

**ผลของความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของสารควบคุมประจุบนโหนดเนอร์
และลักษณะจำเพาะการเกิดประจุที่มีต่อคุณภาพของภาพพิมพ์**



นางสาว อวีวรรณ พุ่มเทียน

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ**

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-957-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**EFFECT OF RELATION BETWEEN CHARGE CONTROL AGENT DISTRIBUTION ON TONER
AND CHARGING CHARACTERISTICS ON PRINT QUALITY**



Miss Chaweewan Poomtien

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Imaging Technology
Department of Photographic Science and Printing Technology**

Graduate School

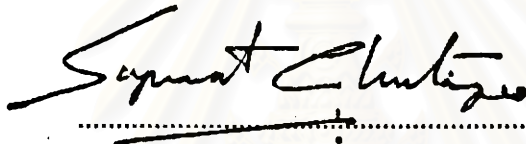
Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-957-7

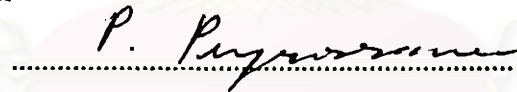
Thesis Title EFFECT OF RELATION BETWEEN CHARGE CONTROL AGENT
DISTRIBUTION ON TONER AND CHARGING CHARACTERISTICS
ON PRINT QUALITY
By Miss Chaweewan Poomtien
Department Photographic Science and Printing Technology
Thesis Advisor Associate Professor Suda Kiatkamjornwong, Ph.D.
Thesis Co-advisor Professor Yasushi Hoshino, Ph.D.


Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree




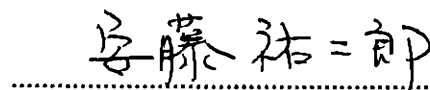
..... Dean of Graduate School
(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)


THESIS COMMITTEE

 Chairman
.....
(Associate Professor Pontawee Punggrassamee, M.S.)

 Thesis Advisor
.....
(Associate Professor Suda Kiatkamjornwong, Ph.D.)

 Thesis Co-advisor
.....
(Professor Yasushi Hoshino, Ph.D.)

 Member
.....
(Mr. Yujiro Ando, M.S.)

 Member
.....
(Assistant Professor Aran Hansuebsai, Ph.D.)

ฉบับวรรณ พุ่มเทิกน : ผลของความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของสารควบคุมประจุบน โทเนอร์และลักษณะจำเพาะการเกิดประจุที่มีต่อคุณภาพพรตงภาพพิมพ์ (EFFECT OF RELATION BETWEEN CHARGE CONTROL AGENT DISTRIBUTION ON TONER AND CHARGING CHARACTERISTICS ON PRINT QUALITY) ก. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุดา เกียรติกำจรวงศ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร. ภาสุทิ โห้ทีโนะ, 131 หน้า. ISBN 974-637-957-7.

ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ในระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ ได้แก่ สมบัติการเกิดประจุของโทเนอร์ สารควบคุมประจุระกทด้วยส่วนให้และส่วนรับอิเล็กตรอน มีหน้าที่ควบคุมระดับและความเป็นตัวของประจุโทเนอร์ วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาสมบัติการเกิดประจุของตัวนำพาขนาดต่างกันสามชนิดและโทเนอร์ที่มีองค์ระกท ชนิดกับปริมาณสารควบคุมประจุและรูปร่างต่างๆ กัน โทเนอร์เกิดประจุด้วยวิธีการหมุน ด้วยลูกกลิ้งสร้างประจุ และการเขย่า คุณภาพงานพิมพ์ประเมินในเชิงของค่าความดำพื้นตาย ค่าความดำของสีพื้นหลัง และการเกิดเม็ดสกปรกวม โดยพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ จากการศึกษาพบว่าตัวนำพาขนาดเล็กทำให้โทเนอร์มีค่าประจุสูงกว่าตัวนำพาขนาดใหญ่ สารควบคุมประจุช่วยให้โทเนอร์มีส่วนที่วงไวต่อการเกิดประจุเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดประจุอิมตัวในระยะเวลาสั้น โทเนอร์ที่ไม่มีสารควบคุมประจุทำให้เกิดค่าความดำของสีพื้นหลังมาก เม็ดสกปรกวมน้อย และค่าความดำพื้นตายต่ำ การเพิ่มปริมาณสารควบคุมประจุทำให้ค่าประจุต่อมวล ค่าความดำพื้นตาย และการเกิดเม็ดสกปรกวมมากขึ้น สารควบคุมประจุชนิดเคมีมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนสูงกว่าชนิดปี ทำให้มีค่าประจุต่อมวลและค่าความดำพื้นตายมากกว่า การเพิ่มปริมาณสารควบคุมประจุชนิดปีไม่ช่วยลดค่าความดำของสีพื้นหลัง การเพิ่มปริมาณสารควบคุมประจุชนิดเอามากกว่าร้อยละ 0.5 ทำให้ไม่เกิดค่าความดำของสีพื้นหลัง โทเนอร์รูปร่างกลมให้ค่าประจุสูงกว่ารูปร่างไม่แน่นอน และทำให้เกิดภาพลอกซึ่งส่งผลให้ค่าความดำของสีพื้นหลังมากขึ้น กลไกการเกิดประจุบนโทเนอร์แต่ละวิธีทำให้ได้ค่าประจุต่อมวลต่างกันซึ่งไม่สามารถให้เป็นตัวแทนซึ่งกันและกันได้ วิทยานิพนธ์นี้เสนอกลไกการเกิดประจุที่เป็นไปได้ของเทคนิคการทำให้เกิดประจุแต่ละวิธี และศึกษาผลกระทบของปริมาณความขึ้นต่อประจุของโทเนอร์จากการเติมสารควบคุมประจุและซิลิกา

ภาควิชา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ
 ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต *สมชาย ฐิติ*
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *Am. Kerdka*
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *星野 坦之*

39/0310523 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY
KEY WORD: CCA / TONER / ELECTROPHOTOGRAPHY / CHARGE-TO-MASS RATIO /
CHARGE / CHARGING MECHANISM

CHAWELWAN POOMPIEN : EFFECT OF RELATION BETWEEN CHARGE CONTROL AGENT
DISTRIBUTION ON TONER AND CHARGING CHARACTERISTICS ON PRINT QUALITY. THESIS
ADVISOR : ASSOC. PROF. SUDA KIATKAMJORNWONG, Ph.D. THESIS COADVISOR : PROF.
YASUSHI HOSHINO, Ph.D. 131 pp. ISBN 974-637-957-7.

Toner charging properties are the important factors that control the print quality in electrophotography. A charge control agent, CCA, consisting of two parts, an acceptor site and a donor site, is added to control the magnitude and polarity of toner charge. This thesis investigated the charging properties, q/m , of the different carrier sizes, A-3, F-200, and Iron Shot, and the toner which is different in component, CCA type, CCA wt%, and shape. The toner was charged by three types of charging mechanism: a rotation-charging, a printing-charging, and a hand shaking mechanism. The print qualities, expressed as solid and background densities, and dot gain percentage, were evaluated through printing with an LED printer. It is found that the small sized carrier gives a higher charge than that of large size. The charge of toner with CCA is higher than the one without CCA, because CCA helps increase more effective charging sites on toner to an equilibrium state within a shorter time. The toners without CCA gives more background density, less dot gain, and lower solid density than that with CCA. The increasing CCA amount produces the higher q/m values, solid densities, and the increased dot gain percentages. The affinity for electron exchange of CCA type A is more effective than that of type B, therefore, the q/m value, and the solid density are higher. The increasing CCA amounts of CCA type B is not significantly effective to decrease the background density. In contrast, when increasing the amount of CCA type A, the background density is decreased and disappeared at 0.5 wt%. The spherical-shaped toner gives the higher charge than that of the irregular shape. The spherical-shaped toners give ghost images leading to the increasing background density. The various charging mechanisms give the individual q/m values which cannot be used as a representative value. This thesis postulates a plausible charging mechanism of each charging technique, and studies the effect of relative humidity on toner charge in the presence of CCA and silica.

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางภาพและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ลายมือชื่อนิสิต สจล สจ
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Suda Kiatkamjornwong
ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 星野坦之

ACKNOWLEDGMENTS

First of all, I wish to express my sincere appreciation to my advisor, Assoc. Prof. Dr. Suda Kiatkamjornwong, for her kind instruction, and invaluable suggestions; to my co-advisor Prof Dr. Yasushi Hoshino for his guidance and care when I carried out the experiments at Nippon Institute of Technology (NIT), Japan.

Grateful acknowledgments to the Chula-Canon Technical Research Cooperation for the special financial support to do parts of the experiments in Japan for one month. I am indebted to Mr. Yujirō Ando, Head of Thai Project of Canon Incorporation for his kind coordination of the Project.

Acknowledgments are due to the National Science and Technology Development Agency for one-year, full financial support for the second-year study.

Thankful to Mr. Takuo Yamamura for his assistance through the experiments.

Finally, I wish to thank the thesis committee for their comments. Thanks also go to everyone who has charitably participated suggestions and given me moral supports.

Chaweewan Poomtien

CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (IN THAI).....	iv
ABSTRACT (IN ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGMENTS.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	x
LIST OF FIGURES.....	xi
CHAPTER 1 : INTRODUCTION.....	1
1.1 Objectives.....	3
1.2 Scope of the Current Research.....	4
1.3 Content of the Thesis.....	4
CHAPTER 2 : THEORETICAL CONSIDERATIONS AND LITERATURE REVIEW..	6
2.1 Theoretical Considerations.....	6
2.1.1 The electrophotographic process.....	6
2.1.2 Toner components.....	6
2.1.2.1 Resin/Binder.....	7
2.1.2.2 Colorants.....	7
2.1.2.3 Charge control agents.....	7
2.1.2.4 Surface additives.....	8
2.1.2.5 Magnetic additives.....	8
2.1.2.6 Other additives.....	8
2.1.3 Toner charging.....	9
2.1.3.1 Two-component charging.....	9
2.1.3.2 Single-component charging.....	9

CONTENTS (continued)

	PAGE
2.2 Literature Review.....	9
CHAPTER 3 : EXPERIMENT.....	18
3.1 Materials.....	18
3.2 Apparatus.....	18
3.3 Procedure.....	19
3.3.1 Preparation of toners.....	19
3.3.2 Measurement of charge properties by three types of charging mechanism.....	20
3.3.2.1 Charging properties by a rotation-charging...	20
3.3.2.2 Charging properties by a printing-charging..	20
3.3.2.3 Charging properties by a hand shaking charging.....	21
3.3.3 Measurement of charging properties by E-SPART analyzer.....	21
3.3.4 Evaluation of print quality.....	21
3.3.4.1 Measurement of solid density.....	22
3.3.4.2 Measurement of background density.....	22
3.3.4.3 Measurement of dot gain percentage.....	22
CHAPTER 4 : RESULTS AND DISCUSSION.....	23
4.1 Carrier Dependency.....	23
4.2 CCA Dependency.....	25
4.2.1 CCA wt% dependency.....	25
4.2.2 CCA type dependency.....	32
4.3 Charging Mechanism.....	33
4.4 Toner Shape Dependency.....	37

CONTENTS (continued)

	PAGE
4.5 Print Quality Evaluation.....	42
4.6 Humidity Effect.....	47
4.7 Comparison of q/m Values between E-SPART and Blow Off Techniques.....	51
4.8 Possibly Charging Mechanism.....	52
4.8.1 Relationship between rubbing method and q/m value.....	54
4.8.1.1 Rotation-charging mechanism.....	54
4.8.1.2 Hand shaking charging mechanism.....	55
4.8.1.3 Printing-charging mechanism.....	55
CHAPTER 5 : CONCLUSION AND SUGGESTION.....	56
Suggestion.....	57
REFERENCES.....	58
APPENDIX.....	62
APPENDIX A CHARGE PROPERTIES AND SOME OF THEIR PRINT QUALITIES OF THE TONERS.....	63
APPENDIX B MORPHOLOGIES OF THE CARRIERS AND TONERS BY SEM.....	101
APPENDIX C THE TEST FORM, PRODUCED BY THE FIFTH ALDUS PAGEMAKER PROGRAM FOR MACINTOSH.....	117
VITA.....	119

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1-1	The forecast of various printing systems by 2006.....	2
4-1	Comparison of q/m values between E-SPART and blow off techniques....	52
A-1	q/m values of various toners and F-200 carrier by a rotating roller, at 53±3 %RH and 21±2 °C.....	64
A-2	q/m values of irregular shape toner, N-09C, and spherical shape toner, N-09S, and F-200 carrier, by a rotating roller, at 53±3 %RH and 21±2 °C.....	65
A-3	q/m values of toners, KT-04b to KT-07b, and carriers, A-3 and Iron Shot, by a rotating roller, at 53±3 %RH and 21±2 °C.....	66
A-4	q/m values of toners, KT-04a , KT-05a, KT-04b, and KT-05b, and F-200 carrier, by a rotating roller, at 29±3 %RH and 21±2 °C.....	67
A-5	q/m values of various toners by a developing roller (no carrier), and a hand shaking (with F-200 carrier), for 1 minute, at 53±3 %RH and 21±2 °C.....	68
A-6	Solid density and background density of various toners by printing with OKI 400 micro line CL.....	69
A-7	Dot area percentages of various toners by printing with OKI 400 micro line CL.....	70

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
4-1 Dependence of q/m (blow off) of various carriers on rotating time.....	24
4-2 A model of toner and various carrier sizes at the same T/C wt% ratio....	25
4-3 Dependence of q/m (blow off) on rotating time with many CCA amounts of A-3 carrier.....	26
4-4 Dependence of q/m (blow off) on rotating time with many CCA amounts of F-200 carrier.....	27
4-5 Dependence of q/m (blow off) on rotating time with many CCA amounts of Iron Shot carrier.....	28
4-6 Dependence of q/m (blow off) on rotating time at various amounts of CCA type A with F-200 carrier.....	29
4-7 Dependence of q/m (blow off) on rotating time at various amounts of CCA type B with F-200 carrier.....	30
4-8 A model of CCA amount on toner particle.....	31
4-9 A model of carrier contamination with CCA.....	32
4-10 Molecular structure of CCA.....	33
4-11 Dependence of q/m (blow off) on CCA amounts at various CCA types...	34
4-12 Dependence of q/m (blow off) on various toners with CCA type A amount at various charging mechanisms.....	35
4-13 Dependence of q/m (blow off) on various toners with CCA type B amount at various charging mechanisms.....	36

LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-14 Dependence of q/m (blow off) on various toners with CCA types A and B amounts at various charging mechanisms.....	38
4-15 Dependence of q/m (blow off) on rotating time at various toner shapes..	39
4-16 Dependence of q/m (blow off) on various toner shapes at various charging mechanisms.....	41
4-17 Dependence of maximum density on CCA amounts at various CCA types.....	43
4-18 Dependence of background density on CCA amounts at various CCA types.....	44
4-19 Dependence of %dot gain on %dot original at various amounts of CCA type A.....	45
4-20 Dependence of %dot gain on %dot original at various amounts of CCA type B.....	46
4-21 Dependence of %dot gain on %dot original at various toner shapes.....	48
4-22 Dependence of q/m (blow off) on rotating time in the toners without CCA at different humidity.....	49
4-23 Dependence of q/m (blow off) on rotating time in the toners with CCA at different humidity.....	50
4-24 A model of various charging mechanisms: (a) a rotation-charging, (b) a hand shaking charging, (c) a printing-charging.....	53