

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Fabrication of composite coatings by low-pressured cold spray from hybridized particles of functional material and metal
著者(和文)	CHOIJongbeom
Author(English)	Jongbeom Choi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12074号, 授与年月日:2021年9月24日, 学位の種別:課程博士, 審査員:赤坂 大樹,大竹 尚登,野崎 智洋,平田 敦,山崎 敬久,青野 祐子
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12074号, Conferred date:2021/9/24, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Choi Jongbeom		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	赤坂 大樹	准教授		山崎 敬久	准教授
	審査員	大竹 尚登	教授	審査員	青野 祐子	准教授
		野崎 智洋	教授			
平田 敦		教授				

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Fabrication of composite coatings by low-pressured cold spray from hybridized particles of functional material and metal」と題し、以下の6章より構成されている。

第1章「General introduction」では研究の背景、目的及び概要を述べている。粒径数十 $\mu\text{m}$ の金属粒子を超音速ガス流で加速し、基材に衝突させ、金属粒子を塑性変形させて堆積していくことで、厚さ数百 $\mu\text{m}$ の金属膜を形成する低圧コールドスプレー法について概説している。一方で、金属基複合材料膜の作製では機械混合やボールミリングによる機能性材料と金属粒子の混合時に機能性材料が損傷・凝集し、複合材料膜の特性が低下することを示し、新たな粒子調整法の必要性を指摘している。その上で、損傷・凝集を抑制する手法として、機能性材料と金属粒子を結合した粒子を調整して、低圧コールドスプレー法に適用することを提案し、この手法を実験的に検証する為、金属粒子に機能性材料を直接形成した粒子、若しくは機能性材料に直接金属を成長させた粒子を低圧コールドスプレー法によって堆積することで、機能性材料の損傷や凝集を抑制した金属基複合材料膜の作製法を確立することが本研究の目的であると述べている。

第2章「Fabrication of titanium-hydroxyapatite composite coatings from hydroxyapatite coated titanium particles」では、Ti粒子を疑似体液中に浸漬することで、骨組織との結合を誘発するハイドロキシアパタイト(HAp)をTi粒子表面に形成し、低圧コールドスプレー法の原料として用い、Al基材上にTi基HAp複合材料膜を作製している。Tiマトリックスに均一にHApが分散したTi基HAp複合材料膜が得られることを示し、複合材料膜中に分散したHApが骨芽細胞の増殖を誘起することも明らかにしている。

第3章「Fabrication of Cu-DLC and Ti-DLC composite coatings from DLC coated Cu and Ti particles」では、高硬さ、低摩擦係数、化学的不活性等の特性を有するダイヤモンド状炭素(Diamond-Like Carbon: DLC)を担持した金属粒子から低圧コールドスプレー法によって、DLCを含む金属基複合材料膜が作製できることを示している。即ち、化学気相析出(CVD)法により、DLCをCu、若しくはTi粒子表面に形成し、これらの粒子を低圧コールドスプレー法によりAl基材上に堆積させることで、純Cu若しくは純Ti膜と比較して、摩擦係数が低く、高い耐摩耗性を示す、耐食性に優れる金属基DLC複合材料膜が作製できることを示している。

第4章「Fabrication of graphene-copper composite coatings from particles with graphene grown on copper particles」では、熱CVD法によってグラフェンを表面に形成したCu粒子を、低圧コールドスプレー法によって堆積することで、グラフェンの損傷を抑制しながらCu基グラフェン複合材料膜を作製できることを示している。粒子堆積中にグラフェンがCu粒子表面から剥離して凝集することなく、膜中に均一に導入されること、更に導入されたグラフェンにより、SUJ2球に対する摩擦係数が純Cu膜に比べ、低減されることを示している。

第5章「Fabrication of high-density carbon nanotube containing nickel based composite coatings」では、機能性材料に直接金属を成長させた粒子として、多層カーボンナノチューブ(CNT)凝集体上に無電解めっきによってNiを成長させた粒子から低圧コールドスプレー法により、高密度CNT含有Ni基複合材料膜が作製できることを示している。作製した膜の表面はCNTのみからなり、基材側においてもNi:C元素比が35:65とCNTを高密度に含有することを示している。CNTの分布について粒子の飛翔速度から考察し、CNTへのNi担持により、粒子衝突時にNi相が塑性変形することで粒子が堆積すること、衝突時にCNTが膜の表面で暴露されることで次に衝突する粒子の堆積が抑制され、高濃度CNT層が表面側に形成されることを明らかにしている。

第6章「Conclusion and future works」では本研究により得られた成果、および知見を纏めると共に、今後の研究として残された課題、および本研究の発展の方向性について述べている。

以上を要するに、本論文は、低圧コールドスプレー法による新しい複合材料膜の作製法として、機能性材料と金属粒子を直接結合した粒子を低圧コールドスプレー法に適用することで、機能性材料の特性劣化を抑制しながら金属基複合材料膜を作製できることを明らかにしており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。