* 유웨이 어플라이 입학지원 사이트에서 작성하고 저장한 입학원서, 제출서류 목록, 연구계획서 및 자기소개서, 학력조회동의서를 인쇄 또는 PDF 파일로 다운받아 다른 제출서류들과 함께 제출서류 목록 순서대로 취합 및 정리하여 하나의 PDF 파일로 스캔해 제출(평가 시 식별이 잘 되도록 선명하고 깔끔하게 스캔하여 제출 바람-파일용량 32MB 이하의 PDF 파일만 업로드 가능)

Ulsan National Institute of Science and Technology

(Application for 2023 Spring Graduate Admission)

Application Number

☐ scholarship Scholarship(Government or UNIST) (●) Other Scholarship(Company, Institute, Yourself, etc.) ( )

☐ Intended Degree Master ( ) Master-Doctor ( ) Doctor (●)

☐ Application Unit (Major) Materials Science and Engineering

☐ Applicant Name ☐ Nationality Korea(한국)

☐ Date of Birth (dd/mm/yy) ☐ ID Number - 1******

☐ Address ☐ Military

☐ Phone number ☐ Cell phone

☐ Fax Number ☐ E-Mail

☐ College / University Attended

○ Undergraduate

5

○ Graduate

☐ English Proficiency English Test Scores

TOEFL(PBT,CBT,iBT) IELTS

TOEIC 845 (Test Date 2022/01/23) TEPS

G-TELP(Level 2) TOEIC S/W

G-TELP(Level 3) OPIC

I agree to provide my personal information and academic information (UNIST & Dormitory) ■ Agree ☐ Not Agree

I Apply for enterance to this graduate school with some documents

Signature Date (dd/mm/yy)

Check List of Documents
(제출서류 목록)

Please submit the documents in the following order.
(아래 순서대로 서류를 제출하여 주시기 바랍니다.)

No.	List of Documents (제출서류 목록)	Attachment	
		Yes ☑	No ☑
1	Application form: Print out after completing online application (입학원서: 온라인 접수 완료 후 출력)	√	
2	Check list of documents (Form 1) (제출서류 목록: 온라인 접수 완료 후 출력) (양식 1)	√	
3	Transcripts of Bachelor's degree (학부 성적증명서) * 편입생 지원자는 전적 대학 성적증명서도 포함 제출 필요	√	
4	Transcripts of Master's degree (대학원 성적증명서)	√	
5	Diploma (certificate) of Bachelor's degree (대학 졸업 증명서 또는 대학 졸업 예정 증명서)	√	
6	Diploma (certificate) of Master's degree (대학원 졸업 증명서 또는 대학원 졸업 예정 증명서)	√	
7	Study Plan and Personal Statement (Form 2) (연구계획서 및 자기소개서: 온라인 접수 완료 후 출력) (양식 2)	√	
8	English Test Report (공인영어성적표: 입학원서에 성적 기재 시 반드시 제출 필요) * 에너지화학공학과 지원자 외에는 공인영어성적이 필수제출 서류가 아니며 선택적 제출 가능	√	
9	Letter of Disclosure Agreement (Form 3) (학력조회동의서: 온라인 접수 완료 후 출력) (양식 3)	√	
10	Recommendation Letter from Others(Company, Institute, etc.) (Form 4) (기관 추천서) (양식 4, * 일반장학생에 한함) * 회사(기관) 지원을 받는 일반장학생 지원자 제출(양식 직접 작성) * 교육경비(수업료) 본인 부담자는 제출 불필요		√
11	Certificate of Employment (재직(예정)증명서) * 일반장학생에 한함 * 증명서 발급 제출이 가능한 해당자만 제출		√
12	Additional documents (기타 우수성 입증자료)	√	

* 재학생은 원서접수 시점에서 발급 가능한 학기까지의 성적증명서 제출

* 전자문서[용도:교육기관용, 제출처:UNIST, 유효기간:2022-10-02]

성 적 증 명 서

제 : 호

학 번		소 속	
성 명		편입.예과 수료	
입학년월일		졸 업	
주민등록번호		학위등록번호	

구분	교과목명	학점	성적
	* 2015학년도 1학기 *		
교필			
교필	[illegible]	3.0	A+
교필			
소양	[illegible]	0.0	P
수학		3.0	B
과학	[illegible]물리학1	3.0	A+
[illegible]		1.0	A+
과학	일반화학[illegible]	1.0	A+
	15.0학점 평균3.87		
	* 2015학년도 2학기 *		
교필	한[illegible] [illegible]통의역사		
[illegible]	[illegible]관리		
교선	[illegible]이야기	2.0	P
소양			P
수학		3.0	
과학		3.0	
과학			
교직			
	20.0[illegible] 평균3.48		
	* 2018학년도 1학기 *		
[illegible]	[illegible]실무		
[illegible]	공학멘토[illegible]		
수학			
[illegible]			
		2.0	
1전필	[illegible]	3.0	B+
1전필	[illegible]시스템개론	3.0	B
	* 2018학년도 2학기 *		
교필		2.0	B+
소양	[illegible]		

구분	교과목명	학점	성적
	* 2018학년도 2학기 *		
		2.0	C+
전선	[illegible]		
		3.0	C+
			B+
소양	공학멘토링		
		3.0	
		3.0	C+
		3.0	
	201[illegible]		
	[illegible]경영		
1전필	[illegible]	1.0	
[illegible]	세포공학[illegible]	3.0	
		3.0	
	평균3.[illegible]		
	* 201[illegible] *		
	[illegible]자실습2(파이[illegible]		
	평균0.[illegible]		
	* 2020학[illegible]		
		1.0	P
소양	공학경제		A
소양	공학멘토링	0.0	
		3.0	B+

구분	교과목명	학점	성적
	* 2020학년도 1학기 *		
		3.0	A
		3.0	A
		1.0	A
1전필		1.0	A
1전필	[illegible]바이오융합소재종합설계1	2.0	A+
1전선		3.0	A+
	19.0학점		
	2020학년도 2학기 *		
소양		0.0	P
		3.0	A
		3.0	A
		3.0	A+
1전선		3.0	A+
	[illegible]바이오융합소[illegible]		
	[illegible]학점 평균4.29		
	* [illegible]하 [illegible]백 *		

학 점 취 득 현 황					
교 양	29	교 직	2	자 유	4
1 전 공	101	2 전 공	0	3 전 공	0
부 전 공	0	Mic	0		
취득학점		평 균			
환산평균		석 차			

위와 같이 이수하였음을 증명합니다.

2022년 07월 04일

icerti.com

A+(4.5 or 95-100),A(4.0 or 90-94),B+(3.5 or 85-89),B(3.0 or 80-84),C+(2.5 or 75-79),C(2.0 or 70-74),D+(1.5 or 65-69),D(1.0 or 60-64),F(Failure),P(Passed)

(M) 위 학점은 법령에 의거 군복무 중 취득한 학점임 Mic:마이크로전공

"https://icert.dankook.ac.kr/icerti/compare.jsp"에 접속하여 증명서 원본확인번호를 입력하면 증명서 원본대조 및 유효성을 검증할 수 있습니다. QR코드를 이용하면 더욱 편리합니다. (발급일로부터 90일 이내) 'Fax 발급의 경우 발급기관 출력 해상도에 따라 QR코드가 읽히지 않을 수 있습니다.'

전자문서(PDF파일)로 발급받은 경우, 마크로젯 리더와 전자문서 검증 프로그램으로 위변조 여부 확인이 가능합니다. 또한 지정한 제출처 및 용도 외 사용시 그로 인한 피해나 법적문제가 생길 수 있음을 유의하시기 바랍니다.

* 전자문서[용도:교육기관용, 제출처:UNIST, 유효기간:2022-10-02]

성 적 증 명 서

제) 호

소 속	대학원	성 명		주민등록번호	
입학일		과 정	)	학 과 전 공	
학 위 수여일		학위명		학위등록 번 호	
논문제목					

취득년도 및 학기	이수구분	과 목 명	학 점	성 적
2021 - 1			3	
2021 - 1			3	
2021 - 1			3	
2021 - 2			3	
2021 - 2			3	
2021 - 2	전		3	
2021 - 2			3	
2022 - 1			3	
2022 - 1			3	
2022 - 1			3	1
		- 이 하 여 백 -		
		취득학점 : 평균점수 : 평점평균 : 4		

상기 성적을 증명함. 2022년 07월 04일

icerti.com

95-100	90-94	85-89	80-84	75-79	70-74	69 이하	성적 'P'는 전적대학원인정학점 과목 또는 Pass과목임.
A+	A	B+	B	C+	C	F	보충과목 이수는 취득학점에 포함되지 않음.

* 재학생은 원서접수 시점에서 발급 가능한 졸업예정증명서 또는 재학증명서 제출

* 전자문서[용도:교육기관용, 제출처:UNIST, 유효기간:2022-10-02]

제 호

[redacted]

졸 업 증 명 서

성 명 :
주민등록번호 :
소 속 :
입 학 일 자 :
졸업 년월일 :
학 위 번 호 :
학 위 명 :
제 1 전공 :

위의 사실을 증명합니다.

2022년 07월 04일

총

'https://icert.dankook.ac.kr/icerti/compare.jsp'에 접속하여 증명서 원본확인번호를 입력하면 증명서 원본대조 및 유효성을 검증할 수 있습니다. QR코드를 이용하면 더욱 편리합니다. (발급일로부터 90일 이내) 'Fax 발급의 경우 발급기의 출력 해상도에 따라 QR코드가 읽히지 않을 수 있습니다.'
전자문서(PDF파일)로 발급받은 경우, 아크로뱃 리더와 전자문서 검증 프로그램으로 위변조 여부 확인이 가능합니다. 또한 지정된 제출처 및 용도 외 사용시 그로 인한 피해나 법적문제가 생길 수 있음을 유의하시기 바랍니다.

제 4A4A-206E6-2391-62771 호

재 학 증 명 서

성 명 :

생 년 월 일 :

소 속 :

학과 및 전공 :

과정 및 학기 : 석사과정 3학기

입 학 일 자 :

위의 사실을 증명합니다.

2022년 07월 04일

총

Study Plan and Personal Statement
(연구계획서 및 자기소개서)

1. Name (성명)

2. Application number (수험번호) 2313CA102

3. Scholarship (장학 구분)

■ Scholarship(Government or UNIST) ☐ Other Scholarship(Company, Institute, Yourself, etc.)

4. Degree Proposed (지원 학위) ☐ Master ☐ Combined Master-Doctor ■ Doctor

5. Application Unit (Major) (지원 모집단위) Materials Science and Engineering (기재 사항: 해당없음)

6. Colleges/Universities Attended (학력 사항)

구분	University (대학명)	Major (전공)	Dates Attended (입학일)	GPA/Scale (평점/만점)
Bachelor (학사)			[illegible]	[illegible]
Master (석사)		[illegible]	[illegible] 01일	[illegible]
Doctor (박사)				

7. Research Achievements (연구실적)

No.	Author (저자)	Title (제목)	Journal (출판)	Date Issued (발행일)
1		Manufacturing and Ma' [illegible]	ety [illegible]	2021년 09월 27일
2	[illegible]	Fibe [illegible] agen	ar [illegible] ing	2022년 02월 28일
3	[illegible]	[illegible] According to Molecular Weigh [illegible]		2022년 06월 28일

8. Preferred study field in detail (관심연구 분야 - 영문으로 줄 바꿈, 띄어쓰기 포함 500자 이내 작성)

N ... precursor fibers for I
cover all the processes that ... carbon fiber ...
s ... tion and ... study the effect ... ructures on
mechanical properties ... and scattering ...
... for spi ... tion and ... dispersity,
... tion ratio, ...

9. Study Plan (학업계획서 - 영문으로 줄 바꿈, 띄어쓰기 포함 3,000자 이내 작성)

Space puts al he materials under extreme circumstances, including severe stresses, he space
indus there e requires the evelopme of robust and high rform e m rials. arbon
fibe a pro ing mat ial d to its h stren with low nsity ha s udi t
develo nt of lyacry itrile PAN, ec or-bas carb f. s dur MS u se e
an inte sting PAN p ursor ri ior th its ruc al udy. M ria Scienc
Enginee g of UNIST s equi d ula and n k led to fat at
high-pe rmance rbon t rs, as el s va us manu tu g a analy. l ies. n
I hope join t UNIST upgrad he ber ricati sk s ar olve de d sir
There a many pa eters fabric e pre sors, c rm ng mecha al rform e
o he bon fib . I pe rmed v ou exper nts es. i ng t methoc c rol
p met such fiber : nning c i ns, itive m ri sele ons, m ostruc e
o rva . Also e fabr ation s the le-up b con ered t dc s the
m pr tion is of th igh-pe r e fil s, resu ng cos educti
e rie in the ineeri and aca i ields s encou e to sue th program
a he T that provic various o unitic to condu m stu s from w terial
p ara to pro sional lytical and ap cations
I liev me cla s of th aterial e and gineeri of e UN , such lymer
s ctur d prope ies," " anced pe physic and "c act riza , micr ture,
a anis py of m rials," in impro academ knowled and resea perfo
Especial polymer lated c ses wil seful grasp th olecular ucture sign
research, ich inf nces th olymer c persity, m cular w ht, and viscosity. eover,
the funda tal stu to unde and the principle of e materi s will be able to i ove
int ive sight i the h performance fibers a ultimate conduct many experi ts more
pre ely.
Add onal f s for e analy measureme and the result interpretati will be
acc panied du g th .D. pr am to b oad my s entific perspective. I lieve the
ef ts can i ove m esearch ills ar e urag e to be v satile in p orming various
re rch proj s. B re, for ample, cc cted ray diffr tion and sc tering
me urements nen measure ts prov le icros ucture in mation of PAN fibers. The
i mation ered dified ameters the N fiber s ning proce The previous
e rience onst ed that additi ffort re helpfu o achievin y research.
A in all ne re arch sk and pr i kno dge I will one during Ph.D. will be a
co nerstor enabl me to ve more comp x pro ms sugges by polymer d fiber
industri and academic fields as a researcher who has the potential.

10. Personal Statement (자기소개서 - 영문으로 줄 바꿈, 띄어쓰기 포함 3,000자 이내 작성)

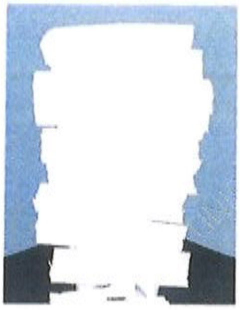
I c, en used facial mask packs when I was ~ teenager lleviating skin problems The habit made
me h e '' in: ast in choosing a good ma pack. Ti expe nce i. irec' : tc iy attention
t di ile ng f ir and nonwoven terials onsequer ', th ntere bro t m o study in
th i c a ant fibe ngineer at the iversity his erest d bi cor nued, thus I
pa ti ie I in eld ning al ne mask ipany dui j th inter cati Al I tr to
fa ri e trai irer fat ma from na al bambc ibei ased i vove or capsi :
co ie i at u ers . The ac vement i bled me get silver ize th.
co etiti
Th inter triggered e to join he gradua school i ca rovid ore his ated
kni edge fabricate ibers wit advanced formance spe lly, artic ate n the
un rsit esearch ir itute joi program obtain a emic nowlec and dus al
exp ienc ogether. I e my inte st has be broadene o al he fi -bas mal als,
inc ling dical tex es, high- erformance bers, as II a onver nal wov :, wh
wer used f icat iasks. The interest fc unately c esp ed to e re rch ojec in
whi I w d inv ved at the research ir itute. Cu ent l I car out re rch
pro ts: ie to p pare nonwove rom col gen/chitc i fi s for und c ssi and e
oth is f icat igh-performa and hi -producti y c on fil s.
The se n eres elped me to form va ous exper nts d und tand r re arch
me. is it t di ess. I recog ed the chanical per s of carb fil s are
va.r f m pa eters ''rough rious e eriments h a: iber s nning mpe ture
di a g ec nd rmal atmer onditic . Also, I iders od wo healing ar the
bio pa le echa sm thr gh aca ic ana is using ious easure nts. Althou my
int s' as II orded th bot projects interpret ion i disc ion of the
exp n al sul were l cha enging.
I sp t ha tir prepar conf nce pre tations a manu ripts e to a lack I
int r ati abilities. ecogn d I y practi coul vercor the limita n based
on exper i e. I tried read s r re irc articles an onfere e abstracts o grasp
the terpr tion method As a r ult I r lish thre ape and succ fi y
ans ed th uggested qu ions ing e confe nce sentations Moreover e reading
hab impro my englis' bility eac j to ge ng a gher scor n the of ial english
exa
Lastly, I I e many cha s to c abor e with ier s ors to ca out re rch projects.
This could lp broader hori s in proach prob i solving d integr ng different
materials. believe m advice from other sen s anc interes n the va us materials,
as well as fibers I studied, can bring me a better rese cher than now like I have done.

* 에너지화학공학 모집단위 지원자는 모집요강에서 인정하는 공인영어성적을 필수로 제출하되, 제출 면제사유에 해당할 경우에는 공인영어성적 제출의 면제 가능

ETS TOEIC

OFFICIAL SCORE CERTIFICATE

YBM 한국 TOEIC 위원회



G'	
Name	
115965	
Registration number	Date of birth (yyyy/mm/dd)
2022/01/23	2024/01/23
Test date (yyyy/mm/dd)	Valid until (yyyy/mm/dd)

LISTENING

Your Score 465

5 0% — 495 99%

89 Percentile Rank

READING

Your Score 380

5 0% — 495 99%

77 Percentile Rank

TOTAL SCORE

845

원본확인 QR코드

발급번호 :

한국TOEIC위원회는 성적표 위변조 및 부정사용 방지를 위해 스마트폰 앱과 TOEIC 홈페이지를 통해 성적진위확인 서비스를 제공하고 있습니다. "YBM NET" 앱을 스마트폰에 설치한 후, 성적표 좌측의 QR코드로 성적의 진위를 확인할 수 있습니다. 이 서비스는 인터넷 연결을 필요로 하며 자세한 이용방법은 TOEIC 홈페이지를 참조하시기 바랍니다.

< 앱 설치 및 서비스 이용 방법 >

1. "YBM NET" 앱을 앱스토어에서 검색하거나 우측에 보이는 QR코드를 이용해 설치합니다.
2. "YBM NET" 앱을 실행 한 후 앱 화면 우측 상단의 "성적 원본대조" 버튼을 클릭합니다.
3. 스캔 화면에서 성적표에 인쇄된 "원본확인 QR코드"를 인식하면 성적의 진위확인이 가능합니다.

YBM 앱 다운로드 QR코드

안드로이드용 | 아이폰용

Detach here

LISTENING

Your scaled score is between 400 and 495. Test takers who score around 400 *typically* have the following strengths:

- They can infer the central idea, purpose, and basic context of *short* spoken exchanges across a broad range of vocabulary, even when conversational responses are indirect or not easy to predict.
- They can infer the central idea, purpose, and basic context of *extended* spoken texts across a broad range of vocabulary. They can do this even when the information is not supported by repetition or paraphrase and when it is necessary to connect information across the text.
- They can understand details in *short* spoken exchanges, even when negative constructions are present, when the language is syntactically complex, or when difficult vocabulary is used.
- They can understand details in *extended* spoken texts, even when it is necessary to connect information across the text and when this information is not supported by repetition. They can understand details when the information is paraphrased or when negative constructions are present.

To see weaknesses typical of test takers who score around 400, see the Proficiency Description Table. www.toeic.co.kr/table

READING

Your scaled score is between 350 and 450. Test takers who score around 350 typically have the following strengths:

- They can infer the central idea and purpose of a written text, and they can make inferences about details.
- They can read for meaning. They can understand factual information, even when it is paraphrased.
- They can connect information across a small area within a text, even when the vocabulary and grammar of the text are difficult.
- They can understand medium-level vocabulary. They can sometimes understand difficult vocabulary in context, unusual meanings of common words, and idiomatic usage.
- They can understand rule-based grammatical structures. They can also understand difficult, complex, and uncommon grammatical constructions.

To see weaknesses typical of test takers who score around 350, see the Proficiency Description Table. www.toeic.co.kr/table

If your performance is closer to 450, you should review the descriptors for test takers who score around 450.

ABILITIES MEASURED	PERCENT CORRECT OF ABILITIES MEASURED (0% – 100%; Your percentage / Average)
Can infer gist, purpose, and basic context based on information that is explicitly stated in short spoken texts	87 / ▲67
Can infer gist, purpose, and basic context based on information that is explicitly stated in extended spoken texts	94 / ▲71
Can understand details in short spoken texts	94 / ▲84
Can understand details in extended spoken texts	90 / ▲81
Can understand a speaker's purpose or implied meaning in a phrase or sentence	87 / ▲60

ABILITIES MEASURED	PERCENT CORRECT OF ABILITIES MEASURED (0% – 100%; Your percentage / Average)
Can make inferences based on information in written texts	81 / ▲69
Can locate and understand specific information in written texts	79 / ▲68
Can connect information across multiple sentences in a single written text and across texts	75 / ▲64
Can understand vocabulary in written texts	92 / ▲74
Can understand grammar in written texts	90 / ▲74

HOW TO READ YOUR SCORE REPORT:

Percentile Rank: Percentage of the global TOEIC Secure Program test-takers in 2018 through 2020 scoring below your scaled section score.

Percent Correct of Abilities Measured: Percentage of items you answered correctly on this test form for each one of the Abilities Measured. Your performance onquestions testing these abilities cannot be compared to the performance of test-takers who take other forms or to your own performance on other test forms. The average for each ability is the averaged percentage of items answered correctly by the test-takers of the TOEIC Secure program on this form.

Note : TOEIC scores more than two years old cannot be reported or validated.

Letter of Disclosure Agreement
(학력조회 동의서)

To whom it may concern (학력조회 담당자 귀하)
This letter is to confirm that I attended

I have applied to UNIST, Republic of Korea, for the 2023 academic year and have agreed to allow UNIST to officially request my academic records from previously attended schools. In this regard, I would like to request your full assistance when UNIST contacts you regarding verification of enrollment and transcripts.
(본인은 2023학년도 울산과학기술원 대학원 입학에 지원하였으며, 울산과학기술원에서 공식적으로 요청하는 학력조회에 협조를 요청합니다.)

School Name (출신학교 이름)	
Student Name (지원자 성명)	
Major (전공)	
Date of Birth (생년월일)	
Date of Admission (입학일)	
Date of Graduation (졸업일)	

Date (날짜): 2022. 07. 10

Name (이름):

* 기타 우수성 입증자료(Additional documents)는 논문자료, 연구보고서, 상장, 특허 등 연구나 학습과 관련하여 자신의 우수성을 입증할 수 있다고 판단되는 서류를 추가자료로 제출
(기타 우수성 입증자료는 필수제출 서류가 아니며 지원자가 제출이 필요하다고 판단 시 선택제출)

한국섬유공학회지, Vol. 59, No. 1, 63-71
https://doi.org/10.12772/TSE.2022.59.063

ISSN 1. (Print)
ISSN 2 (Online)

Preparation of Fish-skin-based Conjugated Collagen Fibers and Nonwovens for Wound Dressings

'Adv Industrial Technology, ,
2

Abstract: Collagen is used in variou. ical and cosmetic materials as olymer. In ler to use it for high-end medical fib. mechanical properties must roved, an be achieved by conjugating it w. -skin-based collagen and chit. The conju. llagen fibers can utilize the advan the materials and can be a to make we onwovens for wound dressing. In udy, the conjugated colla fibers were prep. wet spinning and their surface, o nd mechanical properties were analyzed base various compositions of collag chitosan. In addition, the wet-laid nonwovens nufactured with bilayers, desig h an inner layer of conjugated collagen fibers an ter layer of cotton/chitosan spu onwoven. The characteristics of the wet-laid non in terms of their liquid-handlin erties and the distribution of their pore sizes we tigated. The results thus obtaine w that the use of conjugated fibers in wet-laid n vens can affect their properties, which can be controlled by adjusting the composition ratio.

†Corresponding Author:
E-mail: m

Received February 1, 2022
Revised February 19, 2022
Accepted February 20, 2022

Keywords: *collagen fiber, chitosan fiber, conjugated fiber, wet-spinning, nonwovens, wound dressing, pore size*

1. 서 론

피부에 상 가 생기면 외 가 출혈을 통해 내부 장기가 손 되거나 2 염이 발생 수 있으 상처치유는 지혈단 염증단계, 식단계, 성 계를 조직 재생이 이루어 다. 하지 직 재생 과 손상 의의 산화, 감염, 출 깊이, 압 다양한 요 로 부 연되거나 방해받 수 있다[1, 처를 빠르게 료하기 해 다양한 의료기 사용되며 중 창상피 는 상 유를 촉진시키고 물질로 상처를 보 하는 동시에 흉터조직 형성을 하는 기 수행한다 창상피복재는 콜라겐, 폴리우 , 알지 트, 키토산, 시메틸 셀룰로스 등을 이용하 용 목 따라 다양한 태로 제품화되고 있다[3,4]. 종래의 창상피 재는 빠른 지혈에 기능 추어져 있어 상 치료 후 발생률이 높지만, 최근에 되고 있는 창 복재는 빠 혈 뿐만 아니라 습윤한 을 조성시켜 없이 상 회복할 수 있 . 창상 가 습윤한 조성하 해서는 흡수 출물이 밖으로 누출 않으면서 와 수증기를 로 확산 야 한다[6]. 창상피복 기간 인체 접 접촉 사용되기 때 생체적합 하면서 자극으로 안전해야 . 따라서 습윤 조성과 적합성 분해성을 갖 상피복재를 하기 위해 합성 고 보다 천연 분자를 활용하는 이 적합하 .

최근에는 우 급한 창 복재용 중 콜라겐을 이용한 연구와 제 개발되고 다[8]. 콜 은 인간을 비롯한 동물의 피부, 근육, 연골 체내에 다량으로 존

재하고 있으며, 콜라겐 분자는 'ᵥ-X-Y 구조의 아미노산 'ᆯ 구성된 폴리펩타이드(poi, ˈide) α-chain이 삼중 나선 ˈ를 이루고 있다[9]. 콜라겐은 처를 회복하는 염증단계와 '단계에서 Type I 콜라겐과 육 직(granulation tissue) 형성을 진시켜주며, 피부 진피층는 포와 세포 사이를 이어주는 '(matrix) 역할을 통해 피부 '를 만드는 기저층(stratum le)을 받쳐주어 표피의 한 '지에 중요한 역할을 수행한 '0]. 이러한 콜라겐은 정제 ' 중 물성이 저하되며, 소나 돼 ' 부터 정제된 콜라겐은 ' 중 발생하는 환경문제 뿐 나니라 광우병, 알러지, 종교 적 문제로 사용이 제한될 수 나[11]. 이에 따라 돈피 콜라 ' 대체하기 위해 어피(fish ' 로 부터 추출한 콜라겐을 하는 연구 행되었으며, 제품이나 건강식품 등에 ' 활용되고 '[12]. 그러나 ' 콜라겐의 열적 특성, 기 적 물성, 방 등에서 돈피 나겐보다 부족한 물성을 고 있어 의료 섬유로 활용 ' 렵기 때문에 가교 등 후 를 통해 기 물성을 향상시키 ' 위한 연구가 수행되었 ', 글루타르 '히드 같은 가 ' 사용시 세포독성을 유 '여 사용 범 제한될 수 있 ' 14]. 이에 따라 가교제 ' 콜라겐 섬 ' 기계적 물성을 상시키기 위해 키토산, '네이트, PV 고분자를 혼 적 기계적 물성 향상과 '에 각 재료 고유한 특성을 현시키는 연구가 진행 다[15,16].

그 중, 키토 콜라겐과 혼합되는 ' 서 키토산의 아민기(NH+)와 ' 겐의 카복시기(COOH 수소결합을 통해 안정적으로 ' 용하는 ' 으로 알려져 다[17]. 키토산은 새우나 게 등 각류의 '에 풍부한 ,틴을 탈아 틸화하여 제조되며, 해성과 체적합성이 우수하며 ' 5 이하에서 이온 '서 항 을 갖는다[1]. 또한, 키토 ' N-아세틸글루코 '민과 글 '스아민은 상처치유 과 ' 콜라겐 재생을 진시켜 ' 상처 회복에 도움을 줄 '다[18]. 키토산 콜라겐을 '시켜 복합섬유를 제조하 ' 라겐의 방사성 과 키토 ' 항균성이 세포독성으로 하는 것을 제어할 수 있으 ' 의료용 섬유로 활용 시 상 세균 감염을 '방하고 회 ' 을 촉진시킬 수 있다[19]. 선 ' 그에서는 돈피 라겐과 키토산을 이용하여 콜라겐/키토산 '섬유를 제 ' 였으며, 구성비율 제어를 통해 두 소재의 '을 동시에 ' 권하면서 기계적 물성 '어할 수 있 ' [20].

본 '구에서는 미 콜라겐 ' 단점을 보완하고 대체하기 ' 어피 ' 겐과 키토산을 용하여 구성비율에 따라 방사 ' 어피 콜 ' 복합섬유의 '을 살펴보았으며, 창상피복 활용하 '해 다층 습 '포를 제조하여 수분제어능 기공의 '를 확인하였 'gure 1). '때, 다층 습식부직 ' 외층은 '용될 이면 ' 흡수 ' 생체적합성이 ' 며 항 ' 갖는 면/ ' 스펀 ' 부직포를 사용하 ' 며, 피 ' 직접 닿는 내층으로 ' 콜라겐 복합섬유를 활용하여 상처 부위에서 기능이 발현 록 설계하였다.

2. 실 험

2.1. 실험재료

방사용액 제조에 사용된 ' 피아 어피 ' (Tilapia- collagen; *Oreochromis mo. bicus*)은 동결 ' 된 상태 ' 대학교에서 공급받아 ' 였다. 선행연 ' 서 동일하 ' 된 어피 '겐의 주요 ' 노산의 구성비율은 hydroxyp ' 12.7 % ' ine 34.5 %, 'ine 12.0 %로 이루어져 있다[' 토산('ng Aoxing 'chnology, China)은 20–50 kDa ' 량을 ', 탈아세틸 ' 93.3%인 제품을 구매하여 사 ' 다. ', 콜라겐과 ' 의 용매로 0.5 M 아세트산(EP, ', Dae, Korea) 수용액 '제조하여 사용하였다. 응고 ' 수산 ' 트륨(97.0%, Jun. 'apan)을 에탄올(95.0%, San ', Kor ' 아세톤(99.5%, 'chun, Korea) 9:1 혼합용액 용해시 wt% 농도로 제 ' 사용하였다. 3단으로 구성된 수세 ' 모두 에탄올/아 ' :1 혼합용액을 사용하였다. 습식부직포 제조에 사용한 분 ' 액으로 에탄올을 사용하였다.

2.2. 콜라겐 복합섬유 제조

키토산과 어피 콜라겐 구성 비율에 따른 ' 변화와 방 ' 을 확인하기 위해, ' 에 어피 콜라겐의 '을 증가시 '서 방사용액을 제조 '다. 방사용액은 키 ' 과 콜라겐 '각 0.5 M 아세트산 용액에 24시간 동안 교반기를 이 ' 4 wt% 농도로 용해 ' 후, 구성비율에 따라 혼합시켰다. 혼합된 방사용액은 24 μm 메시필터를 이

Figure 1. Scheme representation of preparation of bi-layer nonwovens.

Table 1. Spinning conditions of the chitosan and the conjugated collagen fibers

Sample	Weight ratio		[illegible]	Flow rate (ml/min)
	Chitosan	Collagen		
CH100		0	23	
CH95F5	95		23	0.03
CH90F10	90	10		0.05
CH80F20	80	20	20	

하여 불순물을 [illegible]하였으며, [illegible]심분리기(Con. [illegible]4R, Ha. [illegible]ence Indust[illegible])를 15 [illegible]C에서 20분간 [illegible] rpm으로 [illegible]시켜 방사 [illegible]하는 미세기포를 탈포시켰다.

준비된 방사용액[illegible] 방사기[illegible] 이용[illegible] 키토산 섬유 [illegible] 콜라겐 복합섬유[illegible] 제조하였[illegible] 도와 [illegible] 고려하여 나노 [illegible] 토출속도[illegible] 방사용액의 [illegible]에 따라 샘[illegible] 명명하였[illegible] 세 방사조건은 *Tab*[illegible] 같다.

2.3. 콜라겐 복합섬유 기반 [illegible]직포 제조

제조한 어[illegible] 콜라겐 복합[illegible] 다기능성 창상피복재로 [illegible]기 위해 [illegible]산 스펀레[illegible] 부직포를 이면기재로 사용[illegible] 습식[illegible]를 제조하[illegible] 면/키토산 스펀레이스 부[illegible] 한국생[illegible] 연구원에[illegible] 우한 단섬유 부직포 파이롯트 [illegible]라인을 [illegible]하여 제조[illegible] 며, 면과 [illegible]사의 구성비율은 [illegible]량은 [illegible]m이며, 다[illegible] 식부직[illegible] 외층으로 사용하[illegible] 설계[illegible] 어피 콜라[illegible] 합섬유는 [illegible]에 직접 닿는 내[illegible] 활용[illegible] 상처부위에 기능이 발현[illegible] 하였다. 내층과 [illegible] 부[illegible]의 중량비는 1:9로 제조하였[illegible] 내층에 사용된 [illegible]섬유 [illegible] 길로틴 절단기를 사용하여 6[illegible] 길이를 제어[illegible] 절단[illegible] 복합섬유는 습식부직포 [illegible] 장비를 이용[illegible] 에탄올 [illegible]에 분산시켜 10 cm×10 [illegible]기로 바인더 없이 다층 [illegible]직포를 제조하였다. 제조[illegible]층 습식부직포는 온도 21 [illegible]습도 50%의 실험실에서 [illegible]간 건조하였다 (*Figure* 2). [illegible] 면/키토산 스펀레이스 부[illegible]를 CCN, 키토산/콜라겐 복[illegible]를 내층으로 하는 다층부직포의 각각의 샘플명을 CH1[illegible] 같이 섬유 샘플명 뒤에 N을 붙여 명명하였다.

2.4. 어피 콜라겐 복[illegible]섬유의 특[illegible]석

어[illegible] 복합섬[illegible] 표면과 [illegible]의 형태를 관찰하기 위해 전자[illegible]현미경(FE-[illegible] SU80[illegible] [illegible]achi, Japan)을 사용하였으며, [illegible] 이미지에서 [illegible]섬유의 [illegible]석과 형태를 확인하였다.

복합섬유 형성과정 [illegible]토산과 콜라[illegible] 관능[illegible] 관찰하기 위해 위해 푸리[illegible]변환 적외선 [illegible]기(FT-[illegible]olet, NEXUS, Thermoscient[illegible], USA)를 사[illegible]였다. [illegible] Attenuated total reflectio[illegible]) 방법으로 [illegible] 4000 c[illegible]의 흡수파장을 관찰하였다.

복합섬유[illegible] 계적 물성은 단섬유 인장시[illegible](FAVIMAT, Textechno Co., [illegible]ny)로 측정하였으며, 2[illegible] gauge length에서 20 mm/[illegible] 속도로 인장하여 시험을 [illegible]였다. 인장실험은 각 시료[illegible] 10회 이상 실시하였으며, [illegible]의 10개 데이터의 평균값[illegible]하여 복합섬유의 신도(elongation at break, %)와 인장강[illegible]nacity, g/den)를 계산하였다.

2.5. 다층 습식부직포[illegible] 특성 분석

[illegible]층 습식부직포의 [illegible] 내층의 표면형태를 관찰하기 위[illegible] 주사현미경(Tablet[illegible]M, TM4000PlusII, Hitachi, Japan)을 [illegible] 해당 이미지를 분[illegible]였다.

창상피복재[illegible] 수분제어능력을 [illegible]기 위해 흡수력(fluid absorption ca[illegible] 투습도(moisture [illegible]transmission rate; MVTR), 액체확산[illegible]uid spreadability)[illegible]을 진행하였다. 흡수력 시험은 BS [illegible]3726-1 규격에 [illegible] 진행[illegible]며, 컨디셔닝한 부직포를 [illegible]×5 cm로 자른 시료의 [illegible] 측정하였다. 37±1 °C로 [illegible] 증류수에 시료를 넣어 [illegible]킨 후, 항온기에서 30분 [illegible] 방치하고 핀[illegible] 이용해 [illegible] 30초간 매단 후 무게를 [illegible]였다. 시료 [illegible] 3회씩 측[illegible] 아래의 식 (1)을 이용하[illegible] 수력을 계산[illegible]다.

$$\text{Fluid abso[illegible] capacity (g[illegible])} = (W_2 - W_1)/(5\ \text{cm} \times 5\ \text{cm}) \quad (1)$$

여기서, W_1: 초기 무게(g), W_2: 30분 [illegible]의 샘플 무게(g)

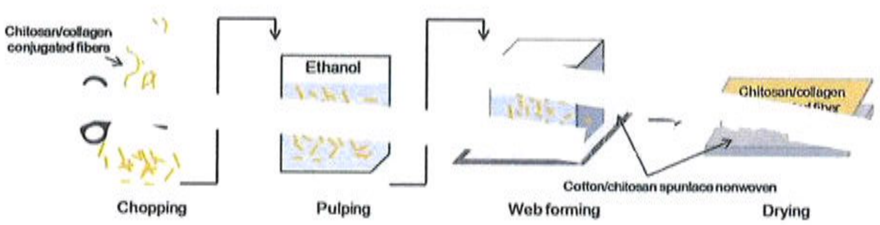


Figure 2. Preparation of the wet-laid nonwovens using the chitosan and the conjugated collagen fibers.

투습도 시험은 B 13726-2 규 치 진행하였다. 투습컵의 아랫면 을 ge)를 고정시 에서 증류수 채운 후, 5 cm 자른 시료를 지에 고정시 무게를 측 그 후, 투습 +1 °C, R.H 유지되는 항 기에 24시간 놓 후 투습컵 누 정하였다. 시 각 3회씩 측정 의 식 (2)을 이용 습도를 계산하였다.

$$= \{(W_3 - W\ /m^2 \cdot 24\ \times 10^3 g \quad (2)$$

여기서, W_3 무게(g, 시험 의 샘플 무게(g)

액체확산성 시 상피 상처부위 삼출 확산성을 평가하 해, 사용된 시험법으 진행하였다[23, 각적 식염수 (0.9% sa ution)에 congo 료의 wt% 석하여 대체하는 시험 색으로 다. 3 cm 로 자는 를 평평한 표면에 놓아 수평을 추고, 형용액 료 중앙에 뜨린 후, 상온에서 10 분간 동일 이에서 디지 카메라로 촬영하였다. 시 확산되 색된 면적 미지 분석 웨어(Im), 용하 료별 각 측정하였다.

다층 습식 포의 기 포 크기측 MI, CFP-120 USA)를 4 cm로 료를 블포인 으로 분 시험 조 상태에 료에 공기압 하여 dry 석 표면장력이 낮은 G wick®(P materia 액을 료 함침시 기공 막은 후 기압을 척대기 가 측정 때 지 변화시 서 시료를 통과 하 로 공기 을 측정하 력에 따른 기 의 크기가 계 다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 어피 콜라겐 섬유의 특

Figu 어피 복합 의 성비율에 표면과 단면 EM 이미 다. 어 라겐의 함량 가하수록 복합 직경 가하는 확인할 수 있

이는 콜라겐 이 증가 큰 방사 부정적인 영향 져, 균일한 위해 직이 큰 을 사용하고 토출 를 증가시 섬유 에 영향 주었다. 섬유의 토 통해 측정 직경은 00 51.4 um, CH95F5 54. um, CH90 69.5± um, CH 2.5 μm로 되었으며, 콜라겐 량이 섬유의 큰 영향을 었다. 선행 25]에 피 콜라겐의 20% 이내 는 콜라겐 유들 경차이가 최대 이내였던 대비되는 다. 순수 콜라겐 어피 콜라겐 섬유에서 같은 를 보 , 어피 원료의 특성이 방 저하 영향을 주었 문이다. 나 섬유의 표면은 비율 관없이 균 섬유를 하고 있으며, 단면 기공 것이 원형의 형 나타내 어 복합섬유가 적으로 제조되었다고 판단

Figure 4는 토산섬유와 라겐 섬유의 주요 능기를 2000–1 cm⁻¹ 부근에 착한 나타내었 토산의 특징 인 관능기는 1 에 H와 -CN mide II), 1450 m⁻¹에서 -OH 관 1630 cm⁻¹ 에서 나타나는 =O(Amide 키토산이 키틴으로 탈아세틸화되 제조되었 것을 의미하며[26], Amide 1240, 1200 그 처에 대적으로 약한 흡수파장이 된다. 콜라겐 능기는 630, 1540, 1240 cm⁻¹ 부근에서 Amide I, 흡수파장을 나타낸다[27,28].

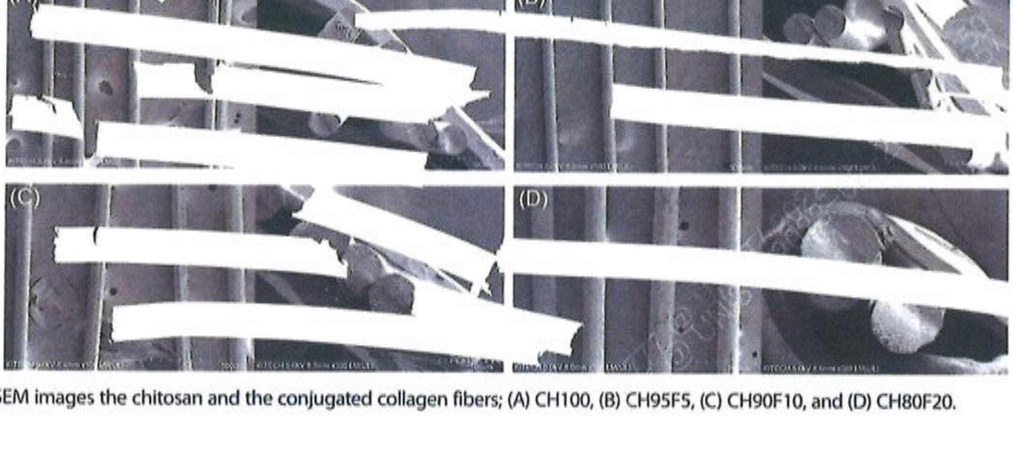


Figure 3. SEM images the chitosan and the conjugated collagen fibers; (A) CH100, (B) CH95F5, (C) CH90F10, and (D) CH80F20.

polymers

MDPI

Article

N... ...ding to ...
P... of Polyacrylonitrile ... Fiber ...
...

... ...ang Chan... , ...

1 ... n1
h
2
3 ... Institute
...versity, Seoul 00020, Korea ...

*

A... Polyacrylo...itrile (PAN) ... s the most ... used ca... fiber precurs... d methyl acryla... A) copo... is widely u... r research ... mmerc... rposes. The ... erties of P(AN-... bers im... increasingly ... e molecula... ht incre... but high-mo... lar-... h... ateria... ve some ... tions with ... t to the ma... turing ... ss. In this s... P(AN-... ecu... bers of ... t molecula... hts were pre... d and a... ed to identi... an efficient ca... f the ... ursor m... cturing pr... The effects ... mole... weight of ... AN-MA) on its c... nd void s... re were e... ed, and pre... fiber ... nt and p... optimi... ons wi... n molecu... ight were ... cted. The m... ical p... ties of hig... lecu... ight P(AN-... vere good, the intern... ucture of the ... mole... weight m... was ... e best becau... difference... olecular ... glement and ... lity. T... structural adv... es o... tively low m... lar weigh... confirme... e findings o... s study can help in the m... turi... recursor f... rs and carbon ... ers with in... ed properties.

Keywords: polyacryloni... recursor; molecular weight; drawing; microstructure

check for updates

Citation: ...

... of Drawing ... Precursor Fiber According ...

Po... 2022, 14, 2625. https://doi.org/...2625

...emic Editors ... Co... ...nza...

Received: 9 June 2022
Accepted: 27 June 2022
Published: 28 June 2022

1. Introduction

...rylonitrile (PAN) fiber has ... the mo... dely used precu... carbon fiber manufac... ince the ... [1]. PAN ... an be ... produced becau... its high carbon yield a... structu... physical ... ties, e... y, and manufac... ve bee... ly studie... PAN ho... mer a... not we... ufactured into ... due to ... s conce... pinnabil... thermo... ility, a... efore, research on various cop... s has be... conducted ... Methyl ... ate (M... he material ... often used to ... the spinn... lity and ... sabil... PAN m... ls and is ... red an essentia... lymer ma... [7,8]. ... ition, ... us copo... ers, includi... are used for s... in oxida... nd carbo... on p... s, and ... and itaconic ... A) are used in ... anufactu... of comm... carb... bers [9]. Such copolymers ... dispensable in th... duction ... on fibers ... o a... heir structural properties, ... ir effects on va... dditives ... e seen i... precurso... ... age [10]. Materials, s... lignin and cellu... ve been ... duced in ... terest of ec... dliness and cost re... and various st... have be... nducted ... the effect of ... dditives [11,12]. Alth... PAN-based carb... ers hav... studied in various ways ... ny years, the differen... tween their mechanical proper... d those of other materials ... ue to motivate resea... on those properties, including res... rch on molecular weight or composition, which si ificantly influences the mechanical properties of carbon fibers [13]. In addition, various fa tion processes related to the spinnability hanical properties of carbon fibers hav studied [14,15].

P) copolymer is ically manufactu h 3–6 wt.% MA. The processability typically s with inc MA, but the me al properties are adversely affected; therefore, content r than 6 wt.% is commended [10]. The limitations of carbon fibe of P (A) copolymer pose les to it being commercially mass-produced; howe s activ ed in research on oretical strength and mechanical properties of carb [16, molecular weig mposition of P (AN-MA) precursor fiber has been studi nsi s have the effects olecular ight on its mech properties [13] and s properties, with es in sition [17,18] an ning and solidificati [19]. Since it is ic com t of PAN precurs rs, it has been analyz ly [20], including rheologi ects and the effe doping treatment [2 crystallinity and tructure of r in the precurso stage significantly aff the hanical properf carbon fib tructural study a lysis of polymer P (AN-M terial and an standing o microstructural c s that occur in the fiber ma cturing process quired. Th s been little resea the drawing process, esp y in the PAN pre r fiber man ring process, wh ms a structure by dispersi sion of solv the spinn cess, washing an ing, and the drawing proc Fe dies have l at the mic ture involved, a h studies on the interna struct hanges and al propert ges that occur d the stretching process have bee ducted [22].

In this s to investigate P (AN-MA) vior under dra conditions, the changes that occ he mechanical behavior and p ties of P (AN-M olymer with chan molecul ght were a ed from a m uctural perspec The PAN copolym d for fibe ning was merized to o various molecu ights, and the mol weight mpositio e polymeriz AN-MA) mate ere confi d throu permea hromatog (GPC) and n magnetic reso (NMR, sis to c the cha istics of th merized mat The polymeriz material w un and throug t-spinning ess and a dry stretching process, respectively. ges in th sical pro s before a er stretching with changes in the molecular w of the m ctured were veri Through image analysis, it confirmed tha were n ularitie re or afte stretching of each fiber a er factors affe the mec al prope In additi he crystallinity and void s re of each fibe analyze -ray di on (XRD) sis. The effects of changes molecular we f P (AN- fibers factured b same process on the micr ture of carbon were examined, an rostructu fferences in fibers with diff molecular weig ere investigated.

2. Materials and Me

2.1. Materials and Polyme ation

The PAN olymer was pol merize he typically used basic s on polymerizat rocess [1 The materia d were lonitrile AN, Sigma-A h, St. Louis, M A) and m acrylate (M ma-Al St. L MO, USA). ethyl sulfoxide SO, Daju heung, Kore s used a solv nd the solve s used in the po ization, ll as the dop paratio spi . Polymeriza was nducted a,a′-azo obutyronitil BN, Sig ldric . Louis, MO, A) a initiator. omposit f the copoly vas poly ized d on a 97:3 r io. The merizatio s synthe by DMSO- solutio lym tion, targeting three d nt molec weights h the same c osition am he effects of molecular ht. The ular we was control contro the tent of the initiator AIB the am was co olled based on ideratio the polymerization environmen polymerized material was washed ried using distilled water and metha nd then c at 100 °C pulverization. Th ed sample was stored i wder fo ntil spinn nd dried more before spin to remove as much mo e as pos .

2.2. *Fib inning a Drawing*

P (AN) precursor fibers we nufactured ugh spinning, shing, and stretching pro es. A dope olution w concentrat f 25 wt% was ared and as suggest previo er spinnin earch [8,22]. SO was used oth the do lvent and t agulati th, and th r formatio ditions were c olled using illed water a MSO a tio of 1:1 t e coagulati ath. After coag ion, ll was processes w perfor in distille ter, and b he coagulatio d hing t were maint d with e silver. A washing w water, the wo fi vere rsed in dis d wate at least to remove solvent. Aft dryi e store ers, drum-t herma tching wa formed, a stretching was perforn t a te ature of 13 -140 °C i ges. The h aw ratio six, and the draw ratio he en process was 18. A sche c of the po erization, ning, and stretching is n in Figure 1, and the laborato ale equipn t is shown igure 2.

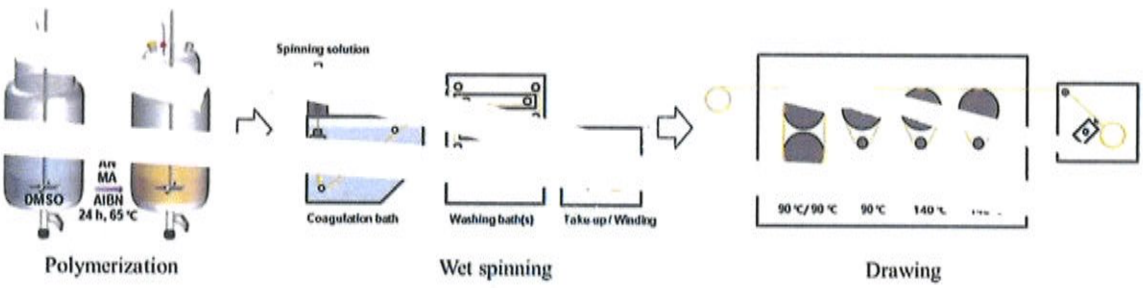


Figure 1. Schematic of the process of wet-spun PAN fiber.

Figure 2. Lab-scale wet-spinning and drawing equipment.

2.3. *Characterization*

T analyze the chemical ucture e P(AN-co-MA) mer, 40 Hz ^{1}H NMR (n agnet sonance, NCE I , Bru Billeric A, USA, lysis was perf inte ng the sig anges e H p s of n ine (CH), thylene (CH_2), a hyl (C ontained e cop er. Th ative bers of h gens ring peak compa nd t llowin rmul quation (as ed. T r ratio alculate ordi the m lar ht of the P ly me ured us Waters G gel p eation ma phy, Agil 120 t, Sant , CA, U deter the hted av e m ular weigh (Mw) olyme ibution in PDI). o confi at the me s suitable for use ing sol t high co rations, P (AN A) polymers with different molec… ·eights were prepared at 25 wt%, and the viscosity was m… ·ed using a rotary rheometer… S G2, TA, New Castle, DE, USA) at room temperature (… 5 °C) and shear rates (γ) of 0.0… 00 1/s.

$$\text{Rela... ole MA} = \alpha \cdot \left(\ldots \right)$$
$$\text{Relative mole AN} = \alpha \cdot \left[\left(\ldots CH_2 \right) - \left(\frac{\int C \ldots}{3} \right) \right] \quad {}^{1}\text{H NMR} \tag{1}$$

The surface structure of the fibers was obse… ved usi… an elec… on microscop… (FE-SEM, …8000, Hita… Tokyo, Japa…), an… spinn… and … din… ons wer… firmed … h the ima… hemica… ds an… idual s… vents … po… ners were … ined by … er-transfor… frared sp… scop… T-IR, … let 67… hermo Fisher Sc… fic, Waltha… MA, USA). … microstr… re of … fiber … measu… hrough wide-a… X-ray diff… n (WAXD) … Discove… ker, … rica, … USA) … mall-angle X-ra… scattering (S…) (Xeuss2.0, … nocs, G… le, F… e) w… radiat… wa… length of 0.154 nm (Cu K… Measureme… f micros… ures … bers … ugh WAXD … SAXS has b… en conduc… n previous … ies [24,… In p… ular, … ry… allinity, … stal size, … crystal ori… ion in fibe… ve been … sur… sing … nsiona…) WAXD … 27]. In this … as in pre… studie… m… ructu… … er was measure… g 2D WAX… noscale str… res amo… icr… cture… … an be measured us… SAXS [27,28]. Finally, the linear density … nec… al p… ti… the fibers were mea… d using a single fiber tester (FAVIMAT, … chu… Mönch… ad… …, Germany). Measu… nts were performed at 20 mm/min at … 20-mm gauge le… , and tensile tests were con… d in each of the 20 or more experiments.

3. Results and Discussion

3.1. Polymerization

…ble 1 shows the results … e ¹H NMR and GPC analyses of the … positions and molec… weights … he P (AN-… polymers prepa… d by solution poly… zation. The Mw of … k (LPAN) … 300 k (H…) were higher … 1 k and 337 k, resp… vely, and … e Mw o… 1 k (MPA… as lower … a Mw of 221 k. … wever, all PDI poly… s were … formly p… merized … ithin 2, a… he difference in … ecular weight wa… tinct, w… is belie… to have … ted the m… anical propertie… the P (AN-MA) p… ner and … r depen… on the m… cular weig… To check whethe… t spinning was po… le whe… paring … inning s… ion with a … h concentratio… P (AN-MA) poly… the v… y of the … nning so… n prepare… 25 wt% was me… red at shear rates … 01–900 … at RT. A … hear rate … 1/s, the vis… ty accor… to … ecular weight was … sured … 19.09 … for LPA… 4.45 Pa·s f… PAN, a… 188.… ·s for HPAN. It ca… e seen i… ure 3 t… he visco… of P (AN-M… increases rapid… the molecular we… increas… nd alth… h the vis… ty of HPAN … high, it is a suit… viscosity for wet … ning. I… dition, … viscosit… reases rap… in the high-mo… lar-weight sampl… ue to the … ure of t… viscosity … cted by the … molecular weig… ontent.

Table 1. ¹… MR and G… analysis of P (AN-MA) copolymers.

P (AN-MA)	NM… Conversion Ratio (mol %)		GPC	
	AN	MA	Mw	PDI
LPAN	97	3	191 k	1.93
MPAN	97.7	2.3	221 k	1.86
HPAN	97	3	337 k	1.91

과총 제 호

상 장

학 회

학 교

논문 제목

귀하는 한국과학기술단체총연합회가 제정한 '제 회 과학기술우수논문상'의 수상자로 선정되었으므로 이에 상장을 수여합니다.

20 년 월 일

한국과학기술단체총연합회

회 장

제 호

표 창 장

학과

위 학생은 재학 중 학업성적이 우수하고 품행이 바르고 단정하여 타의 모범이 되었으므로 이에 상장과 부상을 수여함

20. 년 월 일

학교 공과대학장