

産業用インクジェットプリンター用 小形 UV 照射装置

Compact UV Irradiation System for Inkjet Printer

長谷川 豊* 吉川 智也**
清水 雄一* 金森 佳憲*

Yutaka Hasegawa Tomoya Yoshikawa
Yuichi Shimizu Yoshinori Kanamori

Abstract

A newly designed UV irradiation system has been developed for inkjet printer use. A compact and light UV irradiation unit, a short-length UV lamp, and a small UV power source were included in this system. The life of UV lamp was improved to hold 70% of initial intensity after 1000 hours. The new system is satisfied with several safety standards such as UL, IEC and EN. The UV inkjet printer with this system is environment-friendly and enables to paint on various materials with rough and curved surfaces in a shorter time for the production.

1 まえがき

インクジェットプリンターは、微細なインク滴をノズルから噴出させて印刷する装置であり、パーソナルユースのプリントアウト用として広く普及している。また、近年さまざまな産業用の分野において、このプリンターは急速に普及しつつある。そのインクには、染料および顔料タイプのもものが主に使用されてきた。しかしながら、印刷物に要求される耐候性の不足や揮発溶剤による環境汚染の問題があり、とくに産業用で

はこれらを解決することが求められている。その対策のひとつとして、UV インクの採用が進められている。

株式会社ジーエス・ユアサライティング（GYL）では、新たにUV インクを用いた産業用インクジェットプリンターに適したUV 照射装置を開発したので、その概要を報告する。

2 産業用インクジェットプリンターの特徴

2.1 インクジェットプリンターの長所

インクジェットプリンターを用いた印刷工程と従来のものとは比較して Fig. 1 に示す。

第1の長所は、プリンターがコンピュータと直結されて製版工程がなくなるので、従来の「刷版」が不要となり、印刷工程が簡略化されることである¹⁾。これ

* 株式会社ジーエス・ユアサライティング 技術開発部 開発グループ

** 株式会社ジーエス・ユアサライティング 光源製造部 研究開発グループ

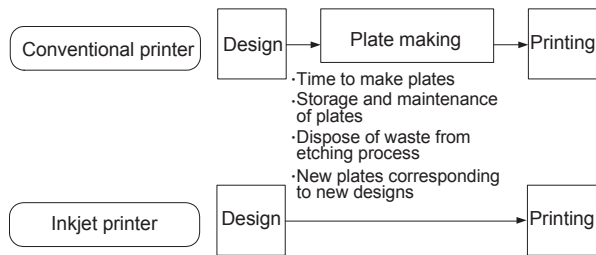


Fig. 1 A comparison of printing processes between two methods.

によって、製版・刷版の製作、保管および管理や廃液の処理が不要になるとともに、短納期化および業務の効率化がはかれる。また、コンピュータでデータの管理ができるので、インターネット配信による「世界同時印刷」も可能となる。これらの特徴によって、とくに多品種小ロット向けの印刷にメリットがある。

第2の長所は、熟練されたオペレータによる彩色、インク粘度およびローラの調整等が、コンピュータのソフトウェアによってできることである。

第3の長所は、非接触印刷である特徴を生かして、飲料缶、ダンボール、布地、石膏ボード、壁紙等の凸凹のある面や曲面に直接印刷できることである。この特徴によって、従来の「印刷」とは異なり、多様な分野への応用が可能となった。実際に、アパレル分野ではデジタル捺染およびTシャツの印刷などがすでに実用化され、電子機器分野ではプリント基板、ディスプレイおよび太陽電池の製造工程などで適用が検討されている。

2.2 現状のインクの短所

産業用インクジェットプリンター用の主流のインクは、水系・溶剤系の顔料タイプのものである。これらは一般的に耐候性が低いので、屋外用途などではラミネート等の後加工処理をおこなうことが不可欠である。また、インクの吸収性が低いプラスチックフィルムなどに印刷する場合には、付着性および硬化性が低くなって生産性が低下するなどの問題がある。さらに、溶剤系インクでは、印刷時に有機溶剤ガスが拡散するという環境汚染の問題もあり、とくにヨーロッパにおいて厳しく規制されている。

2.3 UV硬化形インクの採用

上記のような水系・溶剤系インクの短所を克服するために、UV化するかわりにUV硬化形インクおよびUV照射装置の開発が進められている。

UV化によってインクの耐候性が向上するので、ラミネート等の後加工無しでも屋外で使用できるように

なる。また、瞬時に樹脂が硬化するので、吸収性の低い印刷物であっても生産性を向上することができる。また、UVインクは揮発成分がないので環境汚染の心配もなく、硬化に必要なエネルギーは、水系・溶剤系インクの水分や溶剤を揮発させるものより小さくなる点も有利である。

2.4 インクジェットプリンターに搭載するUV照射装置に求められる機能

従来の印刷機用途などのUV照射装置と異なり、インクジェットプリンターに最適な仕様にする必要がある。その主要なものをTable 1に示す。

Table 1 Specification of UV irradiation unit specially designed for an inkjet printer.

Requirements	Explanations
Down-sizing, weight reduction, endurance against jolts	Reciprocating motion of UV irradiation unit together with inkjet printer head
Higher intensity of UV	For more rapid printing
Temperature degradation under UV irradiation	For plastic films that can not endure high temperature under UV irradiation
Restraint of electro-magnetic interference.	To avoid abnormal control of electrical equipments
Control of air flow	To avoid scattering of ink drops by the cooling air flow for UV lamp
Instantaneous turning on and off of UV irradiation	Need the shutter mechanism

3 UV照射装置の構成と特徴

3.1 インクジェットプリンターの構成

インクジェットプリンターの全体構成の主要部分をFig. 2に示す。この図の実線で囲んだ影の部分が、今回開発したインクジェットプリンターに搭載したUV照射装置である。この装置は、①UVランプ、②UV電源、③UV照射器具およびこれらを接続するケーブルから構成される。プリンター本体の制御部からの指令により、インクジェットヘッドとUV照射器具とが印刷物の上を往復運動し、UVインクの吹きつけと硬化とを瞬時に起こす描画する。

今回開発したインクジェットプリンター用UV照射器具およびランプの外観をFig. 3に、UV電源のそれをFig. 4に示す。UV照射器具は、ランプが放出する紫外線エネルギーを効率的に印刷物に照射し、ランプを冷却する役割を持つものである。UV電源は、ランプの点灯制御およびUV照射器具の制御などをおこなうものである。

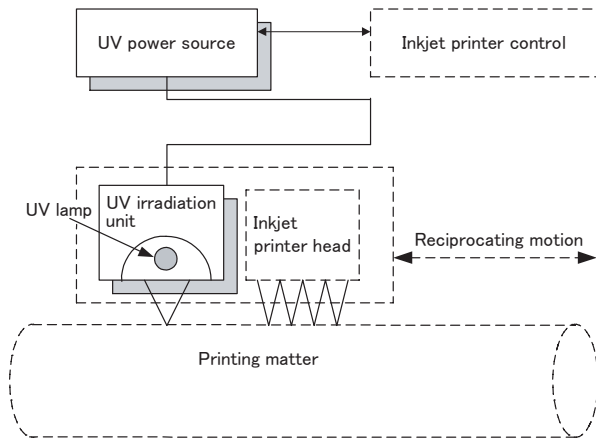


Fig. 2 Construction of an inkjet printer including UV irradiation system.

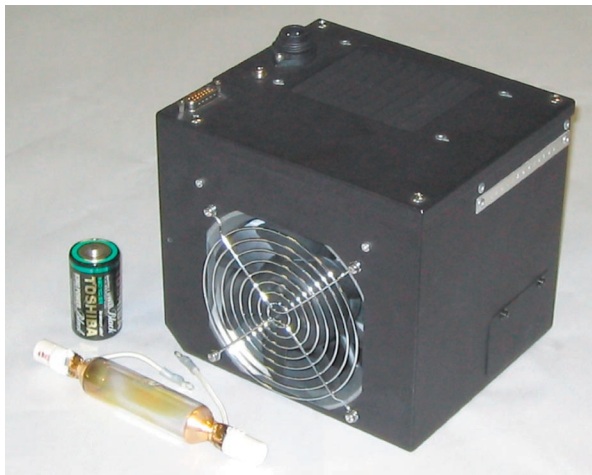


Fig. 3 Outlook of UV lamp and irradiation unit.



Fig. 4 Outlook of UV power source.
Dimensions : 310 W × 153 H × 482 D in mm ;
mass 10 kg.

3.2 UVランプの特徴

開発においては、当社が30数年来にわたって培ってきたUVランプ製造技術を投入した。UVインクの硬化に有効な紫外線の波長は400 nm以下であり、それを効率的に放射できる当社の「メタルハライドランプ (Aタイプ)」を採用した²⁾。このランプの波長に対する光の相対出力をFig. 5に示す。発光長が85 mmと短いのでランプに曇りが発生しやすく、その寿命が短いことが予想される。長時間UV強度を維持できるように、ランプを改良した。ランプのUV強度の時間変化をFig. 6に示す。UV強度は、1000時間を超えても初期の70%以上を維持できるようになった。

照射器具は、ランプが放出する紫外線エネルギーを効率的に集光できるように楕円形状のミラーを備えている。楕円焦点の一方にランプ軸の中心が、もう一方に印刷物の表面が位置するように設計している。ランプのバルブおよびホルダーの軸の中心がずれると、印刷物表面でのUVピーク強度にばらつきが生じる。そこで、ランプの製造工程において両者のずれの許容値を従来のものより厳しい水準とした。

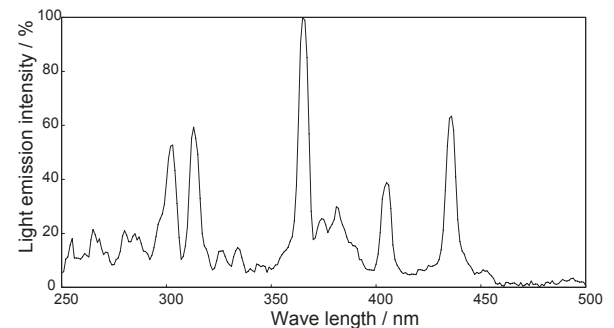


Fig. 5 Light emission intensity vs. wavelength.

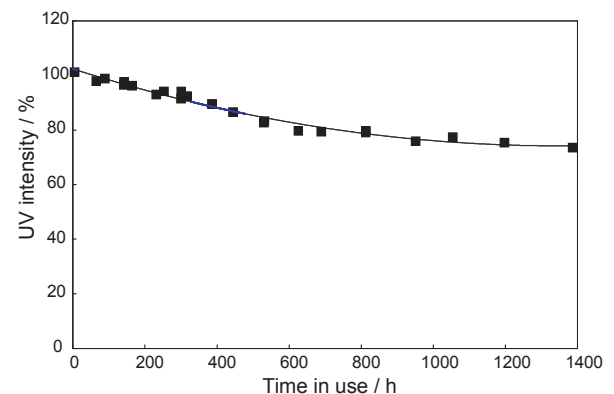


Fig. 6 UV output intensity degradation normalized to the virgin lamp according to the time in use.

3.3 UV 電源の特徴

開発したインバータ式 UV 電源の基本構成を Fig. 7 に示す。機能として、(1) ランプの点灯、出力切替および異常検出、(2) ランプ冷却ファンの制御（出力に応じた風量制御など）、(3) 照射器具シャッタの制御および異常検出、照射器具の異常温度検出などが組み込まれている。この電源は、国外においても適用するように、欧米各国の各種規格に準拠したものである。主な内容としては、UL を中心とした安全規格および高調波規格への対応などである。その規格の一覧を Table 2 に示す。また、入力電圧が AC200 V ~ 240 V の広範囲であっても、スイッチ等で切替えることなくランプ出力が一定になるように配慮した。なお、この UV 電源はインクジェットプリンター搭載用なので、その仕様に合わせたインターフェースでの運転としており、基本的に単独では使用されないものである。

3.4 UV 照射器具の特徴

UV 照射器具は、UV ランプ、反射ミラー、シャッタ、前面ガラスおよび筐体等から構成される。その構成を模式的に Fig. 8 に示す。小形軽量化をはかるために、使用する部材の多くをアルミとした。シャッタは、従来とは大きく異なる新規な機構を開発した。その信頼性評価試験をおこなって問題がないことを確認した。

また、筐体の外板材料は、ランプから放射する電磁波ノイズの影響の抑制と軽量化とを両立させるために、薄形鋼板を採用した。筐体の剛性が低下する分を、内蔵した冷却ファンなどの内部部品の剛性を利用して補った。これらの技術の適用によって、冷却ファンやシャッタ等を含めて質量約 3 kg の軽量化を実現した。これは、従来の同種製品の 1/2 ~ 1/3 程度である。

ランプバルブの表面は、800 °C 以上の高温になる。印刷物の温度上昇を抑えるためには、それに直接影響をおよぼす前面ガラスを冷却する必要がある。また、シャッタ機構はランプとの直線距離が 3 ~ 5 cm の場所に位置するので高温になり、同様に冷却する必要がある。ここでは、内蔵冷却ファンのみによって器具

Table 2 Contributed main standards of UV irradiation system.

Safety	UL/IEC/EN 60950
Higher harmonics	EN61000-3-2 class A
Flicker	EN61000-3-3
Electro-magnetic interference	EN55022 class A CISPR22 class A VCCI class A FCC class A

の内部を効率的に冷却できるように、冷却風の流路の最適設計をおこない、その効果を検証した。また、反射ミラーの一部にコールドミラーを採用して、インクの硬化反応に必要な可視光および赤外線が印刷物に放射されないようにした。なお、コールドミラーとは、ガラス基板に蒸着多層膜を施して波長を選択的に反射・透過できるようにしたものである。

UV 照射器具はプリンタヘッドと一緒に往復運動するので、そのときの振動に耐える必要がある。ここでは、UV 照射器具および UV 電源ともに振動試験機での評価試験をおこなって、問題がないことを確認した。さらにプリンター実機での振動試験をおこなって、製品に改良を加えた。

インターロック面ではつぎのような特徴がある。冷却ファンの故障等による UV 照射器具の焼損を未然に防止・保護するために、温度検知センサを内蔵した。このセンサで異常温度を検出した際には、UV 電源で自動消灯するように制御している。また、シャッタ機構の故障によって印刷不良品が連続して発生することを防止するために、内蔵シャッタの動作検知システムもあわせて搭載している。

消耗品である UV ランプの交換は、エンドユーザでおこなわれる。本装置では、ランプユニットだけを UV 照射器具から取外すことのできる設計とした。テーブル上などで交換作業が容易にできるので、作業性を向上させることができた。

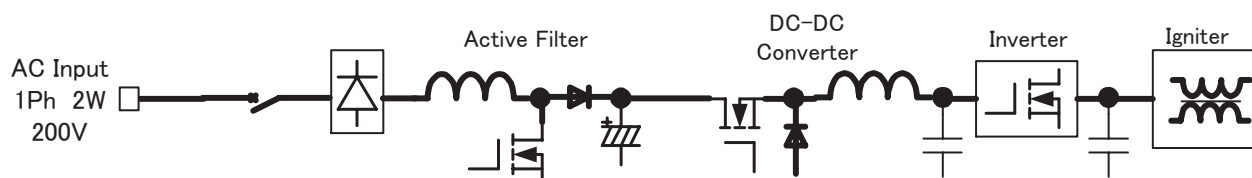


Fig. 7 Diagram of main circuit of UV power source.

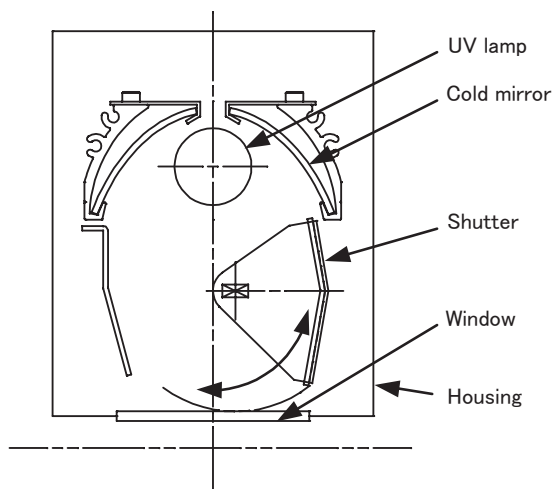


Fig. 8 Arrangement of main components in the UV irradiation unit.

4 おわりに

成長期にある分野の技術および新商品の開発スピードは目を見張るものがある。産業用 UV インクジェットプリンターも間違いなく急成長している分野の商品であり、より一層のスピードアップが求められている。今回は、プリンターメーカーと情報交換等をおこないながら UV ランプの長寿命化および小形軽量化をはかり、インクジェットプリンター専用 UV 照射装置の技術を確立して商品化することができた。今後も各種の要素開発や、UV の高出力化と低温化に代表されるトレードオフの関係にある技術の研究を進めながら、より質の高い商品開発をおこなっていく予定である。

文献

- 1) 高尾道生, ラドテック研究会年報 (第 84 回ラドテック研究会講演会), No.17, 169 (2003).
- 2) 日本電池紫外線照射システムカタログ, p. 9 (1999)
http://www.nippondenchi.co.jp/npd/sigaisen/uv/f_uv.html