複写防止用紙の現状と技術動向

(株)リコー化成製品技術研究所 川 村 栄 一

Technological Trends on the Anti-Photocopying Paper

Eiichi Kawamura

Chemical Products R & D Center Ricoh Company, Ltd.

Due to the unexpected development of high quality photocopier machines, a strong interest towards development of anti-photocopying technology has arisen. High quality photocopiers make it unduly easy for someone to make unauthorized copies out of confidential documents, thus effective countermeasures have become necessary. However, though many attempts have been made to accomplish such countermeasures, the effective protection against these acts is still insufficient.

As a result, the number of patents related to this field has recently increased dramatically.

This paper is a summary of the patents and describes the technological trends on the anti-photocopying paper.

1. はじめに

近年の情報化社会による情報量の増大、情報の共有化、情報伝達手段の多様化と共に複写機の普及、性能向上は飛躍的で、それに伴って文書の機密保持、出版物の違法複写防止等に対する関心が急速に高まり、政府・官公庁、一般企業、出版業界、その他多くの分野で複写防止、偽造防止用紙に対する要望が強くなっている。

1990年度の複写機国内生産は約240万台と前年比6.3%の伸びであり、その95%以上を占める間接静電複写方式いわゆる普通紙複写機（PPC）は高速、高品質化、多機能化、複合化、デジタル化、カラー化等性能の向上及び機能の付加は一段と進む傾向にある。特に高級機にはデジタル化が採用されてきているが、現在のところ事務用複写機の大部分は従来からのアナログ方式が主流となっており、今後も続くものと予想される。

本来、複写機の使命はどのような原稿からでも忠実に再現した複写物が得られることであり、それを目標に技術開発が進められてきたが、現在では原稿以上の品質の複写物やユーザーの好みの複写物を作成することも可能であり、この傾向はさらに進むものと考えられ、当然、複写防止用紙、偽造防止用紙の開発と複写機との開発とは結果的には互いに開発競争となっている

のが実状である。このような背景から複写防止、偽造防止の方式には非常に多くの提案がなされているが実用化されている方式は少なく、特に市場が求めている複写防止性能は十分とは言えない。

本稿では過去20年間の特許情報を中心に、間接静電複写機（PPC）による複写防止用紙に関する技術動向について方式別に紹介し、現状と課題について考察してみたい。

2. 複写防止方式の分類

特許上からは複写防止と偽造防止を明確に区別されていないものもあるが、複写防止という観点から見ると複写防止とは複写物の内容が判読できない状態にあることが必要で、例えば複写すると複写物全面が真っ黒に複写され全く情報が複写されないもので、理想的には原稿は明瞭に判読できるが複写物は全く判読出来ないものであり、一方、偽造防止は複写物の内容は判読できても明らかに偽造したものであることが直ぐ判明できる状態にあるもので、例えば複写すると無効、コピー不可等のかくし文字が複写物に現われ、偽物であることが一目瞭然となるものである。

偽造防止用紙は証明書や証券印刷等に以前から用いられており、出願件数も多いが、複写防止に関する特許も最近では年20件以上の公開がある。

特許に提案されている主な複写防止方式を分類した

図1 複写防止方式の分類

結果を図1に示す。

複写防止用品について大別すると用紙、フィルム、インキおよび装置を用いるものに区分される。フィルムはそれ自体を用いる場合と文書の全面または必要部分にのみ貼り合わせる等して用いる場合とがあるが、全て用紙の中に包含した。複写防止用紙には印刷、手書き、ワープロその他の手段によって複写防止原稿を作成するための複写防止用紙と原稿から複写機(PPC)によって複写防止書類を作成するための再複写防止用紙とに分けられ、要求性能上多少の違いはあっても、ともに複写防止が目的であり同様に扱うことにした。また、厳密には偽造防止に含まれる方式もあるが、複数の複写防止方式との組み合わせで、より効果を求めた提案もあり、複写防止方式の一つとして

扱った。

次に各方式別に概略と技術動向について紹介する。

2.1 地紋印刷方式

この方式は古くから偽造防止として証券印刷に用いられる用紙などに使用されている。本来は偽造防止を目的としたものであるために、複写防止の目的には他の方式と組み合わせた補助的な方式で実用化されている。特徴は用紙に原稿の判読には支障のない程度に彩紋と呼ばれる幾何学細密模様が網点等で地紋やかくし文字印刷されたもので、複写すると模様或いはコピー不可、VOID、無効等の文字が鮮明に現われる。特に模様、色彩等に工夫がなされている。

かくし文字の技術は背景の網点模様と異なる大きさの網点でかくし文字の潜像を印刷し、背景と潜像の両者にかけてカムフラージュパターンを設けることによって、通常は潜像の存在がはっきりとは認識されないが、複写すると大小の網点の一方が再現され他方が再現されなくなる結果、その明暗の差によって潜像が明瞭に視認されるものである。

テストの結果では網点地紋印刷がかくしパターンとなるためには、かくし文字線数133線以上、背景65線以下ならば複写による再現が可能であった。

この方式は高精度の印刷が要求され、コスト的にも高く、地紋のために原稿の判読が良好ではなくなり、単独使用では複写防止も十分ではないが、偽造であることが明瞭であるために高額な書籍の印刷用紙に使用されている例もあり、違法複写に対する警告または偽

図2 偽造防止用紙

造防止には効果が大きいといえる。

図2に偽造防止を目的とした用紙を複写してかくし文字の現われた1例を示した。

この方式は偽造防止用紙として、古くから特許出願は多数なされており、例えば透かし模様が複写物に現われるもの¹⁾、かくし文字、地紋およびカムフラージュパターン等の組み合わせによるもの²⁾、特定の網点の線数、面積率を使用するもの³⁾、複数の色、濃淡を組み合わせた模様の印刷によるもの⁴⁾、あるいは特定の色素を用いて印刷したもの⁵⁾等、それぞれ特徴を有する提案がすでになされているが、最近の公開特許から2, 3紹介する。

面積がほぼ等しい2種類の異なる形状の網点を印刷したもので、複写機の濃淡設定をどの様に変えても、またオートモードにしても、結局あらゆる濃度レベルにおいてもかくし文字が現われるもので、網点の大きさが非常に小さくカムフラージュ用網点の必要がないことを特徴としたもの⁶⁾、紙またはフィルム上に着色インキを全面的に施し、銀インキで砂や細粒を散布したような模様や、多くの線や点で網点などを形成した模様を施したもの⁷⁾、2種類のパターン状網点によってかくし文字を印刷した用紙に再現しにくい色相で情報を記録し、通常の複写濃度では情報を複写できず、複写濃度を高くして複写した場合にはかくし文字が現われ複写の不正使用を防止できるもの⁸⁾等の出願の他に、カラー複写機による偽造防止に関するものでは、複写機では再現されにくい範囲の150~175線、10%程度の網点の模様パターンと背景パターンの2色で印刷し、複写するとパターンがいずれも消えて明らかに複製であることがわかる提案がなされている⁹⁾。

2.2 着色方式

この方式は製造も容易で単純な構成でありながら汎用性があり複写防止効果が比較的大きいことから、現在実用化されている方式にはこの着色方式をベースとしたものが多く用いられている。原理は特定の染料または顔料等で用紙を着色し、複写の際の照射光線を画像部および非画像部ともに同等に吸収させてコントラストをなくし、感光体への露光に差がないようにして画像の形成を不可能にするもので、複写物は全面が黒色となる。

人間の視感度と複写機の感光体の分光感度との違いを利用したものであるが、複写機及び感光体の進歩によりその差は少なくなり、テストの結果では複写不能とするには反射率を画像部、非画像部ともに10%以下にするか、反射率の差を数%以内にする必要があり、当然、原稿は読みにくくなる。そのため色相、吸収波

長域等の工夫による改善の提案がなされてきている。

一般に文書の文字の色は黒色であり、特に再複写防止の場合には黒色トナーが用いられるので、複写防止の目的からは用紙の着色色相は黒色が理想的であるが、画像部と非画像部のコントラストがなくなるために原稿は判読不能となり、いかにして読みやすい原稿で複写防止をするかが課題となっている。

図3は実用化されている赤褐色に着色された複写防止用紙の分光反射特性を示した1例である。画像部と同程度の吸収を得るために可視域の反射率は10%前後と低く、濃色であり原稿の判読性は良くない。

図4に人間の比視感度特性、図5に感光体の分光感度特性の例を示した。比視感度は明順応最大555 nm、暗順応最大507 nmであり、感光体の感度分布は400~700 nmにある。図6にSe単層タイプ感光体とハロゲンランプの実効分光感度分布を示したが、感光体はSe合金、OPC、a-Si系と改良が加えられてきており、広いスペクトル応答が可能であり、画像部と非画像部との分解能も向上している。また複写物の露光目盛りをライト側にすると分光感度は長波長側にシフトする傾向がある。

通常の複写機では、特に青及び赤に対する色再現性を得るために感光域の短波長側および長波長側をカッ

図3 着色方式分光反射特性例

図4 比視感度特性

図 5 感光体分光感度

図 6 感光体実効分光感度分布

トして用いられている。そこで着色方式では図3の例に見られるように視感度内のカット部分の波長を利用して判読性を上げる工夫がなされている。この例のA社(実線)の製品は可視域の反射率はB社(破線)のものよりも低い、判読性に優れている結果が出ている。色相の選択にはさらに着色による違和感を少なくするためにも明度、彩度その他、嗜好色等からの検討も必要になってくる。

この方式は複写防止用紙として多数の出願がされており、特に着色材料、着色方法に関する出願が多い。画像部と非画像部の色の組み合わせによるもので、例えばほぼ同一の反射率を有する色相の異なる色素で着色したもの¹⁰⁾、570~800 nmの分光反射特性をもつ非画像部と400~570 nmの分光反射特性をもつ画像部からなるもの¹¹⁾、400~700 nmの波長の間に最大反射率を有し、着色色相に特徴を持たせたもので、例えば特定の赤色、橙色もしくは黄色の着色¹²⁾、視感度の高い緑系の着色¹³⁾、三原色による反射濃度、透過濃度の異な

図 7 分光反射特性¹⁹⁾

るセピア調のパターン印刷¹⁴⁾、明度、色度、色差の特定範囲の濃赤茶色系の着色¹⁵⁾、特定波長の吸収として500~700 nmの範囲に最大吸収を有する染料を用いるもの¹⁶⁾、特殊顔料として透明ベンガラを用いるもの¹⁷⁾、透過式や反射式の全ての複写を不能としたもので、例えば両面に異なる色で着色したもの¹⁸⁾や0.5~50 線/cmの特定線幅のパターンと2種以上の色を用いた出願¹⁹⁾がなされている。この特許の分光反射特性の例を図7に示した。この例で全波長域の反射率が約6%のブラック情報(I)とカラー(A, B)とのコントラストが感光体分光感度(PC)外で視感度曲線(E)内の長波長側において差のあることにより原稿の判読が可能となっている。

鏡面反射方式等との組み合わせによる例として鏡面反射方式フィルムの欠点である記録情報視認性の改善を兼ねた出願がなされている。図8-1に示した赤89~39%、黄10~60%、青20~1%の特定の着色範囲(A, B, C, Dで取り囲んだ斜線部分)で着色を施した図8-2に示した透明ポリエステルフィルム(10 B)の表面に微粒子マット剤入り樹脂薄膜層(30 B)を形成し、裏面(12 B)には金属薄膜(20 B)を蒸着してフィルム表面(11 B)に着色透明インキ(40 B)で情報を印刷した構成になっている²⁰⁾。

表面をイエロー1.28, マゼンタ1.16, シアン0.81程度の反射濃度値を有するセピア調に着色し、イエロー0.97, マゼンタ0.82, シアン0.52程度のセピア調インキでパターン印刷し、裏面をイエロー1.05, マゼンタ0.94, シアン0.66程度のセピア調に着色したもの²¹⁾、さらにこの用紙を熱転写方式で光沢を帯びた記録文字で印字するもの²²⁾もある。

その他、フィルムに低い反射レスポンスをもつ色で着色し判読は裏面より光照射することによって読みやすくして着色方式の欠点である原稿の判読性を改善したもの²³⁾やフィルム裏面に粘着層を設け、希望する複

図 8-1 着色範囲²⁰⁾ 図 8-2 複写防止用紙²⁰⁾

写防止部分に貼り合わせるもの²⁴⁾等がある。

2.3 鏡面反射方式

この方式は複写機の光学系の特徴を利用したもので、複写すると全面が黒色になってしまうものである。図 9 に静電複写機の露光系の例を示したように、光源から発生した光は反射板により集光されて原稿をセットするコンタクトガラスを通過して原稿に到達し、画像部分は吸収され非画像部分は反射されてミラーを通り最終的には感光体に潜像を形成する。この反射の経路は照射された原稿面からほぼ垂直に反射された光のみが感光体に達するように設計がなされている。即ち画像形成には露光の一部が有効な画像形成に関与しており、これは原稿面が乱反射することによって生ずる垂直光が寄与している。一般に光源からの光の入射角は $30 \sim 40^\circ$ 、感光体に達する光は原稿面を 100 として数%程度である。

鏡面、例えば鏡をコンタクトガラス上に置いて複写を行うと全面が黒色の複写物が得られる。つぎに鏡とコンタクトガラスとの角度を変えていくと、或る角度で全面が白色の複写物が得られるが、これは光の入射光と反射光とが鏡面で正反射をしていることを示すもので、鏡をコンタクトガラスに密着させた場合は反射光が入射角と等しい角度で反射されるため垂直光は発

生せず、鏡の角度を変えていくと、或る角度で垂直光のみの反射光となるために起こる現象で、原稿からの垂直光がなければ感光体には光は達しないため画像形成が起こらず複写されないことになる。

この原理を応用した複写防止が鏡面反射方式であり、主にフィルムに金属蒸着したものが実用化されている。この方式では光が正反射することが必須条件であり、一般に表面は光沢のある金色や赤褐色で光の反射により原稿が読みづらい。またコンタクトガラスと原稿との間に光を散乱させる半透明の材料を挿入すると、乱反射によって垂直光が発生して感光体に潜像が形成されてしまうため複写防止効果がなくなる欠点を有している。そのため他の方法との組み合わせによる出願が多い。

特許出願はすでに金属蒸着による方式が昭和 52 年に実用新案で出され 57 年に公告になっている²⁵⁾。公開特許にはアルミニウム等の金属薄膜の反射膜を設けたフィルムを複写防止すべき書類の上に付すもの²⁶⁾、金属粉、フレーク、蒸着物等をコーティングしたもの²⁷⁾、金属薄膜表面に図柄を加えたもの²⁸⁾、鏡面をもった黒体の不透明なシートと透光するフィルムとを重ね接合したもの²⁹⁾や PPC による原稿作成が出来るように金属膜を全面連続膜でなく島状に形成し、その上に絶縁層を設けたり、図 10 に示したように所定の間隔で絶縁

図 9 露光系概略

図 10 再複写防止フィルム (実開平 2-7654)³⁰⁾

された金属蒸着層を設けたものや、高光沢性合成樹脂層を施した再複写防止用のもの等³⁰⁾の出願がある。

鏡面反射とは多少異なるが、反射を利用した発明として、書類に光を乱反射するシートを貼着するもので、例えば書類を垂直からは読めないレンティキュラスクリンを付けたもの³¹⁾、乱反射させるための凹凸による反射面を形成したシートで包覆したもの³²⁾や表面が乱反射する金属箔を用紙の所望部分に貼着するもの³³⁾、光の入射光が反射して再び入射光の方向に戻る再帰反射型の、例えばガラスビーズ層を設けたもの³⁴⁾、所定の方向に反射または乱反射させるスリット溝を有するシートを書類上に設けたもの³⁵⁾、虹彩層を設けたもの³⁶⁾、ルーバフィルムを貼付したもの³⁷⁾、金属蒸着層にガラスビーズ入りインキで印刷したもの³⁸⁾等多数の提案がなされている。

2.4 光変色方式

複写機の露光照射により化学的に変色（着色または消色）する材料を用いて複写を防止するもので、化学変化が非可逆性のものと可逆性のものとが提案されているが、実用的にはフォトクロミック性を有する可逆性材料が好ましい。例えば、露光照射により発色する場合は通常は原稿は着色していないが、複写をすると非画像部が露光により光励起され発色し、画像部とのコントラストがなくなり複写されず、原稿の非画像部は再び元の無色の状態に戻る。通常は非画像部分の着色はないために原稿の判読性は良い。

この方式ではフォトクロミック性材料の探索がキープポイントであるが、光源の分光波長域、紫外部放射エネルギーの不足、コンタクトガラスによる紫外部の吸収などから、現在のところ複写機の露光照射により発色し、通常使用の証明下では発色しない材料は見当たらないようである。

試算では原稿面露光量は $200 \sim 500 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ 程度であり、一般のスピロピラン系フォトクロミック材料の発色光感度は数 $10 \sim$ 数 $100 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 程度と推定され、感度的にも通常の複写条件下では発色は困難と考えられる。安価で濃色、例えば黒色に発色するフォトクロミック材料が見当たらないことも実用化に対しての大きな課題である。

この方式による特許出願は少ないが、変色層として高感度の銀化合物を用いたもの³⁹⁾の他に昭和 64 年に増感剤と組み合わせた特許が公開されている⁴⁰⁾。この発明ではスピロピラン系フォトクロミック材料に増感剤としてジヒドロキシ-1,2-アントラキノン、アミノ-4-アセトフェノン、フェニル-4-アセトフェノン等をマイクロカプセルに包含して使用している。原稿は照射後

数秒で元の状態に復帰するが、使用時の不用意の着色を避けるために文書は中程度の照明下、例えば約 50 ルックスの明るさのもとで取扱いをすること、さらに着色剤の併用を提案している。

露光によって消色する方式の提案もある⁴¹⁾。基紙に可視光線によって基紙の表面色と異なる色に発色し、紫外線により消色する逆フォトクロミック材料を塗布したもので、表面色と同色のトナーで画像を形成することによって可視光下では画像の判読は可能であり、複写時には紫外部の照射によって消色し画像は得られない。例えば基紙が白色である場合には白色トナー、逆フォトクロミック材料としステンハウゼ塩、チオニン塩等を用いることによって作成する。

2.5 熱変色方式

通常の複写機は光源、画像定着部、その他の熱源により発散される熱でコンタクトガラスの表面温度は 40°C 以上に上昇している。この方式は後述のサーモクロミック性トナーやインキを用いる場合と同様に、このコンタクトガラス面及び露光照射時の熱を利用して化学的に変色するサーモクロミック材料を用いて複写防止を行う方式である。

常温では無色であるサーモクロミック材料を基紙にコーティングした複写防止用紙を用いて作成した原稿で複写を行うと複写機の熱により発色して光変色方式と同様に画像部と非画像部とのコントラストがなくなり複写は不能となる。この原稿を常温に戻せば消色して非画像部は元の無色の状態になる。この方式ではコンタクトガラスに原稿をセットした時点で、すでに発色が見られ熱応答性の問題は少ないと言える。テストの結果では、露光時の照射エネルギーによる発色よりもコンタクトガラス面の熱による発色の寄与が大きいうであった。また複写機のコンタクトガラスの温度が発色温度以上にならないと作動しない機構を取り入れればより確実に目的は達成できるものと思われる。非画像部は無色であるために原稿は読みやすいが、熱による発色のために通常の取扱い環境、例えば周囲温度や体温では発色しないが、複写時には発色する条件設定が課題であり、発熱の少ない複写機対策も考えると、コンタクトガラス表面をサーモクロミック材料の発色温度以上に保つような複写機側からの対応も必要であろう。

この方式に関する用紙の出願は少ない。サーモクロミック材料として加熱発色型のロイコ系発色剤と顕色剤との組み合わせによる提案がある⁴²⁾。この発明の例では図 11 に示したように基紙に感熱記録紙に用いられる黒色に発色する無色のフルオラン系のロイコ染料

図 11 熱変色方式例⁴²⁾

と可逆的に発消色させるためのフェノール系顕色剤および発色温度を制御する高級アルコール類をマイクロカプセルに包含したサーモクロミック材料を塗布した複写防止用紙(A)の上に情報を記録する。この状態では非画像部分は無色(B)であり原稿の判読性は良い。この原稿を用いて複写を行うと複写機の熱により無色のロイコ染料と顕色剤が溶融接触して反応し発色(C)により画像部分と非画像部分とのコントラストが失われ複写は出来なくなる。原稿を常温に戻すと可逆的に元の状態(B)に復帰するというものである。

2.6 光発光方式

この方式では原稿の光発光層が複写時の露光により発光することによって複写物は白色の状態となり複写不能とするものである。露光により原稿の全面が均一に発光するためには画像部分も非画像部と同程度に発光する必要がある、非画像部の発光のみで画像部分まで均一に発光させることは困難と思われる。発光性のトナーやインキを用いる出願もなされているが、用紙の場合には原稿作成後発光性材料の塗布処理を行うか、或いは発光性のフィルムを貼り合わせることが考えられる。実用化には特に通常の複写による露光条件下での発光効率の良い材料の開発が課題とされる。この方式の出願は少ない。

実施例による詳細の記載はないが、光放射物質として化学蛍光剤、例えば複写機のハロゲンランプの特定紫外線により蛍光を発する性質を有するアクリル材料や光蛍光剤、或いは紫外部から近赤外部の範囲の入射光線を98%以上反射する硫酸バリウム等を用いる提案がある⁴³⁾。他の例として白色トナーを用いたものが提案されている⁴⁴⁾。紫外線発光物質として例えば無機系の燐光体を使用し、この紫外線発光物質を塗布または含浸させた用紙に白色トナーで画像を形成して原稿を作成する。この原稿はそのままでは判読は不能で、複写しても白色の状態である。情報の再現は紫外線照射の下で発光した非画像部の中に非発光体の白色トナー像を明瞭に判読することができるという発明であ

る。

2.7 光吸収方式

この方式は画像部、非画像部共に露光による光を吸収して複写物が全面が黒色となるもので、現象は着色方式と同様であるが、この方式では用紙は染顔料で着色されていないのが特徴である。着色方式と比較して用紙が無色又は淡色であり判読性も優れ好ましい複写防止方式であるが、現実には無色の状態で露光による光を効率良く吸収する材料の探索が難しくこの方式の出願も少ない。

作用についての理論的根拠は不明としながらも照射光吸収材料として粒子径 $0.7\mu\text{m}$ 以下の酸化チタン微粒子および/または粒子径 $10\mu\text{m}$ 以下の赤外線吸収性ガラス微粒子を用いた提案がされている⁴⁵⁾。酸化チタン微粒子はルチル型の半透明または透明な酸化チタンが好ましく、赤外線吸収性ガラス微粒子は金属酸化物を含有したガラス微粒子で肉眼では殆ど白色又は淡色でありながら複写すると黒色に着色された複写物が得られるというものである。

光吸収剤として、例えば図12の構造式で表わされるハロゲンコンプレックスを用いた提案もある⁴⁶⁾。記載によればこのものは安価、無毒であり、原稿の表面にコーティングすることによってその原稿を複写不可能な複写防止文書とすることができ、スタンプインキのように部分的にコーティングすることもできる。

2.8 複写防止インキ、トナーを用いる方式

この方式は特殊なインキ、トナーにより画像を形成させた複写防止方式であり、複写防止用紙とは異なるが、特に原稿作成、あるいは印刷インキ、トナーとしての用途がある。一般に用紙は加工されていないために通常の印刷物と同様に原稿は読みやすい。

作用は特定波長分光吸収、発光、フォトクロミズム、サーモクロミズム等の特性を利用した提案が多い。複写機光源の分光特性と感光体の分光感度特性から選定された分光反射率特性を有するトナーを用いるもの⁴⁷⁾、感光体の有感波長と関連して白色に複写されるように発光する特定の蛍光物質を含有させたもの⁴⁸⁾、特定の

X: ハロゲン
R₁, R₂: アルキル基

図 12 ハロゲンコンプレックス光吸収剤⁴⁶⁾

蛍光体、例えば紫外部発光蛍光体 ($\text{BaSi}_2\text{O}_5 \cdot \text{Pb}$, $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{Eu}$ 等) 又は赤外部発光蛍光体 ($(\text{Sr}, \text{Mg}, \text{Ba})_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Sn}$) を含有させたトナーを用いるもの⁴⁹⁾や露光時の温度で消色するインキ、トナーを用いるものとしてはサーモクロミック材料に無色のロイコ系染料と顕色剤との組み合わせによる可逆性熱変色材料を用いた出願が数社からなされている⁵⁰⁾。これらは通常の環境下では支障なく読めるが、複写の際の熱により消えて複写はできなくなり常温に戻せば再び画像が現われるもので熱変色方式と同様に発色温度の確保が課題である。波長 400 nm 以下の光を吸収する紫外線吸収剤 (例えばサリチル酸フェニル系、ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系) を含有する透明トナーが提案されている⁵¹⁾。通常は画像は判読できないため複写されないが、ジアゾ感光紙上に複写することにより可視像化することができるというものである。

着色剤が蛍光黄色染料で着色され、400～500 nm の波長範囲において吸収ピークを示し、且つ反射率が 70% 以上である着色球状粒子を含有するインキ組成物の提案がある⁵²⁾。これは入射光が再帰反射するために基紙と文字との反射率は接近し、その結果、複写不能となるが、肉眼では黄色蛍光により判別を容易にしたものである。

ブルー系の色のインキ、ペンシルが複写されない筆記具として市販されている。イエローの蛍光ペンでもアンダーラインのマーキングを行った書類を複写してもアンダーラインの部分は複写されないが、これらは濃度も低く色も限られるために通常の書類の印字用としての使用には向かない。

最近、カナダから用紙とインキの組み合わせによる複写防止用品が発売された。無色の特殊な用紙に印字した原稿の複写防止したい部分を無色の特殊インキの筆記具でなぞると赤褐色に発色し、このものを複写すると発色部分は黒く複写されてしまう。材料は無色のロイコ系染料を塗布した用紙とそれを発色させるための顕色剤溶液の無色のインキからなっている。

マーキングにより発色した部分の判読性および複写防止性は着色方式と同程度である。

2.9 複写装置と連動させた方式 (センサー検知方式)

この方式の代表的なものは原稿の特定部分を複写機側のセンサーで検知して複写の作動を停止させるもので検知の方法として多くの出願がされている。

この方式は複写防止用紙と複写機との組み合わせによるために、複写防止機能の発現は特定の用紙と特定の複写機に限られることから汎用性には乏しいが、或

る限られたエリア、例えば特定のオフィス、建物、敷地内等では効果が大きい防止手段と言える。

主な検知用材料として次のものがある。

- ① 磁気材料⁵³⁾
- ② 金属材料⁵⁴⁾
- ③ 赤外線吸収剤⁵⁵⁾
- ④ 紫外線吸収剤⁵⁶⁾
- ⑤ 蛍光材料⁵⁷⁾

用紙の構成は検知材料を用紙全面に塗布したもの、積層状にしたもの、用紙の特定部分に設けたもの等があるが、マークのように特定部分にのみ設けた場合には部分的に複写される危険がある。

制御方法としては検知材料からの識別情報を読み取って複写機能を停止させるものの出願が多いが、所定の識別情報のみ複写機能を開始させるもの⁵⁸⁾、識別情報を検知し警報を発するもの⁵⁹⁾等がある。図 13 に検知用材料に金属を用いたこの方式のシステムの 1 例を示す。シート 1 の裏面がアルミニウム等の薄い蒸着層 2 で構成され、この用紙で作成した原稿 3 はコンタ

図 13 センサー検知方式 (特開昭 60-19170)⁵⁴⁾

図 14 複写制御方式フロー (特開平 1-285977)⁶¹⁾

トガラス 4 上で複写機側の近接検出器 5 により金属の有無が確認され複写動作を制御するものである。この他にマイクロ波減衰特性を検出するもの⁶⁰⁾、高精度のカラー複写機の普及により、特に紙幣、有価証券等のカラー複写防止用として画像データ読み取り手段、判断手段等をそなえたカラー複写装置の出願もなされている⁶¹⁾。図 14 にこの発明の制御方式のフローを示す。

2.10 その他の方式

偏光性の着色層を有するシートを用いて着色層と同一又は類似の色調で記録し、特定の偏光フィルターを重ねて見ることによって着色層は淡色となり情報が再現されるもの⁶²⁾、どの角度からも偏光方向がランダムになるように偏光体を用紙と複写機側に設け、原稿は判読できるが複写すると偏光によって判読不能となるもの⁶³⁾、干渉縞が生じるように配設された線材群を有するもの⁶⁴⁾、角度によって色が変わって見える光干渉フィルムを設けたもの⁶⁵⁾、記録面の上に凹凸状の 2 枚のフィルムを重ねて接着することにより、反射で記録は判読されないが、凹凸の間に液体を入れて可視化を可能とするもの⁶⁶⁾、光を吸収して発熱性のない黒色用紙に黒色トナーで原稿を作成し、可視化は感熱孔版印刷により行うもの⁶⁷⁾、原稿に複写機の光源の焦点が合わないようプレートを設けて、コンタクトガラス面へ正しくセットできない特定の原稿としたもの⁶⁸⁾等が出願されている。

3. 現状と将来動向

1985 年頃からカナダの Nocopi 社から複写防止用紙として“Nocopi Paper”が Pulp & Paper 等に紹介され関心を集めてきた⁶⁹⁾。Nocopi International Inc. が特許⁷⁰⁾を持つこの複写防止用紙は抄紙の過程でピーター中でパルプに開発した特殊な染料を混合して紙に抄きこんだ赤褐色の着色方式による複写防止用紙で、機密性に応じて 3 つのレベル 5 種類の製品があり機密性の最も高い“WordSafe Scrambler”は濃色で、さらに地紋印刷が施されている。着色と地紋印刷のために作成した原稿の判読性は悪く特殊紙の感じは強い。用紙の製造は Hammermill Paper Co.'s Erie, Pa., mill, Wausau Paper Mills Co., Brokaw, Wis. で行われ、染料の供給は Bayer AG のディビジョン Mobay Chemicals、地紋印刷は別会社で行っており、1986 年発売時点では小売価格 4~25 円/枚で年 8,000 億枚と予想される全世界のコピーペーパー市場の 0.5~1.0% を目標に置いていたが約 3 年間で 2.5 億枚を販売した模様である。複写もファクシミリ送信も不可能ということで政府・官公庁、軍、保険会社、銀行、一般企業、

学校関係等の市場に、用途もコンピュータゲームマニュアル、コストシート、ビデオショップバーコード、大学の成績表等の用途にまで広範囲な市場に、特に米国のシリコンバレーや欧州で着実に安定した市場を伸ばしているようである。代理店の話では最初に出した製品はブドー酒色で反射率も低く読みにくく、タイプライターなどで印字するとへこんで複写されやすくなったりするが、多少の読みにくさは我慢して使用しているようである。改良品として上市を計画している読みやすい“イエローシート”は現在の製品とは全く異なる方式のものでコーティングにより製造し、通常は淡色で複写時に着色して複写物は全面黒色で判読できなくなり 原稿は 20 分で元の状態に戻り室内光、太陽光の下では着色しないということであり、フォトクロミック材料を用いたものと見られるがサンプルは入手出来ていないのでどの程度の性能か不明である。価格は 4 円/枚になるだろうとのことである。

国内での参入メーカーはキソ化成産業、細川活版所、凸版印刷、大日本印刷、富士ゼロックス等数社があり、偽造防止用紙を除くと実用化されている複写防止用紙は着色方式および鏡面反射方式（フィルム）が主で、昭和 63 年に調査した市場規模は図 15 に示した結果であった。

用途は各社共一般企業に於ける社内機密文書用が 90% 近くを占め次が官公庁関係となっている。

偽造防止用紙を含めた主な製品別の用途は次のようである。

偽造防止用紙

印鑑証明、住民票、証券印刷

複写防止用紙

一般企業機密文書（設計図、販売情報、仕様書）

官公庁機密文書、出版物

図 15 複写防止用紙国内販売数量

複写防止フィルム

機密文書の全面又は部分的隠蔽

複写防止インキ、トナー

機密文書、出版物（学術書、参考書、楽譜）

機密文書の部分的隠蔽

各社共に理想とする複写防止用紙は地色は白色で複写すると黒くなって読めない紙を考えているが、複写防止用紙としての要求項目を列举すると

- ① 原稿の文字が読みやすい
- ② 複写した文字が判読できない
- ③ 容易には再複写の手段がない
- ④ 原稿の作成、使用操作が容易
- ⑤ 普通紙並の取扱い感触
- ⑥ 複写機の制約がない
- ⑦ 複写条件の制約がない
- ⑧ 経時劣化がない
- ⑨ 価格が安い

等で技術課題として解決の困難な項目も多いが、現在は①及び②の原稿の読みやすさと複写防止性能が最重要課題となっている。

方式別に見て技術的に新たな展開がない限り各社共、今後も複写防止方式は着色複写防止用紙、鏡面反射複写防止フィルム及び複写防止インキ、トナーの改良、開発を考えているようである。

着色複写防止用紙は複写防止機能を落とさずに着色を少なくし、原稿が読みやすくなれば市場の拡大が望めるために特に改良に注力しているが、メーカー各社が大いに期待している出版物の違法複写を問題にしている出版業界では文字が見にくいこと、複写防止性能が不十分であること、価格が高いこと、複写防止効果をなくす機械が必ず出現する等により現在はあまり過大の期待はしていないようである。

現在、実用化されている製品は各社共に満足のものではなく、汎用性に乏しいもので、今後かなり改良しなければユーザーの期待には応えられないと思われる。

鏡面反射複写防止フィルムは原稿の全面又は一部に貼って使用するため原稿の文字が見にくく、高価であり、大量に使う再複写防止用や印刷用には使用されないために大幅な伸びは期待出来ない。特徴を生かして機密文書の部分隠蔽の用途が有望であろう。最近発表された複写防止用紙⁷¹⁾は表面はアルミ蒸着と特殊な顔料の2層構造で、その上に印刷可能な表面に樹脂加工処理が施され、複写用紙としても使用出来、フィルムの欠点を改善したものと思われる。

複写防止インキ、トナーは印刷インキ並の特性に近

い複写防止インキが開発されれば印刷業界を中心にかなり大きな市場が形成される可能性は大きい。要求品質を満足させるには特殊な材料及び構成の開発に時間を要するものと考えられる。

各方式別に技術課題について整理した結果を表1に示した。

4. おわりに

複写による文書偽造、機密情報の漏洩や出版物等の違法複写問題により複写防止に対する関心が高まっているが、本稿では複写防止用紙を中心に主に特許情報から技術の動向及び現状について概観してきた。

現在、可視記録情報はその殆ど全てが一般に普及している複写機で複写可能となっており、複写防止に関する方式には様々な提案がなされているが、中には理論的に困難なもの、実用性の乏しいと思われるもの等もあり、現実には市場に出ているものは少なく、また複写防止機能は十分とは言えない。さらに複写方式の多様化、カラー化、デジタル化、多機能化の技術開発も著しく、新複写プロセスの開発も盛んに進められており、複写防止技術は複写技術の進歩に追いつけず、現在ユーザーの期待に応え得る複写防止方式は見当たらないのが実情である。

着色防止は機密文書を着色することによって重要書類であることを識別認識させ、機密書類の取扱いに対する注意を喚起し、一方不正複写を牽制する価値があると言うメーカーもあるが、これは複写防止技術の難しさを物語っているとも言えよう。企業からの機密書類漏洩防止の要望や出版業界からの原本複製厳禁の声が頻繁に聞かれるようになってからかなりの年月が経過している。投稿中にも機密資料を複写して盗み出し数社に売り込んでいた疑いで逮捕された機密文書流出事件が報じられた⁷²⁾。

機密保持、違法複写に対するニーズは高く非常に大きな市場が期待され、複写防止についての多くの提案がなされてきたが、ユーザーの望んでいる複写防止用紙は技術的には現在の技術の延長では非常に難しく、どのように技術のブレイクスルーをするかが大きな課題となっている。

一方、ユーザー側の複写防止用紙の使われ方も様々で、例えば再複写防止用紙の場合には機密書類を持ち出さずに、その場にある複写機で複写して書類は元の場所に戻し複写物を持ち出す場合の対策や機密会議資料の再複写を防ぐ場合が多く、また印刷業界での書籍に対する複写防止の場合には、広範囲での複写防止対策が要求される。現在文書作成及び複写、プリントの

表 1 複写防止方式別技術課題

方 式	特 徴	課 題	対 策 案
(用紙) 地紋印刷方式	偽造防止 違法複写警告	複写防止性 原稿判読性	他方式との組み合わせ 偽造防止用途向け 違法複写警告用途向け
着色方式	汎用性 識別管理 低コスト	原稿判読性 濃着色 (複写防止性)	他方式との組み合わせ 最適色素設計
鏡面反射方式 (フィルム)	フィルム 透明性 部分防止	原稿判読性 用途限定 コスト	他方式との組み合わせ 特殊用途向け
光発色方式	原稿判読性	発色光感度 発色濃度 判読時の発色	特定波長域応答性材料 黒発色材料 (難度大)
熱発色方式	原稿判読性	発色熱源 発色応答速度 判読時の発色	発色温度保持複写機
光発光方式	原稿判読性	露光時発光強度 複写防止性 全面均一発光	強発光材料設計 (難度大)
光吸収方式	原稿判読性	光吸収強度 複写防止性 全面均一吸収	光吸収性無色材料設計 (難度大)
(インキ) フィットクロミック方式	原稿判読性 普通紙	消色感度 印字安定性 コスト	特定波長域応答性材料
サーモクロミック方式	原稿判読性 普通紙	消色熱源 消色応答速度 印字安定性	消色温度保持複写機
(装置) センサー検知方式	原稿判読性 複写防止性 デジタル対応	特定複写機 使用範囲限定 市場機対策	特定用途向け

デジタル化によりソフト側からのセキュリティ対策も進められており、今後複写防止方式、材料等の再検討による技術的なアプローチとともにマーケティングによる特定の目的、用途、分野に応じた対応が必要となるものとする。

引用文献

- 1) 特開昭 52-76117 凸版印刷
- 2) 特開昭 60-79991 細川活版所
実開昭 61-122869 細川活版所
実開昭 61-138563 細川活版所
- 3) 特開昭 60-87380 細川活版所
特開昭 61-10482 富士ゼロックス

- 特開昭 61-89085 富士ゼロックス
特開昭 62-170964 細川活版所
4) 特開昭 58-38188 細川活版所
特開昭 61-95993 アムテック
特開昭 63-256980 細川活版所
5) 特開昭 54-118822 凸版印刷
特開昭 57-20395 細川活版所
実開昭 61-28675 細川活版所
6) 特開平 1-167870 大日本印刷
7) 特開平 3-152583 キソ化成産業
8) 特開平 2-29679 大日本印刷
9) 特開昭 2-81698 細川活版所
10) 特開昭 54-52538 富士ゼロックス
特開昭 60-244588 奈良和裕
特開平 1-214887 谷口インキ
11) 特開昭 63-301081 巴川製紙所
12) 特開昭 51-16030 並木啓志
13) 特開平 1-263686 大日精化工業
14) 特開昭 61-5996 細川活版所
特開昭 63-139797 細川活版所
15) 特開昭 62-296154 赤司泰三
16) 特開昭 62-177076 東洋インキ
17) 特開昭 61-130083 東洋インキ
18) 特開昭 58-158674 アゾナ
19) 特開昭 63-314583 ノーコピーインターナショナル
20) 特開昭 63-71875 キソ化成産業
(特開昭 64-42678)
21) 特開昭 63-87297 細川活版所
22) 特開昭 63-256980 細川活版所
(公告 平 1-54706)
23) 特開昭 59-174870 ノーマンエーガードナー
24) 特開昭 60-48065 細川活版所
特開昭 61-23187 キソ化成産業
特開昭 61-86282 モダンプラスチック工業
特開平 2-220087 オカモト
25) 特開昭 53-166935 リコー
(公告 昭 57-42698)
26) 特開昭 55-96973 与那原好宏
実開昭 58-138670 凸版印刷
特開昭 60-191283 凸版印刷
特開昭 62-199899 大日本印刷
実開平 1-85761 三田工業
27) 特開昭 61-35985 大日精化工業
28) 実開昭 58-168754 細川活版所
実開平 1-85762 細川活版所
29) 特開昭 61-219637 三菱重工業
30) 特開昭 62-176874 尾池工業所
特開平 1-138567 三田工業
実開平 1-176846~56 三田工業
実開平 2-7654~58 三田工業
特開平 4-50887 大日本印刷
31) 特開昭 53-83831 アロパーティシペーション
実開昭 58-101775 小林保一
32) 実開昭 55-65652 与那原好宏
33) 特開昭 60-262690 第一交商
34) 特開昭 56-99358 リコー
特開昭 60-225782 奈良和裕
35) 特開昭 62-94882 リコー
36) 特開昭 60-13598 尾池工業所
37) 特開昭 63-17462 エフエスケイ
38) 実開昭 59-77101 凸版印刷
39) 特開昭 55-38513 与那原好宏
40) 特開昭 64-90480 S. A. VICAT (仏)
41) 特開平 2-28683 ミノルタカメラ
42) 特開平 3-224788 リコー
特開平 3-231888 リコー
43) 特開昭 63-311374 セキュリティ・タグ・システムズ (米)
44) 特開平 2-23383 ジャパンメタリック
45) 特開昭 63-254482 谷口インキ
46) 特開昭 64-73376 シャープ
47) 特開昭 57-122460 富士ゼロックス
48) 特開昭 58-14842 巴川製紙所
49) 特開昭 63-311265 コニカ
50) 実開昭 60-117183 パイロットインキ
特開昭 62-14163 富士ゼロックス
特開昭 63-8780 東洋紙業
特開平 1-154162 巴川製紙所
51) 特開平 1-259374 三田工業
52) 特開平 1-201382 大日精化工業
53) 特開昭 56-126844 東京磁気印刷
特開昭 59-93465 富士ゼロックス
54) 特開昭 59-23361 富士ゼロックス
特開昭 60-4964 富士ゼロックス
特開昭 60-19170 富士ゼロックス
実開昭 60-28760 山陽国策パルプ
実開昭 60-28761 山陽国策パルプ
実開昭 62-188782 富士ゼロックス
55) 特開昭 59-9681 富士ゼロックス
特開昭 60-8880 富士ゼロックス
56) 特開昭 60-8878 富士ゼロックス

57) 特開昭 58-184967 リコー
特開昭 59-135451 リコー	69) Pulp & Paper Aug, 33 (1985)
Business Week industrial Edition Jun, 10, 110 g
(1985)
58) 特開昭 54-36731 キヤノン	Globe & Mail Report on Business March, 29,
sec B 3 (1986)
59) 特開昭 60-8879 富士ゼロックス	Pulp & Paper Feb, 33 (1987)
60) 特開昭 60-49379 富士ゼロックス	Pulp & Paper Week Aug, 15 (1988)
61) 特開平 1-285977 キヤノン
特開平 1-285978 キヤノン	Pulp & Paper April, 175 (1989)
62) 特開昭 62-23777 大日本印刷	70) USP 4522492 (1985)
63) 特開昭 64-4784 巴川製紙所	USP 4632429 (1986)
64) 実開平 1-85760 三田工業	USP 4867481 (1989)
65) 特開平 1-155381 リパテクエスタブリスマン (ス
イス)	71) 日本経済新聞 1991 年 8 月 28 日号
特開平 4-60573 キソ化成産業
特開平 3-254997 東レ
66) 特開昭 64-10284 スリーエステクノロジーズ (オ
ランダ)	72) 日本経済新聞 1991 年 11 月 29 日号
67) 特開昭 63-246752 三田工業	
68) 特開昭 59-125771 富士ゼロックス	
-