

目 錄

一、研討會議程	1
二、專題演講及論文發表題目	2
三、講座(I)顏克中經理介紹	4
四、講座(II)馮瑞陽助理教授介紹	5
五、講座(III)廖聖茹研究員介紹	6
六、講座(IV)董泯言經理介紹	7
七、專題演講摘要	
IL-1	9
異軍突起-超臨界流體開創醫療器材新紀元 顏克中經理(亞果生醫股份有限公司)	
IL-2	10
超臨界流體技術應用於製備奈米矽薄膜及改質多孔矽結構 馮瑞陽助理教授(國立高雄大學電機工程學系)	
IL-3	11
超臨界流體在聚合物發泡之工業應用 廖聖茹研究員(工研院材化所 高分子研究組)	
IL-4	12
超臨界流體於纖維機能化加工應用 董泯言經理(工研院材化所 纖維暨紡織化學品技術組)	
八、論文摘要	
口頭發表(OP A01~OP B04)	
OP A01	13
以超臨界流體模擬移動床純化魚油中的 EPA 之研究 梁明在 ^{1*} 、 <u>吳守方</u> ¹ 、林智雄 ¹ 、古秉章 ¹ 、黃星毓 ² 、童珊珊 ²	
OP A02	14
應用 PC-SAFT 狀態方程式於預測藥物在超臨界二氧化碳流體中溶解度 吳蓁蓁、謝介銘*	

OP A03	15
利用超臨界反溶劑技術進行藥物丙磺舒與生物可分解高分子 PLGA 及水溶性高分子 PVP 複合微粒製備之研究 <u>顏佑澤</u> ¹ 、 <u>黃于哲</u> ¹ 、 <u>蕭景鴻</u> ¹ 、 <u>楊琮賢</u> ² 、 <u>蘇至善</u> ^{1*}	
OP A04	16
鄰乙氧苯甲醯胺和 2-氯-4-硝基苯甲酸在超臨界二氧化碳中的溶解度量測以及共晶體製備 <u>陳昱銘</u> 、 <u>張式鈺</u> 、 <u>謝介銘</u> [*]	
OP B01	17
利用超臨界二氧化碳改質多孔矽結構提高細胞生物相容性 <u>王莘瑜</u> ¹ 、 <u>馮瑞陽</u> ^{*1} 、 <u>林宏殷</u> ^{*2} 、 <u>洪俊宏</u> ³ 、 <u>邱永和</u> ⁴	
OP B02	18
Metallization of 3D-Printed Structure by Supercritical CO ₂ Catalyzation <u>Po-Wei Cheng</u> ¹ , <u>Chun-Yi Chen</u> ¹ , <u>Taku Ichibayashi</u> ^{1,2} , <u>Tso-Fu Mark Chang</u> ¹ , <u>Masato Sone</u> ¹ , <u>Suzushi Nishimura</u> ¹	
OP B03	19
超臨界輔助霧化法製備肺部釋放藥物載體-羥丙基-b-環糊精微粒 <u>吳弦聰</u> 、 <u>莊耀翔</u> 、 <u>林漢權</u> 、 <u>涂翊珈</u> 、 <u>葉姿妤</u>	
OP B04	20
超臨界流體萃取法模擬與製程參數平台建立 <u>崔春山</u>	
海報發表(PP 01~PP 14)	
PP 01	21
超臨界二氧化碳改質 P 型矽基板及其縱深 X-ray 電子能譜分析 <u>郭立文</u> ¹ 、 <u>馮瑞陽</u> ^{*1} 、 <u>洪俊宏</u> ² 、 <u>邱永和</u> ³	
PP 02	22
以超臨界流體再結晶法研製推進劑級超微粒過氯酸銨晶體之研究 <u>洪士傑</u> 、 <u>陳柏翰</u> 、 <u>賴家同</u> 、 <u>楊琮賢</u> 、 <u>李金樹</u> 、 <u>葉早發</u>	
PP 03	23
Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Cartilage Graft Regenerated Articular Cartilage in Osteoarthritis Rats <u>Chia-Chun Wu</u> ¹ , <u>Yih-Wen Tarng</u> ² , <u>Dur-Zong Hsu</u> ³ , <u>Periasamy Srinivasan</u> ⁴ , <u>Yi-Chun Yeh</u> ⁴ , <u>Yi-Ping Lai</u> ⁴ , <u>Dar-Jen Hsieh</u> ^{4,*}	

PP 04.....	24
Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Bone Graft: Role in the Reconstruction of the Orbital Floor	
<u>Chao-Hsin Huang</u> ¹ , Dar-Jen Hsieh ² , Yi-Chia Wu ^{3,4,5} , Ko-Chung Yen ² , Periasamy Srinivasan ² , Hsiao-Chen Lee ³ , Ying-Che Chen ⁶ , Su-Shin Lee ^{3,4,5,6,*}	
PP 05.....	25
Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Nasal Cartilage Graft Cultured with Chondrocyte: Histotypic 3D Construct for Rhinoplasty	
<u>Su-Shin Lee</u> ^{1,2,3,4} , Yi-Chia Wu ^{1,2,3} , Shu-Hung Huang ^{1,2,3} , Ying-Che Chen ⁴ , Periasamy Srinivasan ⁵ , Dar-Jen Hsieh ⁵ , Yi-Chun Yeh ⁵ , Yi-Ping Lai ⁵ , Yun-Nan Lin ^{1,*}	
PP 06.....	26
Analysis of the activity of Bifidobacterium longum subsp. infantis ATCC 15697 α -Fucosidases on fuman milk oligosaccharides by supercritical fluid chromatography	
<u>Yi-Pang Chung</u> (鍾禕邦) and Ching-Ching Yu (游景晴)*	
PP 07.....	27
超臨界輔助霧化法製備速溶型之肺部釋放藥物製劑	
吳弦聰、莊耀翔、林漢權、 <u>黃于軒</u> 、胡子暎	
PP 08.....	28
超臨界綠色萃取製程於 LNG 冷排水養殖大型海藻之應用	
<u>鄭姝玉</u> 、 <u>洪培景</u> 、翁堉翔、曾裕峰、黃冬梨	
PP 09.....	29
超臨界流體技術製備 3D 石墨烯複合材料於一氧化氮氣體感測之應用	
<u>徐維蓮</u> 、陳柏榮、王詩涵*	
PP 10.....	30
利用超臨界溶液快速膨脹法進行藥物氟哌啶醇奈米微粒製備之研究	
<u>張筠</u> ¹ 、鄭雅方 ¹ 、賴宛宜 ¹ 、邱永和 ² 、蘇至善 ^{1,*}	
PP 11.....	31
三原色分散性染料於超臨界二氧化碳染著細丹尼聚酯織物之研究	
<u>賴冠廷</u> *、陳維哲、陳韻竹、張世傑、廖盛焜	
PP 12.....	32
以超臨界發泡探討層狀雙氫氧化物添加量對乙烯醋酸乙烯酯共聚物之影響	
<u>紀文傑</u> *、黃彥劄、李志銓、何彥廷、廖盛焜	

PP 13..... 33

超臨界與水染對彈性混紡聚酯織物染色效果之比較
陳韻竹^{*}、吳唯綸、陳柏閔、李俊諺、廖盛焜

PP 14..... 34

以超臨界二氧化碳及氮氣進行低硬度熱塑性聚氨酯發泡材料製備之
研究
蔡驥韡¹、陳珮珊¹、蔡鳴聲¹、楊琮賢²、蘇至善^{1*}

一、研討會議程

時間	議程內容	
09:30~10:00	報到	
10:00~10:10	開幕式（主任委員致歡迎詞/貴賓致詞）	
	主持人：廖盛焜教授	
10:10~10:50	邀請演講 1: 顏克中經理（亞果生醫股份有限公司） 異軍突起-超臨界流體開創醫療器材新紀元	
10:50~11:30	邀請演講 2: 馮瑞陽助理教授（國立高雄大學電機工程學系） 超臨界流體技術應用於製備奈米矽薄膜及改質多孔矽結構	
	場地 A(食品與生技醫藥)	場地 B(能源與綠色製程、材料與精密製造)
	主持人：蘇至善教授	主持人：廖盛焜教授
11:40~12:00	OP A01 吳守方(達諾生技公司)	OP B01 王莘瑜(高雄大學)
12:00~12:20	OP A02 吳蓁蓁(中央大學)	OP B02 鄭伯韋(東京工業大學)
12:30~13:30	午餐/聯誼時間	
	主持人：吳弦聰教授	
13:30~14:10	邀請演講 3: 廖聖茹研究員（工研院材化所 高分子研究組） 超臨界流體在高分子發泡之工業應用	
14:10~14:50	邀請演講 4: 董泯言經理（工研院材化所 纖維暨紡織化學品技術組） 超臨界流體於纖維機能化加工應用	
	主持人：劉冠汝教授	主持人：王詩涵教授
15:00~15:20	OP A03 顏佑澤(北科大)	OP B03 涂翊珈(明志科大)
15:20~15:40	OP A04 陳昱銘(中央大學)	OP B04 崔春山(皮托科技公司)
15:40~16:30	海報論文展示評選及廠商展示區交流/會員大會報到/茶敘	
16:30~18:00	會員大會	
18:00~20:00	晚宴、頒贈捐助廠商感謝狀、研究論文優良及佳作獎	

※如因不可抗拒因素，本會保有活動內容變更調整之權利。

二、專題演講及論文發表題目

編號	作者及講題
Invited Speaker(I)	顏克中經理 亞果生醫股份有限公司 異軍突起-超臨界流體開創醫療器材新紀元
Invited Speaker(II)	馮瑞陽助理教授 國立高雄大學電機工程學系 超臨界流體技術應用於製備奈米矽薄膜及改質多孔矽結構
Invited Speaker(III)	廖聖茹研究員 工研院材化所 高分子研究組 超臨界流體在聚合物發泡之工業應用
Invited Speaker(IV)	董泯言經理 工研院材化所 纖維暨紡織化學品技術組 超臨界流體於纖維機能化加工應用
OP A01	梁明在 ^{1*} 、吳守方 ¹ 、林智雄 ¹ 、古秉章 ¹ 、黃星毓 ² 、童珊珊 ² 以超臨界流體模擬移動床純化魚油中的 EPA 之研究
OP A02	吳蓁蓁、謝介銘* 應用 PC-SAFT 狀態方程式於預測藥物在超臨界二氧化碳流體中溶解度
OP A03	顏佑澤 ¹ 、黃于哲 ¹ 、蕭景鴻 ¹ 、楊琮賢 ² 、蘇至善 ^{1*} 利用超臨界反溶劑技術進行藥物丙磺舒與生物可分解高分子 PLGA 及水溶性高分子 PVP 複合微粒製備之研究
OP A04	陳昱銘、張式鈺、謝介銘* 鄰乙氧苯甲醯胺和 2-氯-4-硝基苯甲酸在超臨界二氧化碳中的溶解度量測以及共晶體製備
OP B01	王莘瑜 ¹ 、馮瑞陽 ^{*1} 、林宏殷 ^{*2} 、洪俊宏 ³ 、邱永和 ⁴ 利用超臨界二氧化碳改質多孔矽結構提高細胞生物相容性
OP B02	Po-Wei Cheng ¹ , Chun-Yi Chen ¹ , Taku Ichibayashi ^{1,2} , Tso-Fu Mark Chang ¹ , Masato Sone ¹ , Suzushi Nishimura ¹ Metallization of 3D-Printed Structure by Supercritical CO ₂ Catalyzation
OP B03	吳弦聰、莊耀翔、林漢權、涂翊珈、葉姿妤 超臨界輔助霧化法製備肺部釋放藥物載體-羥丙基-b-環糊精微粒
OP B04	超臨界流體萃取法模擬與製程參數平台建立 崔春山
PP 01	郭立文 ¹ 、馮瑞陽 ^{*1} 、洪俊宏 ² 、邱永和 ³ 超臨界二氧化碳改質 P 型矽基板及其縱深 X-ray 電子能譜分析
PP 02	洪士傑、陳柏翰、賴家同、楊琮賢、李金樹、葉早發 以超臨界流體再結晶法研製推進劑級超微粒過氯酸銨晶體之研究
PP 03	Chia-Chun Wu ¹ , Yih-Wen Tarn ² , Dur-Zong Hsu ³ , Periasamy Srinivasan ⁴ , Yi-Chun Yeh ⁴ , Yi-Ping Lai ⁴ , Dar-Jen Hsieh ^{4,*}

	Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Cartilage Graft Regenerated Articular Cartilage in Osteoarthritis Rats
PP 04	<u>Chao-Hsin Huang</u> ¹ , <u>Dar-Jen Hsieh</u> ² , <u>Yi-Chia Wu</u> ^{3,4,5} , <u>Ko-Chung Yen</u> ² , <u>Periasamy Srinivasan</u> ² , <u>Hsiao-Chen Lee</u> ³ , <u>Ying-Che Chen</u> ⁶ , <u>Su-Shin Lee</u> ^{3,4,5,6,*}
	Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Bone Graft: Role in the Reconstruction of the Orbital Floor
PP 05	<u>Su-Shin Lee</u> ^{1,2,3,4} , <u>Yi-Chia Wu</u> ^{1,2,3} , <u>Shu-Hung Huang</u> ^{1,2,3} , <u>Ying-Che Chen</u> ⁴ , <u>Periasamy Srinivasan</u> ⁵ , <u>Dar-Jen Hsieh</u> ⁵ , <u>Yi-Chun Yeh</u> ⁵ , <u>Yi-Ping Lai</u> ⁵ , <u>Yun-Nan Lin</u> ^{1,*}
	Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Nasal Cartilage Graft Cultured with Chondrocyte: Histotypic 3D Construct for Rhinoplasty
PP 06	<u>Yi-Pang Chung</u> (鍾禕邦) and <u>Ching-Ching Yu</u> (游景晴)*
	Analysis of the activity of Bifidobacterium longum subsp. infantis ATCC 15697 α -Fucosidases on fuman milk oligosaccharides by supercritical fluid chromatography
PP 07	吳弦聰、莊耀翔、林漢權、黃于軒、胡子暎
	超臨界輔助霧化法製備速溶型之肺部釋放藥物製劑
PP 08	鄭姝玉、洪培景、翁瑋翔、曾裕峰、黃冬梨
	超臨界綠色萃取製程於 LNG 冷排水養殖大型海藻之應用
PP 09	徐維蓮、陳柏榮、王詩涵*
	超臨界流體技術製備 3D 石墨烯複合材料於一氧化氮氣體感測之應用
PP 10	張筠 ¹ 、鄭雅方 ¹ 、賴宛宜 ¹ 、邱永和 ² 、蘇至善 ^{1*}
	利用超臨界溶液快速膨脹法進行藥物氟哌啶醇奈米微粒製備之研究
PP 11	賴冠廷*、陳維哲、陳韻竹、張世傑、廖盛焜
	三原色分散性染料於超臨界二氧化碳染著細丹尼聚酯織物之研究
PP 12	紀文傑*、黃彥剴、李志銓、何彥廷、廖盛焜
	以超臨界發泡探討層狀雙氫氧化物添加量對乙烯醋酸乙烯酯共聚物之影響
PP 13	陳韻竹*、吳唯綸、陳柏閔、李俊諺、廖盛焜
	超臨界與水染對彈性混紡聚酯織物染色效果之比較
PP 14	蔡驥韡 ¹ 、陳珮珊 ¹ 、蔡鳴聲 ¹ 、楊琮賢 ² 、蘇至善 ^{1*}
	以超臨界二氧化碳及氮氣進行低硬度熱塑性聚氨基酯發泡材料製備之研究

三、講座(I)顏克中經理介紹

專題演講題目：異軍突起-超臨界流體開創醫療器材新紀元

姓名	顏克中			
職稱	經理			
機關地址	高雄市路竹區路科二路 57 號 2 樓			
電話	(07)695-5569	傳真	(07)695-5069	
E-mail	hearty_max@acrobiomedical.com			
學歷	台灣大學醫學工程學研究所博士			
研究方向	去細胞組織器官之應用			
專長	醫療器材設計開發 生醫材料 再生醫學 醫療器材風險管理			
經歷	亞果生醫股份有限公司經理兼研究員 成功大學 RAISE 計畫研究員 華元生醫股份有限公司研究員			

四、講座(II)馮瑞陽助理教授介紹

專題演講題目：超臨界流體技術應用於製備奈米矽薄膜及改質多孔矽結構

姓名	馮瑞陽		
職稱	助理教授		
機關地址	國立高雄大學 高雄市楠梓區高雄大學路 700 號		
電話	(07)591-6586	傳真	
E-mail	djyfeng@nuk.edu.tw		
學歷	國立中山大學光電工程研究所博士 (2008)		
研究方向	超臨界流體改質固態材料 超臨界流體技術製備高深寬比結構與奈米薄膜 超流體技術合成製備二維過渡金屬碳化物 (MXenes) 多孔矽結構之製備與應用		
專長	超臨界流體蝕刻與改質技術 分子束磊晶 化合物半導體材料 積體光電元件		
經歷	國立高雄大學 電機工程學系 助理教授 (2009.02 ~) 美國馬里蘭大學巴爾的摩分校 電腦科學暨電機工程學系 訪問學者 (2013.08 ~ 2014.02) 美國阿肯色大學小岩城分校 物理天文系 訪問學者 (2012.03 ~ 2012.08) 國立交通大學 光電工程學系 博士後研究員 (2009.08 ~ 2009.01) 國立中山大學 光電工程學系 博士後研究員 (2008.08 ~ 2009.07)		

五、講座(III)廖聖茹研究員介紹

專題演講題目：超臨界流體在聚合物發泡之工業應用

姓名	廖聖茹			
職稱	研究員			
機關地址	工業技術研究院			
電話	(03)573-2454	傳真	(03)573-2347	
E-mail	SJLiao@itri.org.tw			
學歷	清華大學 化學系 博士 1992/9~2000/7 中興大學 化學系 學士 1987/9~1991/6			
研究方向	生物可分解/生質高分子材料/回收熱塑性高分子材料之複合化以及射出、吹膜/薄板押出與發泡等產品應用評估。			
專長	<p>1.生質材料開發技術:生質單體純化技術、生質材料聚合技術、生質材料官能化改質與流變調控技術、生質合膠與複合材料混練分散技術、有機無機混煉技術、奈米複合材料材料技術、生質複合材料射出成型技術、複合材料連續成膜技術、生質複合材料物理與化學發泡技術以及材料檢測技術。</p> <p>2.生質材料產品化應用評估: 從 Durable Product 到 Fully Biodegradable Product，前者為低碳排放之耐久性產品之應用包括 3C 產品之生質複材機殼、高抓地力特性之生質輪胎、汽車內裝件用之輕量化植物纖維補強聚烯複材、鞋材部件用之輕量化生質發泡材料。後者包括綠色製程全生物分解無毒鞋材部件、功能性生質包裝材料、新型污水處理用固態碳原材、與食品或土壤接觸有安全虞慮之一次用生分解膜材、農業資材以及可分解生質保麗龍(E-PLA)包裝材料。</p> <p>3.生質產品推廣規劃包括技術產品發展方向、研發成果參展、商標申請、半成品與成品之國際生質認證標章申請、生分解率測試與碳排放計算以及相關生質材料與產品之技術諮詢。</p>			
經歷	<p>1. 工業技術研究院/材料化工研究所，高分子研究組/化工技術組，研究員，2005/9~迄今。</p> <p>2. 蘭陽技術學院電子工程系大氣型多功能掃描探針顯微鏡實驗室專任助理教授 2003/2~2005/1。</p> <p>3. 工業技術研究院/工業材料研究所，儲能材料技術研究組，研究員，2000/9~2003/1。</p>			

六、講座(IV)董泯言經理介紹

專題演講題目：超臨界流體於纖維機能化加工應用

姓名	董泯言			
職稱	經理			
機關地址	財團法人工業技術研究院 材料與化工研究所 新竹市光復路二段 321 號			
電話	(03)573-2892	傳真	(03)573-2358	
E-mail	mydong@itri.org.tw			
學歷	台灣科技大學 材料博士			
研究方向	超臨界流體染色技術、機能性紡織化學品技術			
專長	超臨界流體染色技術、低碳/生質染整化學品技術、數位印花染整技術			
經歷	塑膠工業技術發展中心 研發專員 100.12~103.07 工業技術研究員 材化所 研究員 103.08~107.12 工業技術研究員 材化所 資深研究員 108.01~now			

Invited Lectures

IL 1 ~ IL 4

異軍突起-超臨界流體開創醫療器材新紀元

顏克中

亞果生醫股份有限公司，高雄路竹，821011，台灣

摘要

超臨界流體技術啟始於食品萃取，這幾年進一步發展出奈米微粒、紡織染整、中草藥萃取等技術，但是作為再生醫學組織工程支架製程的關鍵技術，仍未被多數人所知。最近幾年『再生醫學』不斷在國際生技醫療產業盛會上成為鎂光燈的焦點，各先進國家政府都積極投入龐大資金、人才進入這個熱門領域。「組織工程再生醫學」有三個重要元素：細胞、細胞支架及訊息，在人體內只要有了這三要素，幾乎所有組織器官的缺損病變都可以得到再生修護。因此亞果生醫選擇取材自動物(例如豬隻)組織器官，並運用獨家專利技術『超臨界二氧化碳流體去細胞技術』製備天然膠原蛋白支架結構，提供人體作為組織器官修護生醫材料。經過臨床證實，此技術所衍生之醫療器材作為骨組織及軟組織傷口再生具有極佳的安全及有效性。本篇將針對亞果生醫過去及現在以此技術所開發之不同風險等級之醫療器材進行探討。

關鍵字：超臨界二氧化碳、再生醫學、醫療器材、膠原蛋白支架

超臨界流體技術應用於製備奈米矽薄膜及改質多孔矽結構

馮瑞陽

國立高雄大學電機工程學系，高雄，81148，台灣

摘要

當前獲得單晶奈米矽薄膜之主要方法，乃利用水溶液氫氟酸選擇性側向蝕刻絕緣層上覆矽(Silicon on Insulator, SOI)基板之中間層氧化矽(SiO_x)材料，進而掀離 SOI 基板之表層奈米矽層，此一製程技術稱為「磊晶剝離技術」。本研究有別於傳統水溶液濕蝕刻方式，建置一具高抗腐能力之水浴溫控超臨界流體蝕刻系統，借重超臨界流體具極低黏滯力、高擴散速率、零表面張力及液氣共存之特殊性，將少量氫氟酸(HF)與二氧化碳混合(HF/ CO_2)，將其操作於超臨界二氧化碳(sc CO_2)，在不同的溫度、壓力、蝕刻濃度及共溶劑配比下，調查氧化矽犧牲層側向蝕刻的效率及相應掀離奈米矽薄膜的完整性，開展以超流體技術實現奈米矽薄膜蝕刻剝離技術之發展前沿，同時展演其特優之蝕刻能力。

特別的是，本團隊於發展上述技術的過程中，意外發現利用 HF/sc CO_2 蝕刻 SOI 基板，呈現特殊的兩階段蝕刻現象，細究後發現輔以少量的水經超臨界二氧化碳處理的 SOI 基板，在氫氟酸作用下，除了選擇性側蝕，竟出現穿過奈米矽薄膜表層由上而下的新蝕刻通道；相較於僅單純利用超臨界二氧化碳處理的 SOI 基板，並未發現上述現象，此研究結果表明了，於特定條件下，水的介入可以使超臨界二氧化碳具有氧化矽基材的能力。

爾後，我們遂將上述超臨界流體改質技術導入具高比表面積且具生物相容性之多孔矽結構的改質工作。首先，我們利用矽基板通過氫氟酸及陽極氧化電化學蝕刻方法來製備多孔矽結構，研究聚焦於透過超臨界二氧化碳後處理多孔矽結構是否能進一步提高其生物相容性，研究結果顯示，超臨界二氧化碳處理的多孔矽表面呈現出高疏水性，會導致其孔隙輕微擴大，特別是較小的孔，且可改變其表面化學性質，增加其結構表面碳與氧兩元素成分的含量。特別的是，利用超臨界二氧化碳後處理的多孔矽結構，可有效提高 H9c2 心肌細胞活力，此外幾種凋亡基因的表達受到抑制。本研究尚未釐清這些有益的變化之作用機制為何，可以預期，將超臨界流體技術導入多孔矽結構的改質，應用於心臟組織工程將具發展潛力。

關鍵字：超臨界二氧化碳、磊晶剝離技術、多孔矽、氫氟酸、SOI、H9c2

超臨界流體在聚合物發泡之工業應用

廖聖茹 S. J. Liao
工研院材化所(MCL/ITRI) 研究員

摘要

高分子發泡材料是以塑膠為基本成分並含有大量氣泡的新型材料，是塑膠和氣體的複合材料。以氣體作為填料，除了可以降低塑膠的使用量，且可使得材料具有許多獨特的性能，如質量輕、比强度高、彈性好、可撓曲性、緩衝防震以及隔音與隔熱等特性，在食品、醫療、電子產品運輸包裝、汽車產業、運動器材以及建築施工等產業獲得廣泛應用。在全球限塑政策以及發展循環經濟的趨勢下，塑膠產品將朝減少有限資源的消耗、使用低碳排放量、可回收以及可分解的材料發展。超臨界流體黏度接近於氣體、密度接近於液體，具高質傳效率、低表面張力以及溶解度可隨溫度、壓力調控等特性。常用的超臨界流體有 N_2 和 CO_2 ，使用超臨界流體進行高分子發泡因其不具毒性，亦不會自燃，是一種助於循環經濟發展的綠色製程，已廣泛應用在具輕薄需求的電子產品以及輕量化之汽車塑膠部件。從Adidas採用BASF全新超臨界彈性體發泡微球生產具有卓越彈性和減震特性的Energy Boost跑鞋，這種「小顆粒，長距離」開創了革命性商機。本文將介紹目前市場上使用超臨界流體發泡之高分子材料，包括聚丙烯、熱塑性彈性體以及生質發泡材料技術以及應用產品。

關鍵字：

超臨界流體(Supercritical fluid, SCF)、超臨界微孔發泡(Supercritical microcellular foaming)、聚丙烯(Polypropylene, PP) 熱塑性彈性體(Thermoplastic elastomer, TPE)、生質塑膠(Bioplastics)

參考文獻：

1. 廖聖茹，超臨界流體在聚合物發泡之應用，工業材料, 2017/6。
2. 廖聖茹，生質發泡材料技術與應用，工業材料, 2020/11。
3. <https://www.jsp.com/en/>
4. <https://www.ptonline.com/news/new-pp-foam-extrusion-technology>
5. <https://www.basf.com/tw/zh/media/BASF-Information/Innovation/small-beads-for-long-distance.html>
6. <https://www.huntsman-tpu.com/>

超臨界流體於纖維機能化加工應用

董泯言

財團法人工業技術研究院 材料與化工研究所

摘要

紡織業為台灣重要產業，每年出口金額達百億美元，許多國際品牌都來到台灣採購。但近年循環永續與環保意識抬頭，國際運動品牌號召成立「有害化學物質零排放聯盟」(ZDHC) 達成有害化學物質零排放的嚴格標準；2030 年國際運動品牌同時訂定整體紡織品生產須達減碳 30% 目標，對生產過程中產生大量廢水的傳統染整產業來說，在在都是艱鉅挑戰。

超臨界流體染色製程本身即具備循環經濟特點，製程使用之二氧化碳媒介回收率達 90% 以上，同時可避免使用到水資源，可達到循環永續與減碳目標。因此，超臨界流體於纖維機能化加工應用具備技術特點，本報告介紹低碳纖維染色應用，染色堅牢度 ≥ 3.5 級(依據 AATCC 61 2A 標準)；化學纖維親水化，吸水速度 < 1 Sec(依據 AATCC 79 標準)；撥水化與抗 UV 等特性，可發展技術面相當廣泛。

Oral Presentations

OP A01 ~ OP B04

八、論文摘要

以超臨界流體模擬移動床純化魚油中的 EPA 之研究

梁明在^{1*}、吳守方¹、林智雄¹、古秉章¹、黃星毓²、童珊珊²

¹ 達諾生科技股份有限公司，屏東，908126，台灣

² 喬璞科技有限公司，高雄，824003，台灣

摘要

魚油中的二十碳五烯酸 (eicosapentaenoic acid, EPA) 是魚油的主要營養成分。二十碳五烯酸屬於 ω -3 系列多不飽和脂肪酸，具有降血脂、促進體內飽和脂肪酸代謝、增進血液循環、防止脂肪在血管壁沉積以及預防動脈粥樣硬化的形成和發展、預防腦血栓、腦溢血、高血壓等心血管疾病。本研究旨在採用超臨界流體模擬移動床(Supercritical Fluid Simulated Moving Bed, SF-SMB)純化魚油中的 EPA。SF-SMB 是一種以超臨界流體為移動相的連續式層析設備，該設備可利用週期性地變更出入口位置來模擬固定相與移動相的逆向運動，其中固定相的流速則通過設定閥門切換時間來加以改變。本研究選用 Purjet 2-EP 為固定相，填充於 6 支 10 mm^{ID}×250 mm^L 的管柱中，並以添加 8 wt% 無水乙醇的超臨界二氧化碳作為流動相，在 130 bar 以及 45 °C 的操作條件下進行 EPA 的分離。本研究所使用的 SF-SMB 設備，係將 6 柱分成每區段有 2 根填充柱的 3 區段設計。在三角形理論的協助下，進行了一系列的實驗，並成功將 EPA 的純度從 71.7% 提高至 80.0%，回收率為 94.0%。本研究成功以超臨界流體模擬移動床層析技術提高了魚油中 EPA 的純度，證實一種全程採用超臨界流體技術分離天然物活性成分的可行性。

關鍵字：超臨界流體模擬移動床、魚油、EPA

參考文獻：

- [1] Mason R.P., Libby P., Bhatt D.L. Emerging mechanisms of cardiovascular protection for the omega-3 fatty acid eicosapentaenoic acid. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020; 40: 1135-1147.
- [2] Bhatt D.L., Steg P.G., Miller M., Brinton E.A., Jacobson T.A., Ketchum S.B., Doyle Jr R.T., Juliano R.A., Jiao L., Granowitz C., Tardif J.C., Ballantyne C.M. Cardiovascular risk reduction with icosapent ethyl for hypertriglyceridemia. *N Engl J Med.* 2019; 380: 11-22
- [3] Bernasconi A.A., Wiest M.M., Lavie C.J., Milani R.V., Laukkanen J.A., Effect of omega-3 dosage on cardiovascular outcomes: an updated meta-analysis and meta-regression of interventional trials. *Mayo Clin Proc.* 2021; 96: 304-313
- [4] Skulas-Ray A.C. Wilson P.W.F. Harris W.S. Brinton E.A, Kris-Etherton P.M., Richter C.K., Jacobson T.A., Engler M.B., Miller, M., Robinson J.G., Blum C.B., Rodriguez-Leyva D., de Ferranti S.D., Welty F.K. Omega-3 fatty acids for the management of hypertriglyceridemia: a science advisory from the American heart association. *Circulation.* 2019; 140: e673-ee91.
- [5] 梁明在、梁茹茜、梁克源，台灣化學工程學會會誌，超臨界流體模擬移動床純化天然物之應用，60 (2013) 14-21。
- [6] 梁明在，"模擬移動床在純化天然活性成份的應用"，化工，vol. 58，no. 1，pp. 71-82，2011.02。

應用 PC-SAFT 狀態方程式於預測藥物在超臨界二氧化碳流體中 溶解度

吳蓁蓁、謝介銘*

國立中央大學化學工程與材料工程系，桃園，32001，台灣

摘要

建立熱力學模型以準確地描述流體相平衡、化學平衡等熱力學性質一直是化工相關產業的重要目標。本研究目的在了解 Perturbed Chain-Statistical Association Fluid Theory (PC-SAFT)[1]狀態方程式在預測藥物分子在超臨界二氧化碳中的溶解度的準確性。PC-SAFT 狀態方程式是由 SAFT 狀態方程式[2]為基礎進行修改的版本，將分子視為相同大小的硬球組成的長鏈分子，並在分子中特定位置賦予相互作用位點，使分子能透過相互作用進行締和。此狀態方程式結合 Boublík 提出的硬鏈狀態方程式[3]，以及 Barker 和 Henderson 的擾動理論[4]來重新詮釋剩餘的亥姆霍茲自由能，需要三個與物質有關的參數來描述每個分子的球體直徑、球體數量、與球體之間的相互作用，此外，兩個額外的參數來描述分子之間的締和相互作用。PC-SAFT 狀態方程式的成功主因為其參考的擾動理是將硬球片段視為彼此連接的鏈狀，考慮了片段彼此之間的相互作用，對於碳氫聚合物有更真實的描述。然而，PC-SAFT 狀態方程式在描述含有超臨界二氧化碳混合物方面的準確性尚未有系統性的研究。本研究初步考慮了 14 種非締合之類藥物溶質在超臨界二氧化碳流體中之溶解度，其中包括 14 個二元系統和 24 個三元系統，並將 PC-SAFT 狀態方程式的計算結果與 Peng-Robinson (PR) 狀態方程式的計算結果進行了比較。PC-SAFT 狀態方程式預測二元和三元系統的平均對數誤差(ALD-x) 為 0.268 和 0.223，與 PR 狀態方程式的 0.215 和 0.125 相比略遜一籌，儘管 PC-SAFT 狀態方程式對非締合溶質的準確性稍差，但我們仍然期待它預測包含締合溶質的系統的能力。目前研究正在持續進行中。

關鍵字：超臨界二氧化碳、藥物溶解度、PC-SAFT 狀態方程式、Peng-Robinson 狀態方程式

參考文獻：

- [1] Gross J, Sadowski G. Perturbed-chain SAFT: An equation of state based on a perturbation theory for chain molecules. 2001; 40: 1244-60.
- [2] Chapman WG, Gubbins KE, Jackson G, Radosz M. SAFT: Equation-of-state solution model for associating fluids. 1989; 52: 31-8.
- [3] Boublík T. Hard-Sphere Equation of State. 1970; 53: 471-2.
- [4] Barker JA, Henderson D. Perturbation Theory and Equation of State for Fluids: The Square-Well Potential. 1967; 47: 2856-61.

利用超臨界反溶劑技術進行藥物丙磺舒與生物可分解高分子 PLGA 及水溶性高分子 PVP 複合微粒製備之研究

顏佑澤¹、黃于哲¹、蕭景鴻¹、楊琮賢²、蘇至善^{1*}

¹臺北科技大學化學工程與生物科技系

²國防大學理工學院化學及材料工程系

摘要

本研究利用超臨界反溶劑技術(Supercritical antisolvent, SAS)，針對治療痛風藥物丙磺舒(Probenecid)，進行製劑設計之研究。透過選擇生物可分解高分子 (Poly(lactic-co-glycolic acid) (PLGA)或水溶性高分子 Polyvinylpyrrolidone (PVP)作為賦形劑，製備藥物複合微粒，以改善藥物溶離特性與釋放效果。透過 DSC、PXRD、FTIR、TGA 與 UV/Vis 光譜儀等分析，了解藥物複合微粒之結晶特性、光譜性質、熱性質以及複合微粒中藥物與高分子比例等固態物性。在 Probenecid/PLGA 複合微粒製備方面，透過藥物溶解度量測進行溶劑篩選，並設計混合溶劑系統，改善 SAS 操作之產率與提升產量，可得到高回收率結果，在 Probenecid 與 PLGA 比例為 1:1 條件下，可成功製備複合微粒，並由後續操作參數效應探討中，篩選適當操作條件，再透過溶離速率實驗之比較，驗證藥物溶離行為改善。而在 Probenecid/PVP 複合微粒製備方面，同樣利用藥物與高分子之溶解度篩選，設計適當混合溶劑系統，可在 Probenecid 與 PVP 比例為 1:4 條件下，成功製備出藥物 Probenecid 之高分子非晶型固體分散微粒(Polymeric amorphous solid dispersion)，將藥物以非晶型方式微觀混合至 PVP 載體中，進一步提升溶離效果。綜合以上，利用 SAS 技術，可成功針對藥物 Probenecid，設計不同類型之藥物劑型，對其溶離特性進行改善與控制。

關鍵字：超臨界反溶劑、丙磺舒、PLGA、PVP、藥物溶離

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號為 MOST 108-2221-E-027-069-MY3 與 MOST 110-2628-E-027-002。

鄰乙氧苯甲醯胺和 2-氯-4-硝基苯甲酸在超臨界二氧化碳中的溶解度量測 以及共晶體製備

陳昱銘、張式鈺、謝介銘*

國立中央大學化學工程與材料工程系，桃園，32001，台灣

摘要

鄰乙氧苯甲醯胺 (EA: ethenzamide) 是止痛藥中常見的成分之一，主要用於緩解輕中度疼痛，並具有抗發炎、鎮痛和解熱作用。然而，鄰乙氧苯甲醯胺的水溶性低，導致此藥物的生物利用度低。低生物利用度使得在開發新藥時不同劑量之間的藥理作用難以預測，也使得藥物的毒性難以控制。不僅如此，有機溶劑的殘留也是一個重要的問題。為了克服製藥工業中可能遭遇的上述幾項障礙，在超臨界流體技術中藥物的再結晶和微粒化技術具有很大的優勢。以藥物的再結晶為例，Aitipamula 等人成功利用液體輔助研磨法 (LAG) 製備出鄰乙氧苯甲醯胺和 2-氯-4-硝基苯甲酸 (CNBA: 2-chloro-4-nitobenzoic acid) 的共晶體¹，不過該手法仍然使用有機溶劑。因此，本研究嘗試利用超臨界流體技術來進行共晶體之製備，來改善有機溶劑殘留的問題，並且希望藉此提高藥物的穩定性。研究中亦實驗量測兩個目標分子在超臨界二氧化碳中之溶解度，此一資訊為結晶設計工程中也扮演極為關鍵的因素。

本研究中使用可靠的高壓半流動式裝置測量止痛藥物及其共構物在超臨界二氧化碳中的溶解度。溫度的條件分別為 308.2 K、318.2 K 和 328.2 K，壓力的範圍為 110 bar 至 220 bar，為了確保在飽和溶解度下量測，取樣的流速均控制在 3 L/hr 至 9 L/hr 之間。在每組的操作溫度和壓力條件下，經過至少重複三次測量得到的溶解度數據，其變異係數大多低於 6%。所量測之 EA 和 CNBA 的溶解度，範圍分別在 10^{-5} 到 10^{-4} 和 10^{-6} 到 10^{-4} 內，並且透過 Chrastil 模型²、Bartle 模型、Mendez-Santiago and Teja 模型和 Kumar & Johnston 模型進行數據回歸，平均相對偏差 (AARD) 為 2.17%~7.10%。除此之外，以超臨界二氧化碳作為溶劑製備 EA 和 CNBA 之共晶體的實驗正在進行中。

關鍵字：超臨界二氧化碳、鄰乙氧苯甲醯胺、固體溶解度、共晶體

參考文獻：

- [1] S. Aitipamula, A. B. Wong, P. S. Chow, R. B. Tan. CrystEngComm. 14 (2012) 8515-8524.
- [2] J. Chrastil. J. Phys. Chem. 15 (1982) 3016-3021.

利用超臨界二氧化碳改質多孔矽結構提高細胞生物相容性

王莘瑜¹、郭立文¹、馮瑞陽^{*1}、林宏殷^{*2}、洪俊宏³、邱永和⁴

¹ 國立高雄大學電機工程學系，高雄，81148，台灣

² 國立高雄大學化學工程及材料工程學系，高雄，81148，台灣

³ 財團法人金屬工業研究發展中心，高雄，81160，台灣

⁴ 台超萃取洗淨精機股份有限公司，彰化，502，台灣

摘要

多孔矽結構具有高比表面積，被視為是一種生物相容性材料，本研究聚焦於透過超臨界二氧化碳後處理蝕刻多孔矽結構是否能進一步提高其生物相容性。本研究利用矽基板通過氫氟酸及陽極氧化電化學蝕刻方法來製備厚度約為 4 μm 的多孔矽結構，然後分別以氧電漿或超臨界二氧化碳對其進行後處理。不同的後處理方法，影響多孔矽表面親水特性差異很大，氧電漿處理的多孔矽表面具有高親水性，但超臨界二氧化碳處理的多孔矽表面呈現出高疏水性。本研究發現超臨界二氧化碳處理多孔矽結構會導致其孔隙輕微擴大，特別是較小的孔；特別的是，利用超臨界二氧化碳處理多孔矽可改變其表面化學性質，增加其結構表面碳與氧兩元素成分的含量。

比較 H9c2 心肌細胞於不同後處理多孔矽表面的生長活力，發現利用超臨界二氧化碳後處理的多孔矽結構，可有效提高 H9c2 心肌細胞活力，且血管生成途徑中一些關鍵基因的表達顯著升高，此外幾種凋亡基因的表達受到抑制。本研究尚未釐清這些有益的變化，是原至於多孔矽結構形態的輕微改變，抑或是受超臨界二氧化碳後處理引起表面物理或化學變化的結果。無論作用機制如何，結果顯示，未來將超臨界流體技術導入多孔矽結構的改質，將其應用於心臟組織工程將具發展潛力。

關鍵字：超臨界二氧化碳、多孔矽、氫氟酸、生物相容性、心肌細胞、H9c2

參考文獻：

[1] David Jui-Yang Feng^{*}, Hung-Yin Lin, James L. Thomas, Hsing-Yu Wang, Chien-Yu Lin, Chen-Yuan Chen, Kai-Hsi Liu and Mei-Hwa Lee^{*}, "Supercritical Carbon Dioxide Treatment of Porous Silicon Increases Biocompatibility with Cardiomyocytes," International Journal of Molecular Sciences, 22 (19), 10709, Oct. 2021.

Metallization of 3D-Printed Structure by Supercritical CO₂ Catalyzed

Po-Wei Cheng¹, Chun-Yi Chen¹, Taku Ichibayashi^{1,2}, Tso-Fu Mark Chang¹, Masato Sone¹, Suzushi Nishimura¹

¹ Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology, Yokohama 226-8503, Japan

² High Performance Materials Company, ENEOS Corporation, Yokohama 231-0815, Japan

Abstract

Three-dimensional (3D) printing technology has been a promising production technology because of the versatility in design and fabrication of complex 3D structures, low cost, short fabrication process time and flexibility in selections of the ink material [1]. Hence, it has high potential to be applied in various field such as fabrication of functional components in electronics, electromagnetics, aerospace, and bioengineering. In order to expand values of 3D printing technology, integration of 3D-printed polymer structures with various functional materials is necessary. In particular, metallization of the 3D-printed polymer structure is critical to realized fast production of complex electronic components, and the metallization could be achieved by electroless plating. However, the conventional electroless plating method is not environmentally friendly, and the efficiency of interaction between the polymer substrate and deposited metal coating still needs to be improved. Therefore, ScCO₂ is used as the solvent in the catalyzed step, and the source of the palladium catalyst would be organopalladium compounds for the solubility in scCO₂[2].

In this study, 3D-printed polymer structures were successfully metallized by a scCO₂-assisted electroless plating method. The organopalladium compound was palladium bis-hexafluoroacetylacetonate (Pd(hfa)₂). In addition, effects of the metal deposition temperature on electrical resistance and reliability of the metallized polymer structures were evaluated. A positive influence on the electrical resistance was observed when raising the temperature. High temperature is suggested to promote formation of the metallic palladium, growth rate of the Ni-P and crystallinity of the Ni-P, which are all effective in lowering the electrical resistance. As a result, a low electrical resistance of 0.03 Ω for Ni-P layer was achieved. In addition, the reliability evaluated by a tape adhesive test also improved when a higher temperature was used.

Reference

- [1] P.-W. Cheng, C.-Y. Chen, T. Ichibayashi, T.-F.M. Chang, M. Sone, S. Nishimura, *MRS Commun.* 11, (2021) P278–282.
[2] P.-W. Cheng, C.-Y. Chen, T. Ichibayashi, T.-F.M. Chang, M. Sone, S. Nishimura, *J. Supercritical fluids* 180 (2022), 105455.

Keywords:

3D printing, carbon dioxide, Pd, electrical properties, adhesion

超臨界輔助霧化法製備肺部釋放藥物載體-羥丙基-β-環糊精微粒

Hsien-Tsung Wu (吳弦聰), Yao-Hsiang Chuang (莊耀翔), Han-Cyuan Lin (林漢權) Yi-Jia Tu (涂翊珈) and Zi-Yu Ye (葉姿妤)

Department of Chemical Engineering, Ming Chi University of Technology

明志科技大學化學工程系，新北市，24301，台灣

E-mail: stwu@mail.mcut.edu.tw

摘要

本研究以二氧化碳為噴霧介質或共溶質，乙醇水溶液為溶劑，經超臨界輔助霧化法 (supercritical assisted atomization, SAA) 製備羥丙基-β-環糊精 (hydroxypropyl-β-cyclodextrin, HP-β-CD) 微粒。探討各關鍵因素對 HP-β-CD 顆粒形態和尺寸的影響，包括：溶劑效應、沉澱槽和飽和槽溫度、HP-β-CD 溶液濃度、以及二氧化碳與 HP-β-CD 溶液體積流率比。有利球形微粒且均勻粒徑分布之實驗條件為：54.2% (w/w) 乙醇水溶液為溶劑，沉澱槽和飽和槽溫度分別為 373.2 K 和 353.2 K，二氧化碳與 HP-β-CD 溶液體積流率比為 1.8，以及低濃度 HP-β-CD 溶液。添加亮氨酸 (leucine) 可讓球形微粒形成粗糙表面，進而提升 HP-β-CD 微粒氣溶膠性能[1,2]，添加 13.0 wt% 亮氨酸的 HP-β-CD 微粒之微細顆粒分率 (fine particle fraction, FPF) 為不含亮氨酸 HP-β-CD 微粒的 1.8 倍，表示亮氨酸可作為分散提升劑，研究結果說明 SAA 製備之 HP-β-CD 微粒可作為肺部釋放藥物載體。

關鍵字：超臨界輔助霧化法、羥丙基-β-環糊精、亮氨酸、肺部釋放藥物載體

參考文獻：

- [1] H.T. Wu, Y.C. Su, Y.M. Wang, H.M. Tsai, Characterization and aerosolization performance of mannitol particles produced using supercritical assisted atomization. Chem. Eng. Res. Des. 137 (2018) 308–318. doi.org/10.1016/j.cherd.2018.07.024
- [2] P.C. Seville, T.P. Learoyd, H.Y. Li, I.J. Williamson, J.C. Birchall, Amino acid- modified spray-dried powders with enhanced aerosolisation properties for pulmonary drug delivery. Powder Technol. 178 (2007) 40–50. doi.org/10.1016/j.powtec.2007.03.046

超臨界流體萃取法模擬與製程參數平台建立

崔春山

皮托科技股份有限公司，彰化，台灣

摘要

本研究利用多物理量耦合模擬軟體 COMSOL Multiphysics 實現超臨界流體萃取法的數值模型，首先以 Reverchon 1996 年在 9 MPa 和 50 °C 條件的超臨界萃取法中，從鼠尾草葉中提取鼠尾草精油的實驗與數學模型做驗證，比較不同鼠尾草葉平均尺寸參數，藉由 COMSOL Multiphysics 數值計算的結果非常吻合；接著以 COMSOL APP 建立器製作超臨界流體萃取法的製程參數平台，提供給數值建模人員、製程與實驗人員等所有跨部門的團隊成員使用，在設計開發階段時，提供一個專有的參數輸入與結果分析的測試平台，便於即時討論與分享，而在完成專案後，也可歸檔做為資料管理保存的平台。

關鍵字：超臨界流體萃取法、多物理量耦合模擬、COMSOL APP、製程參數平台

參考文獻：

- [1] Priyanka. Indian Institute of Technology Roorkee, Simulation of Supercritical Fluid Extraction Process Using COMSOL Multiphysics (2015).
- [2] E. Reverchon, Mathematical Modeling of Supercritical Extraction of Sage Oil, Bioengineering, Food, and Natural Products, Vol. 42, No. 6 (1996).
- [3] Eduardo L.G. Oliveira et al., Review of kinetic models for supercritical fluid extraction, chemical engineering research and design, 89,1104-1117 (2011).
- [4] COMSOL APP builder introduction in COMSOL Multiphysics 5.6 manual.

Paper Presentations

PP 01 ~ PP 14

超臨界二氧化碳改質 P 型矽基板及其縱深 X-ray 電子能譜分析

郭立文¹、馮瑞陽^{*1}、洪俊宏²、邱永和³

¹ 國立高雄大學電機工程學系，高雄，81148，台灣

² 財團法人金屬工業研究發展中心，高雄，81160，台灣

³ 台超萃取洗淨精機股份有限公司，彰化，502，台灣

摘要

利用水溶液氫氟酸選擇性側向蝕刻絕緣層上覆矽(Silicon on Insulator, SOI)基板之中間層氧化矽(SiO_x)材料，此選擇性側向蝕刻技術通常被用於掀離 SOI 基板之表層結構來獲得奈米矽薄膜。本研究發現輔以少量的水經超臨界二氧化碳處理的 SOI 基板，在氫氟酸作用下，除了選擇性側蝕，竟出現穿過奈米矽薄膜表層由上而下的新蝕刻通道；相較於僅單純利用超臨界二氧化碳處理的 SOI 基板，並未發現上述現象，此研究結果表明了，於特定條件下，水的介入可以使超臨界二氧化碳具有氧化矽基材的能力。

基於上述發現，本研究進一步利用超臨界二氧化碳，固定溫度、壓力與處理時間分別為 150°C 、3000psi 及 3 小時，來改質具高摻雜低電阻率的 p-type 矽基板 (100) (B-doped, $\rho < 0.0015 \Omega\text{-cm}$)，並比較無水時，或混入少量的水，以及水與丙酮同時介入處理此矽基板的差異，爾後利用 Ar 離子蝕刻配合 X-ray 電子能譜(XPS) 對樣品進行材料組成縱深分析，確認經過超臨界二氧化碳處理之矽材表面皆具有較高濃度的碳與氧，且水的介入能進一步提高矽基板表面碳與氧的含量；另外，同時輔以水與丙酮配合超臨界二氧化碳處理的矽基板，其縱深 Si_{2p} 電子能譜分析結果顯示，電子能譜峰值從表層的 Si-O bond 漸變過度至 Si-Si bond 的現象甚為明顯，綜合結果表明，水的介入是超臨界二氧化碳氧化矽基板的主劑，共溶劑丙酮有利於增加水分子與矽基材作用的介面與氧化厚度。

關鍵字：超臨界二氧化碳、X-ray 電子能譜、P 型矽基板、丙酮、水

以超臨界流體再結晶法研製推進劑級超微粒過氯酸銨晶體之研究

洪士傑、陳柏翰、賴家同、楊琮貿、李金樹、葉早發

國防大學理工學院化學及材料工程系

摘要

本研究將利用超臨界流體技術，製備晶型良好、粒徑大小在 $90\pm 15\ \mu\text{m}$ 的超微粒過氯酸銨晶體 (AP)。首先獲得工業級過氯酸銨晶體，再使用超臨界流體萃取機，評估適當長徑比 (L/D) 的噴嘴，以 CO_2 超臨界流體在不同的操作條件下 (溫度、壓力、 CO_2 流速)，製備超微粒過氯酸銨晶體，並利用高效能液相層析儀 (HPLC) 分析過氯酸銨微粒的純度，並以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 及界面電位及粒徑分析儀 (ZPPSA) 分析晶體粒徑、晶型及粒徑分佈，最後進行工業製程可行性評估，研究成果可提供生產工廠研製推進劑級超微粒過氯酸銨晶體。

在 SAS 製程中，藉由控制操作條件可製備出不同粒徑之 AP 微粒。在溶劑為丙酮、壓力 15MPa、溫度 303K、持壓時間 0.5h 時，可得到粒徑為 $5\pm 1\ \mu\text{m}$ 最小的 AP 微粒；另外在溶劑為甲醇、壓力 5MPa、溫度 323K、持壓時間為 4.5h 條件下，獲得最大粒徑為 $114\pm 23\ \mu\text{m}$ 的 AP 微粒；經評估後，製備粒徑 $90\pm 15\ \mu\text{m}$ AP 微粒的最佳操作條件為使用甲醇溶劑、壓力 5MPa、溫度 323K、持壓時間 2.5h；最後以 SAS 製程再結晶後的過氯酸銨微粒，透過金屬離子檢測，其鈉、鉀離子含量均符合美國軍事規格 MIL-A-192B。

關鍵字：過氯酸銨、超臨界流體、SAS

本研究感謝國家中山科學研究院經費支持。

Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Cartilage Graft Regenerated Articular Cartilage in Osteoarthritis Rats

Chia-Chun Wu¹, Yih-Wen Tarng², Dur-Zong Hsu³, Periasamy Srinivasan⁴,
Yi-Chun Yeh⁴, Yi-Ping Lai⁴, Dar-Jen Hsieh^{4,*}

¹Department of Orthopedics, Tri-Service General Hospital, National Defense Medical Center, Taipei. ²Department of Orthopedic, Kaohsiung Veterans General Hospital, Kaohsiung city. ³Department of Environmental and Occupational Health, College of Medicine, National Cheng Kung University, Tainan. ⁴R&D Center, ACRO Biomedical Co., Ltd., Kaohsiung City, Taiwan

Abstract

Acellular cartilage matrix derived from the cartilage would make ideal scaffolds for cartilage tissue engineering. Numerous decellularization methods are used in cartilage scaffold preparation, however, these processes include disadvantages such as traces of impurities and loss of scaffold structure. These disadvantages can be overcome by using supercritical carbon dioxide (SCCO₂) extraction technology. SCCO₂ employs mild critical coordinates, pressure at 7.38 MPa and temperature at 31°C, which can be easily accomplished and well-suited for cartilage scaffold preparation. The study aims to use decellularized porcine cartilage graft (dPCG) and plasma rich platelet (PRP) to attenuate anterior cruciate ligament transection (ACLT)-induced osteoarthritis (OA) progression and regenerate the knee cartilage in rats. Decellularization of the porcine cartilage was characterized by hematoxylin and eosin, 4,6-Diamidino-2-phenylindole staining, scanning electron microscopy and residual DNA quantification. The protective effect dPCG was evaluated by intra-articular administration in a surgically induced ACLT rat OA model. Supercritical carbon dioxide technology completely decellularized the porcine cartilage. Intra-articular administration of dPCG with or without PRP significantly reduced the ACLT-induced OA symptoms and attenuated the OA progression. The capacitance meter was used to assess the pain-relief by dPCG with or without PRP and improved articular cartilage damage in the rat knee was characterized by X-ray and micro-CT. Besides, the histological analysis depicted cartilage protection by dPCG with or without PRP. The dPCG attenuated the damage and repaired the articular cartilage with or without PRP as assessed by safranin-O, type II collagen, aggrecan and SOX-9 immuno-staining. To summarize, intra-articular administration of dPCG with or without PRP is efficient in repairing the damaged cartilage in the experimental OA model [1].

Keywords: supercritical carbon dioxide, decellularized porcine cartilage graft, anterior cruciate ligament transection, osteoarthritis, type II collagen

Reference

[1] C-C. Wu, Y-W. Tarng, D-Z. Hsu, P. Srinivasan, Y-C. Yeh, Y-P. Lai, D-J. Hsieh. *J. Tissue Eng. Regen. Med.* 2021 Sep 28. DOI: 10.1002/term.3252. Online ahead of print.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/term.3252>

Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Bone Graft: Role in the Reconstruction of the Orbital Floor

Chao-Hsin Huang¹, Dar-Jen Hsieh², Yi-Chia Wu^{3,4,5}, Ko-Chung Yen², Periasamy Srinivasan², Hsiao-Chen Lee³, Ying-Che Chen⁶, Su-Shin Lee^{3,4,5,6,*}

¹School of Post Baccalaureate Medicine, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung. ²Center of Research and Development, ACRO Biomedical Co., Ltd. Kaohsiung. ³Division of Plastic Surgery, Department of Surgery, Kaohsiung Medical University Hospital, Kaohsiung. ⁴Regenerative medicine and cell therapy research centre, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung. ⁵Department of Surgery, Faculty of Medicine, College of Medicine, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung. ⁶Department of Surgery, Kaohsiung Municipal Siaogang Hospital, Kaohsiung, Taiwan.

Abstract

Orbital fracture is the consequence of a traumatic accident that led to weakened orientation and integrity of facial bones, with the symptoms of periorbital oedema, tissue lacerations, enophthalmos and diplopia. Orbital floor fractures subsequently lead to consequences such as diplopia and enophthalmos. The graft materials used in orbital floor fractures varied from autografts to alloplastic grafts, which possess certain limitations. The supercritical carbon dioxide (scCO₂) uses mild critical coordinates, pressure at 7.38 MPa and temperature at 31°C, which can be effortlessly accomplished and appropriate for bone graft preparation. In the present study, a novel porcine bone matrix decellularized by scCO₂, ABCcolla[®] Collagen Bone Graft, was used for the reconstruction of the orbital framework. The study was approved by the institutional review board (IRB) of Kaohsiung Medical University Chung-Ho Memorial Hospital (KMUH). The orbital defects were fixed by the implantation of the ABCcolla[®] Collagen Bone Graft. Nine out of ten cases used 1 piece of customized ABCcolla[®] Collagen Bone Graft in each defect. The other case used 2 pieces of customized ABCcolla[®] Collagen Bone Graft in one defect area due to the curved outline of the defect. In the outpatient clinic, all 10 cases showed improvement of enophthalmos on CT (computerized tomography) at week 8 follow-up. No replacement of implants was needed during follow-ups. To conclude, ABCcolla[®] Collagen Bone Graft proved to be safe and excellent in the reconstruction of the orbital floor with high accessibility, high stability, good biocompatibility, low infection rate and low complication rate [1].

Keywords: supercritical carbon dioxide, bone graft, orbital wall reconstruction, ABCcolla[®] Collagen Bone Graft, xenogenic graft

Reference

[1] C-H. Huang, D-J. Hsieh, Y-C. Wu, K-C. Yen, P. Srinivasan, H-C. Lee, Y-C. Chen, S-S. Lee. Int J Med Sci. 2021; 18(16): 3684-3691. <https://www.medsci.org/v18p3684>

Supercritical Carbon Dioxide Decellularized Porcine Nasal Cartilage Graft Cultured with Chondrocyte: Histotypic 3D Construct for Rhinoplasty

Su-Shin Lee^{1,2,3,4}, Yi-Chia Wu^{1,2,3}, Shu-Hung Huang^{1,2,3}, Ying-Che Chen⁴, Periasamy Srinivasan⁵,
Dar-Jen Hsieh⁵, Yi-Chun Yeh⁵, Yi-Ping Lai⁵, Yun-Nan Lin^{1, *}

¹Division of Plastic Surgery, Department of Surgery, Kaohsiung Medical University Hospital, Kaohsiung City.

²Department of Surgery, Faculty of Medicine, College of Medicine, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung City. ³Regenerative medicine and cell therapy research centre, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung. ⁴Department of Surgery, Kaohsiung Municipal Siaogang Hospital, Kaohsiung. ⁵Center of Research and Development, ACRO Biomedical Co., Ltd. Kaohsiung, Taiwan.

Abstract

Rhinoplasty is the most difficult aesthetic surgical procedure with a high rate of revision. Augmentative and reconstructive rhinoplasty surgical procedures use autologous tissue grafts or synthetic grafts to repair the nasal defect and aesthetic reconstruction. Donor site trauma and morbidity are common in autologous grafts. However, we developed a bioactive scaffold with a 3D cartilage construct using supercritical (SCCO₂) carbon dioxide decellularized porcine nasal cartilage graft (dPNCG). dPNCG was produced by proprietary SCCO₂ (100-350 bar carbon dioxide pressure, 20-40°C) extraction technology from porcine nasal cartilage. An experimental 3D cartilage construct was engineered using dPNCG, rat adipose-derived stem cells (ADSC) and chondrocytes with different percentages of cells and cultured for 21 days. dPNCG complete decellularization was characterized by hematoxylin and eosin (H&E), DAPI, alcian blue staining, scanning electron microscopy and residual DNA content. A solid mass of 3D cartilage construct with significant production of glycosaminoglycans in dPNCG with 100% chondrocytes culture was achieved. H&E and alcian blue staining showed an intact tissue mass, with cartilage granules bound to one another by extracellular matrix and proteoglycan, to form a 3D construct. Besides, phenotype chondrogenic markers, type II collagen, aggrecan and SOX-9 were elevated indicating chondrocytes cultured on dPNCG substrate synthesized type II collagen along with extracellular matrix to produce a 3D cartilage construct. To conclude, dPNCG is an excellent substrate bioactive scaffold that might offer a suitable environment for human nasal chondrocytes to produce 3D cartilage construct and a promising potential candidate for cartilage tissue engineering in rhinoplasty [1].

Keywords: supercritical carbon dioxide, 3D histotypic cartilage, decellularized porcine nasal cartilage graft (dPNCG), chondrocytes, adipose-derived stem cells

Reference

- [1] [1] S-S. Lee, Y-C. Wu, S-H. Huang, Y-C. Chen, P. Srinivasan, D-J. Hsieh, Y-C. Yeh, Y-P. Lai, Y-N. Lin. *Int J Med Sci.* 2021 Mar 25;18(10):2217-2227.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33859530/>

Analysis of the activity of *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* ATCC 15697 α -Fucosidases on human milk oligosaccharides by supercritical fluid chromatography

Yi-Pang Chung (鍾禕邦) and Ching-Ching Yu (游景晴)*

Department of Chemistry and Biochemistry, National Chung Cheng University, 168 University Road, Min-Hsiung, Chiayi 62102, Taiwan

Abstract

B. infantis has several α -fucosidases. Although the research explicated that there has the basic substrate specificity for α -1,2/3/4-fucosidic linkages, no one has studied the complex fucosyl human milk oligosaccharides (HMOs). We choose three α -fucosidases (Blon_0248, Blon_2335, Blon_2336) that did exhibit greater activity on purified HMOs to explore their site selectivity^[1], and substrate tolerance with linear multi fucosylated HMOs. Subsequently, use SFC to analyze the isomers produced by fucosidases in a shorter time than HPLC, and compare with the constructed retention time database. Further development is going to explore the metabolic pathway of *B. infantis*^[2].

References

- [1]. Sela, D. A.; Garrido, D.; Lerno, L.; Wu, S.; Tan, K.; Eom, H.-J.; Joachimiak, A.; Lebrilla, C. B.; Mills, D. A. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2012, 78(3), 795-803
- [2]. Ayechu-Muruzabal, Veronica; van Stigt, Arthur H.; Mank, Marko; Willemsen, Linette E. M.; Stahl, Bernd; Garssen, Johan; van't Land, Belinda *Front. Pediatr.*, 2018, 6, 239

超臨界輔助霧化法製備速溶型之肺部釋放藥物製劑

Hsien-Tsung Wu (吳弦聰), Yao-Hsiang Chuang (莊耀翔), Han-Cyuan Lin (林漢權) Yu-Xuan Huang (黃于軒) and 胡子暎 (Tzu-Chieh Hu)

Department of Chemical Engineering, Ming Chi University of Technology

明志科技大學化學工程系，新北市，24301，台灣

E-mail: stwu@mail.mcut.edu.tw

摘要

本研究利用超臨界輔助霧化法(supercritical assisted atomization, SAA)製備難水溶性藥物貝克每松(beclomethasone dipropionate, BDP)與羥丙基- β -環糊精(hydroxypropyl- β -cyclodextrin, HP- β -CD)之藥物複合微粒，透過有利於製備 HP- β -CD 載體微粒為球狀且均勻粒徑分布之實驗條件，添加亮氨酸可形成具粗糙表面之球狀微粒，進而提升複合微粒的氣動霧化性能 [1,2]。探討不同質量比 ($Z = \text{HP-}\beta\text{-CD/BDP}$) 對藥物複合微粒的體外溶離 (*in vitro* dissolution) 和霧化性能 (*in vitro* aerosolization) 之影響，霧化性能結果顯示藥物複合微粒的微細顆粒分率 (fine particle fraction, *FPF*)，隨著質量比 (Z) 的增加而提升；而體外溶離實驗結果顯示，使用水溶性載體 HP- β -CD 可有效提昇藥物釋放速率，說明本研究製備之藥物複合微粒可應用於速溶型之肺部釋放藥物劑型。

關鍵字：超臨界輔助霧化法、貝克每松、羥丙基- β -環糊精、亮氨酸、速溶型肺部釋放藥物製劑

參考文獻：

- [1] H.T. Wu., Y.H. Chuang, H.C. Lin, L.J. Chien, Characterization and aerosolization performance of hydroxypropyl- β -cyclodextrin particles produced using supercritical assisted atomization, *Polymers* (2021) 13, 2260. doi.org/10.3390/polym13142260
- [2] P.C. Seville, T.P. Learoyd, H.Y. Li, I.J. Williamson, J.C. Birchall, Amino acid- modified spray-dried powders with enhanced aerosolisation properties for pulmonary drug delivery. *Powder Technol.* 178 (2007) 40–50. doi.org/10.1016/j.powtec.2007.03.046

超臨界綠色萃取製程於 LNG 冷排水養殖大型海藻之應用

鄭姝玉、洪培景、翁瑋翔、曾裕峰、黃冬梨
中油股份有限公司 綠能科技研究所

摘要

本公司因有液化天然氣(LNG)接收業務，於永安液化天然氣接收站將 -162°C 超低溫液化天然氣由液態變成氣態，過程中使用大量過濾殺菌海水與液化天然氣進行熱交換後排放 LNG 冷排水，近年本公司已於永安成功發展 LNG 冷排水海藻陸上養殖技術，成功養殖台灣原生冷水性大型海藻—海木耳。海木耳藻體除了可直接用於食品外，海木耳水草物已被證實具有抗病毒、抗腫瘤、血糖調節、促進免疫調節潛力功效¹，海木耳乙酸乙酯萃取物被證實有抗癌、抗發炎及神經保護潛力效果²，但目前尚無海木耳超臨界萃取物之報告文獻；本公司利用超臨界綠色製程萃取技術，以二氧化碳為介質，萃取出具有抗氧化能力之萃取物，此種海木耳萃取物於體外實驗證明，對於毛囊細胞活性及抗菌具有正面應用潛力，此萃取物以衛福部公告方法測定砷鎘汞重金屬為無檢出，本研究並以氣相層析質譜分析其內容物組成，以及使用高效能液相層析法建立指紋圖譜，並此海木耳超臨界萃取物已設計可使用於塗抹型美妝保健品之中間原料；本萃取製程為循環萃取製程之首先步驟，並為極低廢棄物產出之製程，可再接續水草及酵素水解萃取製程，將藻體全株利用，萃取出不同生物活性之萃取物質，加深超臨界萃取技術價值於大型海藻高值產品用於人類及經濟伴侶動物。

關鍵字：超臨界二氧化碳、海木耳、LNG 冷排水、毛囊細胞活性、抗菌

參考文獻：

1. 蘇惠美、陳紫嫻、廖遠東。2014。海木耳的保健功效。農委會水試所電子報。第 103 期。
2. Shih, Chieh-Chih, et al. "Anti-inflammatory and antinociceptive effects of ethyl acetate fraction of an edible red macroalgae *Sarcodia ceylanica*." *International journal of molecular sciences* 18.11 (2017): 2437.

超臨界流體技術製備 3D 石墨烯複合材料於一氧化氮氣體感測之應用

徐維蓮、陳柏榮、王詩涵*

國立雲林科技大學化學工程與材料工程系，雲林，640114，台灣

摘要

非侵入式的健康檢測為未來醫療檢測的重要發展方向之一，可以有效普及居家檢測，其中呼出氣體檢測則為重要的非侵入式監測方法。人體呼出一氧化氮濃度 (FeNO) 是肺部相關疾病生物標誌(Biomarkers) [1]，然而呼出氣體組成複雜、濃度範圍為痕量級且因為溼度極高，因此開發高可信賴度的呼出氣體監測之感測器具有很高的挑戰性。氣體感測器種類很多，其中因半導體式氣體感測器製程極系統容易整合、材料穩定度高且價格合理因此最為常見，但人體呼出氣體濕度極高，限制了半導體式氣體感測器在呼氣感測之應用。為了解決此問題，本研究利用超臨界水熱法合成金屬氧化物/石墨烯複合材料，分別以超臨界二氧化碳(SCCO₂)及冷凍乾燥法合成 3D 石墨烯複合材料用於一氧化氮電阻式感測，結果顯示所合成之 3D 石墨烯複合材料因具有高孔隙度，具高靈敏度，且可用於痕量級一氧化氮濃度範圍的監測。同時探討溼度效應對感測的影響，分別測試符合人體呼出濕度範圍 40 至 90%，冷凍乾燥所得之複合材料很明顯地當溼度增加時，響應值降低，而以 SCCO₂ 乾燥之複合材料並未受到明顯的影響，除了由接觸角結果顯示 SCCO₂ 較冷凍乾燥之材料有較高的接觸角，分別為 $130.96^{\circ} \pm 3.37^{\circ}$ 及 $59.99^{\circ} \pm 5.2^{\circ}$ ，以 in-situ FTIR 光譜結果顯示 SCCO₂ 乾燥之 3D 複合材料其材料表面親水基並不會隨溼度而改變，在次證明該材料優異的耐溼度性質。此外也針對呼出氣體可能常見的干擾性氣體進行選擇性測試，實驗結果顯示該材料對一氧化氮有最佳的選擇性。綜上所述，利用超臨界流體及 SCCO₂ 技術所合成之 3D 石墨烯複合材料所製備的電阻式氣體感測器，不但可量測痕量級一氧化氮氣體、有低感測極限、有很高的選擇性及優異的濕度耐受性，且製作成本合理，在人體呼出一氧化氮氣體感測器之應用極具潛力。

關鍵字：超臨界二氧化碳、痕量級一氧化氮感測器、3D 石墨烯

參考文獻：

[1] Matsunaga, Kazuto, et al. "An official JRS statement: The principles of fractional exhaled nitric oxide (FeNO) measurement and interpretation of the results in clinical practice." *Respiratory Investigation* 59.1 (2021): 34-52.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212534520300915>

利用超臨界溶液快速膨脹法進行藥物氟哌啶醇奈米微粒製備之研究

張筠¹、鄭雅方¹、賴宛宜¹、邱永和²、蘇至善^{1*}

¹臺北科技大學化學工程與生物科技系

²台超萃取洗淨精機股份有限公司

摘要

本研究利用超臨界溶液快速膨脹技術 (Rapid expansion of supercritical solutions, RESS)，進行藥物氟哌啶醇(Haloperidol)奈米微粒製備之研究。Haloperidol 是一典型抗精神疾病藥物，主要用於治療思覺失調症、妥瑞氏症與具有幻覺、妄想等症狀之疾病，其為低水溶性藥物，透過藥物奈米化操作，製備次微米至奈米等級藥物粉體，可有效提升藥物視溶解度(Apparent solubility)與溶離速率(Dissolution rate)，有利其新劑型與新適應症之開發。同時 RESS 技術無需使用有機溶劑，具有環境親合且無有機溶劑排放優點。本研究利用一次一因子改變方式(One factor at a time, OFAT)探討 RESS 操作中，萃取溫度、萃取壓力、膨脹前溫度、膨脹後溫度與噴霧距離對獲得藥物微粒平均粒徑之影響。透過 RESS 操作，可將藥物外觀由不規則狀轉變成類圓球狀，藥物平均粒徑由原始之 83 μm 微小化至 300 nm。再透過傅立葉轉換紅外光譜儀(FTIR)、示差掃描式熱卡計(DSC)與粉末 X 光繞射分析(PXRD)，比較原始與奈米化藥物之固態物性，確認 RESS 操作後之藥物微粒固態物性與原始藥物一致，無分解或變質發生。最後比較經 RESS 操作前後之藥物視溶解度與溶離速率，發現奈米化藥物之視溶解度最高可提升 40%，溶離速率可提升 73 倍，驗證 RESS 技術在藥物 Haloperidol 奈米化之效益。

關鍵字：超臨界溶液快速膨脹法、奈米微粒、氟哌啶醇、視溶解度、溶離速率

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號為 MOST 108-2221-E-027-069-MY3 與 MOST 110-2628-E-027-002。

三原色分散性染料於超臨界二氧化碳染著細丹尼聚酯織物之研究 Study on Dyeing Fine Denim Polyester Fabric with Three Primary Color Disperse Dyes in Supercritical Carbon Dioxide

賴冠廷*、陳維哲、陳韻竹、張世傑、廖盛焜

逢甲大學工程與科學學院 纖維與複合材料學系，台中，40742，台灣

摘要

本文使用紅、黃、藍三原色分散性染料以索式萃取法進行純化，使純化後的分散性染料可以溶解於超臨界二氧化碳，為確保成功將染料純化，利用紅外線光譜儀(FT-IR)進行結構的確認，且使用雷射粒徑分析染料粒徑的變化和可見光分光光度計檢測染料色彩。將純化後的三原色分散性染料與細丹尼聚酯織物於超臨界二氧化碳流體中染色，在不同染色條件下探討其表觀濃度值與堅牢度之變化。

從實驗結果表明，在 FT-IR 的分析測試中，染色過後的細丹尼聚酯織物並無明顯峰值變化，證明是以物理鍵結而成。而在粒徑分析上染料粒徑皆有明顯變大的趨勢，然而純化後的染料並沒有顏色上的變化，染色方面在傳統浸染 120 °C 與超臨界染色 100 °C 染料濃度 1 % 的條件下相比表觀濃度值也有著明顯差異，TAICRON R60、TAICRON Y211、TAICRON B183 於超臨界染色之表觀濃度值分別為 22.631、21.843、20.159，且比傳統浸染其最大吸收波長的表觀濃度值分別提升 225 %、27 %、106 %，而色力度則分別提升 292 %、130 %、282 %。

關鍵字：分散性染料、超臨界染色、物理鍵結、細丹尼聚酯織物、色力度

參考文獻：

- [1] S.K.Liao、P.S.Chang、Y.C.Lin, Analysis on the Dyeing Polypropylene Fibers in Supercritical Carbon Dioxide, Journal of Polymer Research, pp.155-159, 2000
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10965-006-0115-y>
- [2] T.Kim、B.Seo、G.Park、Y.W.Lee, Effects of dye particle size and dissolution rate on the overall dye uptake in supercritical dyeing process, The journal of Supercritical Fluids, Vol 151, pp.1-7, 2019
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089684461930066X>

以超臨界發泡探討層狀雙氫氧化物添加量對乙烯醋酸乙烯酯共聚物之影響

Influence of Addition of Layered Double Hydroxide on Ethylene Vinyl Acetate Copolymer by Supercritical Carbon Dioxide Foaming

紀文傑*、黃彥劭、李志銓、何彥廷、廖盛焜

逢甲大學工程與科學學院 纖維與複合材料學系，台中，40742，台灣

摘要

超臨界發泡材料具有抗衝擊、隔音、泡孔孔徑小、環保等優勢，然而，發泡後產品尺寸穩定性不足為一嚴重缺憾，泡孔結構容易坍塌導致超臨界發泡材料發展受到限制。為改善此現象，本研究使用共沈澱法製備層狀雙氫氧化物(LDH(Zn-Al-CO₃))，並以不同比例添加量與乙烯醋酸乙烯酯共聚物共混熱壓製成複合材料，其次，使用超臨界二氧化碳作為發泡劑製備共混發泡材料，藉此觀察 LDH(Zn-Al-CO₃)對品之結構、發泡倍率、收縮率等性質之影響。

本研究首先對自製層狀雙氫氧化物進行分析，以確認其粒徑尺寸、結晶結構與型態，並觀察共混物經超臨界發泡後泡孔結構型態，研究結果顯示原始發泡樣品泡孔直徑約為 80 微米，而添加 1phr 之 LDH(Zn-Al-CO₃)能作為發泡成核劑可獲得穩定發泡結構，且於同飽和溫度與壓力之下能降低收縮率並提高泡孔密度，而泡孔直徑僅為 20 微米以下。

關鍵字：超臨界發泡、複合發泡材料、乙烯醋酸乙烯酯共聚、層狀雙氫氧化物

參考文獻：

- [1] Jiachang Wang, Jialong Chai.(2019) Strong and thermally insulating polylactic acid/glass fiber composite foam fabricated by supercritical of carbon dioxide foaming, International Journal Biological Macromolecules, vol 138, 144-155.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31306706/>
- [2] Dawei Xu, Huili Zhang.(2020) Fabrication of Poly(vinylidene fluoride) / Multiwalled carbon nanotube nanocomposite foam via supercritical fluid carbon dioxide: Synergistic enhancement of piezoelectric and mechanical properties. Composites Science and Technology. Vol 192, 108108 (9 page).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026635381933177X>

超臨界與水染對彈性混紡聚酯織物染色效果之比較 (Comparison of Supercritical and Water Dyeing for Dyeing Elastic Blended Polyester Fabrics)

陳韻竹*、吳唯綸、陳柏閔、李俊諺、廖盛焜
逢甲大學纖維與複合材料學系，台中，40724，台灣

摘要

隨著超臨界二氧化碳流體的開發，其中以物質萃取與纖維染色的商業化應用發展最為成熟。本文系使用彈性混紡聚酯纖維織物進行超臨界流體染色，本實驗首先將含有分散劑的市售分散染料 C.I. Disperse Blue 354 純化，從不同染色條件中比較其表觀濃度值，並探討還原洗滌後的染色堅牢度之變化，最後將純化後的分散染料於超臨界二氧化碳流體中染色與市售染料於傳統浸染中做染色特性比較。

實驗結果顯示：彈性織物超臨界染色後得最佳表觀濃度值：19.6，與傳統浸染相比其最大吸收波長之色力度值提升 145%，還原洗後固著率為：85%，在耐水洗牢度有 3 至 4 級和耐摩擦牢度也有 3 至 4 級，得到了令人滿意的結果，並在實驗中成功驗證在超臨界二氧化碳下，彈性混紡聚酯織物可成功均染，完成超臨界二氧化碳流體對彈性織物的低溫染色的初步成果。

關鍵字：彈性織物、分散染料、超臨界二氧化碳、色力度

參考文獻：

- [1] Eric Beckman, Supercritical and Near-Critical Co₂ in Green Chemical Synthesis and Processing, The Journal of Supercritical Fluids, Volume 28, Pages 121-191, 2004.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844603000299>
- [2] Z.T. Liu, L.L. Zhang, Z.W. Liu, Z.W. Gao, W.S. Dong, H.P. Xiong, Y.D. Peng, S.W. Tang, Supercritical CO₂ Dyeing of Ramie Fiber with Disperse Dye, Ind.Eng.Chem.InesM.Hauner, Antoine Deblais, 8, 1599-1603, 2017
<http://www.paper.edu.cn/scholar/showpdf/NUj2kN3IMTT0YxeQh>

以超臨界二氧化碳及氮氣進行低硬度熱塑性聚氨酯 發泡材料製備之研究

蔡驥韡¹、陳珮珊¹、蔡鳴聲¹、楊琮賢²、蘇至善^{1*}

¹臺北科技大學化學工程與生物科技系

²國防大學理工學院化學及材料工程系

摘要

本研究使用硬度 65A 之商用聚醚型熱塑性聚氨酯(Thermoplastic polyurethane, TPU)，利用兩種超臨界流體作為發泡劑，以一步法批式發泡技術製備低硬度 TPU 發泡材料，目的是設計出具有噪音屏蔽效果，且兼具軟質舒適之發泡材料，作為國軍聽力防護具基材使用。本研究分為三部分，分別為粒料發泡、混煉料發泡與放大測試。第一部分以超臨界二氧化碳批式發泡技術針對購得之 TPU 粒料進行發泡實驗，篩選合適之操作區間。第二部分將 TPU 粒料進行混煉與射出成型加工，以均勻 TPU 原料物性，增加發泡結果再現性，再以超臨界二氧化碳或超臨界氮氣作為發泡劑，探討不同含浸壓力、含浸溫度、含浸時間與洩壓速率對發泡材料膨脹倍率、收縮率、泡孔尺寸與泡孔密度之影響，發現可透過調節操作參數，獲得膨脹倍率高達 4.4 之 TPU 泡材，收縮率可低至 7.7%，泡孔尺寸介於 4-213 μm ，泡孔密度介於 1.6×10^5 - 5.4×10^9 cells/cm³。第三部分則取上述實驗之最適操作參數利用視覺化發泡系統製備出較大尺寸之泡材，用於聲學測試，結果顯示本研究所製備之泡材，具有噪音屏蔽效果，且於高頻率環境下效能更為顯著。綜合以上，本研究可成功利用超臨界流體批式發泡技術，製備低硬度 TPU 發泡材料，可用於國軍作業場域高頻噪音防護具開發之基材使用。

關鍵字：熱塑性聚氨酯、超臨界流體、批式發泡、低硬度、噪音屏蔽

本研究感謝國防工業發展基金會之經費支持，計畫名稱為國軍噪音作業場域之噪音量測與人員聽力檢測：國造聽力防護具之研發