
- Bikiaris, ND; Koumentakou, I. ; Lykidou, S. ; Nikolaidis, N. Émulsions H/E de produits cutanés innovants contenant de la lignine, des nanotubes de carbone multiparois et des nanoadditifs d'oxyde de graphène avec un facteur de protection solaire amélioré et des propriétés de stabilité aux UV. Appl. Nano2022 , 3, 1-15. [\[Référence croisée\]](#)
- Brodie-Linder, N. ; Deschamps, J. ; Bomblé, M. ; Pasternak, N. ; Audonnet, F. ; Beaunier, P. ; Alba-Simionesco, C. Nanoparticules de cuivre et de nickel préparées par traitement thermique de leurs cations respectifs confinés dans des nanopores par synthèse à haute pression. Appl. Nano 2021, 2, 278-288. [\[Référence croisée\]](#)