ผลของความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของสารควบคุมประจุบนโทนเนอร์ และลักษณะจำเพาะการเกิดประจุที่มีต่อคุณภาพของภาพพิมพ์

นางสาว ฉวีวรรณ พุ่มเทียน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-957-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 3 ก.ค. 2545
I18056052

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 Pungrassamee, 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.)

ฉวีวรรณ พุ่มเทียน : ผลของความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของสารควบคุมประจุบนโทนเนอร์และลักษณะจำเพาะการเกิดประจุที่มีต่อคุณภาพของภาพพิมพ์ (EFFECT OF RELATION BETWEEN CHARGE CONTROL AGENT DISTRIBUTION ON TONER AND CHARGING CHARACTERISTICS ON PRINT QUALITY) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุดา เกียรติกำจรวงศ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร. กาสุชิ โฮชิโนะ, 131 หน้า. ISBN 974-637-957-7.

ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ในระบบอิเล็กทรอโฟโตกราฟี ได้แก่ สมบัติการเกิดประจุของโทนเนอร์ สารควบคุมประจุประกอบด้วยส่วนให้และส่วนรับอิเล็กตรอน มีหน้าที่ควบคุมระดับและความเป็นขั้วของประจุโทนเนอร์ วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาสมบัติการเกิดประจุของตัวนำพาขนาดต่างกันสามชนิดและโทนเนอร์ซึ่งมีองค์ประกอบ ชนิดกับปริมาณสารควบคุมประจุและรูปร่างต่างๆ กัน โทนเนอร์เกิดประจุด้วยวิธีการหมุน ด้วยลูกกลิ้งสร้างประจุ และการเขย่า คุณภาพงานพิมพ์ประเมินในเชิงของค่าความดำพื้นตาย ค่าความดำของสีพื้นหลัง และการเกิดเม็ดสกรีนบวม โดยพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบอิเล็กทรอโฟโตกราฟี จากการวิจัยพบว่าตัวนำพาขนาดเล็กทำให้โทนเนอร์มีค่าประจุสูงกว่าตัวนำพาขนาดใหญ่ สารควบคุมประจุช่วยให้โทนเนอร์มีส่วนที่ว่องไวต่อการเกิดประจุเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดประจุอิ่มตัวในระยะเวลาสั้น โทนเนอร์ที่ไม่มีสารควบคุมประจุทำให้เกิดค่าความดำของสีพื้นหลังมาก เม็ดสกรีนบวมน้อย และค่าความดำพื้นตายต่ำ การเพิ่มปริมาณสารควบคุมประจุทำให้ค่าประจุต่อมวล ค่าความดำพื้นตาย และการเกิดเม็ดสกรีนบวมมากขึ้น สารควบคุมประจุชนิดเอมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนสูงกว่าชนิดบี ทำให้มีค่าประจุต่อมวลและค่าความดำพื้นตายมากกว่า การเพิ่มปริมาณสารควบคุมประจุชนิดบีไม่ช่วยลดค่าความดำของสีพื้นหลัง การเพิ่มปริมาณสารควบคุมประจุชนิดเอมากกว่าร้อยละ 0.5 ทำให้ไม่เกิดค่าความดำของสีพื้นหลัง โทนเนอร์รูปร่างกลมให้ค่าประจุสูงกว่ารูปร่างไม่แน่นอน และทำให้เกิดภาพหลอกซึ่งส่งผลให้ค่าความดำของสีพื้นหลังมากขึ้น กลไกการเกิดประจุบนโทนเนอร์แต่ละวิธีทำให้ได้ค่าประจุต่อมวลต่างกันซึ่งไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนซึ่งกันและกันได้ วิทยานิพนธ์นี้เสนอกลไกการเกิดประจุที่เป็นไปได้ของเทคนิคการทำให้เกิดประจุแต่ละวิธี และศึกษาผลกระทบของปริมาณความชื้นต่อประจุของโทนเนอร์จากการเติมสารควบคุมประจุและซิลิกา

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ลายมือชื่อนิสิต ....
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....
ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 星野 坦之

3970340523 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY

KEY WORD: CCA / TONER / ELECTROPHOTOGRAPHY / CHARGE-TO-MASS RATIO / CHARGE / CHARGING MECHANISM

CHAWELWAN POOMTIEN : 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 วิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

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. Yujiro 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