T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	メルトブロー過程によるナノ繊維不織布の製造
Title(English)	Melt blowing process for production of non-woven nano-fiber web
著者(和文)	RUAMSUKRENUKARN
Author(English)	Renukarn Ruamsuk
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10247号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鞠谷 雄士,扇澤 敏明,淺井 茂雄,塩谷 正俊,松本 英俊
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10247号, Conferred date:2016/3/26, 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

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（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	Ruamsuk Renukarn	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	鞠谷 雄士	教授	審査員	松本 英俊	准教授
	審査員	扇沢 敏明	教授			
		浅井 茂雄	准教授			
		塩谷 正俊	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は “Melt blowing Process for Production of Non-woven Nano-fiber Web（メルトブロー過程によるナノ繊維不織布の製造）”と題し、英文で書かれ 7 章より成っている。
第 1 章 “Introduction（序論）”では、単一工程で極細繊維からなる不織布を高効率で製造することのできるメルトブロー過程についてその概要を述べ、polypropylene (PP) と polymethylpentene (PMP)を用い、メルトブロー過程における繊維形成挙動を明らかにすることを通じ、直径がナノメートルスケールの極細繊維を製造する技術を開発しようとする本研究の目的と意義について述べている。
第 2 章“Fundamental Fiber Formation Behavior of Polypropylene and Polymethyl-pentene in Melt Blowing Process (PP 及び PMP のメルトブロー過程における基礎的繊維形成挙動)”では、メルトブロー過程の各種製造条件が繊維形成挙動に及ぼす影響に関する基礎的な解析を行い、PP、PMP 共に吐出量の減少、空気流速の増加により繊維径が減少するのに対し、ダイー集積ネット間距離(DCD)の影響については、PMP では DCD は繊維径に影響を及ぼさないのに対し、PP では DCD の増加に伴い繊維径が増大するという異なった挙動を示すことを見出し、これが各樹脂の紡糸過程中の高次構造形成挙動の差異に起因していると考察している。
第 3 章 “Fine Filament Formation Behavior of Polypropylene and Polymethyl-pentene near Spinneret in Melt Blowing Process（PP 及び PMP のメルトブロー過程における紡糸口金付近の極細繊維形成挙動）”では、高速度カメラによる紡糸ノズル近傍の紡糸線の観察を通じて繊維形成挙動について検討し、繊維の極細化の条件である吐出量の減少と空気流速の増加に伴って紡糸挙動に周期的な変調が生じ、これが繊維径の変動や繊維の破断につながることを見出すとともに、この変調周期は吐出量の増加、空気流速の増加とともに増大し最大で 60 Hz に達すること、変調の発現に伴い繊維径分布が対称的な形状から、低繊度側にピークを持ち高繊度側に裾を引く非対称型に変化することなどを明らかにしている。
第 4 章 “Effect of the Reduction of Nozzle Diameter for Production of Fine Filaments in Melt Blowing Process（メルトブロー過程の極細繊維製造におけるノズル小口径化の効果）”では、紡糸ノズルの小口径化により、定常状態のメルトブロー過程の紡糸線動力学の解析では繊維細化の促進が予測されること、非定常過程については紡糸線の安定化が期待できることを述べ、ノズル口径を 0.12 mm から 0.06 mm、さらには 0.03 mm まで減少させることにより、平均繊維径が 1000 nm 以下であり、さらに PP については最小繊維径が 100 nm 以下の繊維が得られることを明らかにしている。また、PMP については、広角 X 線解析により、ノズルの小口径化に伴い繊維中の結晶配向が促進されることも見出している。
第 5 章 “Modification of Melt Blowing Process for Production of Fine Filaments（極細繊維製造を目的としたメルトブロー過程の改変）”では、紡糸過程に電場を印加すること及び PP に低分子量成分(PPwax)をブレンドすることが繊維径に及ぼす効果について検討している。電場の付与は、空気流による紡糸線の伸長を補助する効果とともに表面電荷が表面張力の影響を減じて繊維の極細化における紡糸線の安定化効果があるとの予測の下で、ノズル径 0.03 mm、単孔吐出量 9 mg/min の条件で紡糸を行い、45 kV の電場印加により、平均繊維径の低下については有意な効果は見出せないが、最小繊維径が 60 nm まで低下することを見出している。一方、樹脂の粘度低下を意図して PP に PPwax を最大 50 wt%までブレンドすることにより、単孔吐出量 15 mg/min の条件で、平均繊維径 500 nm 以下、最小繊維径 60 nm を達成している。さらにノズル径の減少は必ずしも繊維径の減少につながらないことを見出し、紡糸ノズル付近の高速度カメラによる観察を通じ、ノズル近傍のダイ表面に樹脂溜まりが生じ、ここから極細繊維が形成されるためにノズル径の影響が顕在化しないこと、この樹脂溜まりから周期的に球状の溶融樹脂が落下・分離するが、その径が小さいために得られるウェブ品質の欠陥とはならないことを示している。
第 6 章 “Effect of the Interaction of Two Components on Fiber Formation in Bi-component Melt Blowing Process（複合メルトブロー過程における繊維形成に及ぼす２成分相互作用の効果）”では、メルトブロー法により PP と polylactide (PLA)の貼合型繊維を作製し、同一条件の単成分メルトブロー法で得た繊維は PP が PLA より細いのに対し、複合繊維は PP よりさらに細く繊維径分布も狭いという特異な挙動を見出している。この結果、得られる不織布は低い気体透過性を示した。ウェブの熱収縮挙動については、PLA 単成分不織布の高い熱収縮性が PP との複合化により著しく改善することを明らかにしている。
第 7 章”Conclusions（結論）”では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題について述べている。
　以上、これを要するに本論文は、メルトブロー法による極細繊維不織布の製造に関し、紡糸過程の非定常性発現の様相を明らかにしたうえで、繊維のﾅﾉﾒｰﾄﾙｽｹｰﾙの極細化達成の指針を示したものであり、工学上、工業上貢献するところは極めて大きい。よって本論文は博士（学術）の論文として十分に価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ（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。