

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-42407
(P2010-42407A)

(43) 公開日 平成22年2月25日 (2010.2.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B05D 3/14 (2006.01)	B05D 3/14	4D075
B05D 7/04 (2006.01)	B05D 7/04	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2009-188235 (P2009-188235)	(71) 出願人	502151820 ジェイディーエス ユニフェイズ コーポレーション JDS Uniphase Corporation アメリカ合衆国 95035 カリフォルニア州 ミルピータス エヌ. マッカーシーブルヴァード 430 430 N. McCarthy Boulevard, Milpitas, California, 95035, USA
(22) 出願日	平成21年8月17日 (2009.8.17)	(74) 代理人	100090583 弁理士 田中 清
(31) 優先権主張番号	61/089, 702		
(32) 優先日	平成20年8月18日 (2008.8.18)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁性プレートレットの2軸アライメント

(57) 【要約】

【課題】縦型ウェブによって支持される複数の配向可能な非球形フレークを平坦化する方法を提供する。

【解決手段】磁場により配向可能な非球形フレークのコーティングを支持するウェブが、磁石の間に配置され、したがって磁石による磁場がウェブを横切る。搬送路の一方側に第1および第3の磁石を設け、第1と第3の磁石の間で搬送路の他方側に第2の磁石を設ける。第1および第3の磁石は、同じ極性を有し、第2の磁石は、第1および第3の磁石に対して相補的な極性を有し、したがって、搬送路をカバーする第1の磁場が、第1と第2の磁石の間に存在し、搬送路をカバーする第2の磁場が、第2と第3の磁石の間に存在する。搬送路に沿って移動する、磁場によって配向可能な複数の非球形のフレークが、ウェブと磁石の間の相対的な移動中に第2の磁石を通過するとき、第1の回転を行うように、磁石は配置される。次いで、ウェブを、磁石を通る磁場中を移動させ、その後、コーティングを硬化させる。

【選択図】 図5

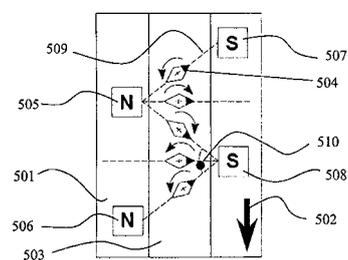


Fig. 5

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

縦型ウェブによって支持される複数の配向可能な非球形フレークを平坦化する方法であって、

a) 磁場により配向可能な非球形フレークのコーティングを支持するウェブを設けるステップと、

b) 搬送路の第 1 の側に第 1 および第 3 の磁石を設け、前記第 1 および第 3 の磁石の間で前記搬送路の第 2 の反対側に第 2 の磁石を設けるステップであって、前記第 1 および第 3 の磁石は、同じ極性を有し、前記第 2 の磁石は、前記第 1 および第 3 の磁石に対して相補的な極性を有し、したがって前記搬送路をカバーする第 1 の磁場が、前記第 1 と第 2 の磁石の間に存在し、前記搬送路をカバーする第 2 の磁場が、前記第 2 と第 3 の磁石の間に存在し、前記搬送路に沿って移動する、磁場によって配向可能な複数の非球形のフレークが、前記ウェブと前記磁石間での相対的な移動中に前記第 2 の磁石を通過するとき、第 1 の回転を行うように、前記磁石が配置される、ステップと、

c) 前記フレークを支持する前記ウェブと、2 対の相補的誘引磁石を形成する前記磁石との中の少なくとも一方を相対的に移動させるステップとを含む、方法。

10

【請求項 2】

前記ステップ (c) は、前記搬送路に沿って前記ウェブを移動させるステップを含み、前記搬送路は、ラインによって画定される、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

ステップ (c) は、前記搬送路に沿って前記磁石を移動させるステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

ステップ (c) は、前記搬送路に沿って前記フレークおよび前記磁石を移動させるステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 の磁場および前記第 2 の磁場は、前記ウェブに対して実質的に平行である第 1 および第 2 の磁場ラインをそれぞれ有し、

前記第 1 の磁場ラインは、前記搬送路に対して第 1 の角度で前記ウェブを横切り、

前記第 2 の磁場ラインは、前記搬送路に対して第 2 の角度で前記ウェブを横切り、

前記第 1 および第 2 の磁場ラインは、互いに対して平行でなく、前記搬送路に対して直交しない、請求項 2 に記載の方法。

30

【請求項 6】

第 1、第 2 および第 3 の磁石を設ける前記ステップは、前記第 2 の磁石と同じ前記搬送路の側に配置される第 4 の磁石を少なくとも設けるステップも含み、

前記第 3 と第 4 の磁石の間の第 3 の磁場が、前記搬送路を横切り、

前記第 4 の磁石の極性が、前記搬送路を横切る磁場ラインを発生するために、前記第 2 の磁石の極性と同じであって、前記第 3 の磁石の極性に対して相補的であり、

前記ウェブまたは前記磁石が移動しているとき、前記搬送路に沿って移動する、磁場によって配向可能な複数の非球形のフレークが、前記第 3 の磁石を通過する際別の回転を行うように、前記磁石が配置される、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 7】

前記第 1 および第 3 の磁石は、第 1 の回転可能なホイールに埋め込まれ、または支持され、

前記第 2 の磁石は、第 2 の回転可能なホイールに埋め込まれ、または支持され、

前記搬送路は、前記第 1 と第 2 のホイールの間の領域と一致する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

第 1 の磁場が、前記第 1 と第 2 の磁石の間に存在し、

第 2 の磁場が、前記第 2 と第 3 の磁石の間に存在し、

50

前記第 1 および第 2 の磁場は、前記搬送路およびウェブ移動方向を横切る、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 9】

前記フレークは、サイズが 2 から 100 ミクロンの範囲内である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 10】

前記フレークのサイズは、20%より大きくは変化しない、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記フレークは、予め決められたサイズおよび形状のものである、請求項 10 に記載の方法。

10

【請求項 12】

前記第 1、第 2 および第 3 の磁石は、永久磁石である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 13】

縦型ウェブによって支持される複数の配向可能な非球形フレークを平坦化する方法であって、

a) 磁場により配向可能な非球形フレークのコーティングを支持するウェブを搬送路に沿って設けるステップと、

b) 前記搬送路の一方側に第 1 の複数の磁石を設け、前記搬送路の反対側に第 2 の複数の磁石を設けるステップであって、前記第 1 の複数の磁石および前記第 2 の複数の磁石は、ジグザグ構成で配置され、したがって、それらは、前記搬送路に沿って互いに直接向かい合わず、前記第 1 の複数の磁石および前記第 2 の複数の磁石は、前記搬送路の傍らに異なる位置で配置され、前記搬送路に向かって反対の極性を有した磁石の複数の対を形成し、したがって、各対が相補的極性を有し、それによって、前記搬送路を横切る磁場が得られ、前記搬送路に沿って移動する、磁場によって配向可能な複数の非球形のフレークが、前記ウェブに沿って前記磁石を通過するとき、複数の回転を行うように、前記磁石が配置される、ステップと、

20

c) 前記フレークを支持する前記ウェブと、相補的な誘引磁石の対を形成する前記磁石とのうちの少なくとも一方を相対的に移動させるステップとを含む、方法。

【請求項 14】

磁石の隣接した対は、両方の対に対して共通の磁石を有する、請求項 13 に記載の方法

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

インク・ビヒクル中に分散され、支持体の表面上に印刷された顔料粒子は、入射光の反射率が、高い、または低いことがある。この反射率は、いくつかの異なるファクタによって決まる。顔料粒子の固有の光学特性は、反射性にかなり影響を及ぼす。高反射性の「金属性の」顔料は、アルミニウムまたは他の高反射性金属から主に構成されたフレーク形状の粒子である。金属性「効果」は、粒子のサイズおよび形状から主になる異なる個々の特性の相互作用、さらに顔料のリーフィング (leafing) またはノンリーフィング (non-leafing) 挙動によって獲得される。

40

【背景技術】

【0002】

リーフィングまたはノンリーフィング特性は、「浮く」という顔料粒子の能力によって決まる顔料の特性である。リーフィング顔料は、高界面張力の結果として、印刷インク・フィルムの表面上に浮く。この顔料は、その反射特性が粒子の粉末度によって決まる、干渉性の表面フィルムを形成する。ノンリーフィング顔料は、結合剤によって完全に湿潤状態にされ、塗り厚さ全体にわたって一様に分布している。リーフィングは、G. Buxbaum 著、「Industrial Inorganic Pigments」、Wiley-VCH、ISBN 3-527-28878-3、1998年、229 頁に記載されている。リーフィング顔料およびノンリーフィング顔料は、互いに異なって

50

振る舞うので、極めて異なる外観をもたらす。たとえば、リーフィング・アルミニウム顔料の粒子は、フィルムの表面全体にわたってより一様に分布することになり、クロムメッキを施したような仕上がりが得られることになる。

【 0 0 0 3 】

「リーフィング」顔料粒子を製造する通常の方法は、Ackerman他の名義による米国特許第 6 , 3 7 9 , 8 0 4 号に記載されているように、様々な潤滑剤の存在の下での顔料のボール・ミルによる方法である。この目的のために、ステアリン酸が通常使用される。この酸は、顔料の表面から液体のインクまたは塗料のビヒクルをはじき、空気とインク表面の間の界面の方向に粒子を押し付ける。その結果、プレートレットが印刷物の表面に浮かび、ミラーのような外観を示す。しかし、この方法の欠点は、摩耗抵抗が減少することである。そのような「リーフィング」粒子を含んだ印刷物は、その摩耗に対する抵抗が小さい、というのは、この酸が、フレークの表面へのインク・ビヒクルの付着を阻むからである。

10

【 0 0 0 4 】

ノンリーフィング粒子を用いて印刷された画像は、「リーフィング」顔料とは大きく違い、滑らかなミラーのような外観を有さない。その代り、画像は、斑点がある「きらめくような」仕上がりを有する。他方では、これらの印刷画像は、摩耗抵抗が極めて良好である。というのは、インク・ビヒクルが、改質されない顔料粒子の表面との強力な接着剤を形成するからである。リーフィング粒子と同様に、インク表面に対して平行でインク層中に分布されたノンリーフィング顔料粒子を用いて印刷された高反射性画像を作り上げることは、有利なことになるはずである。

20

【 0 0 0 5 】

外部からの作用によってインク層中の粒子を配向することが可能である。たとえば、Pratt他の名義による米国特許第 2 , 4 1 8 , 4 7 9 号には、はけ塗り、またはへら塗りによる光輝金属塗料フィルムの製造が言及されている。

【 0 0 0 6 】

Prattは、米国特許第 2 , 4 1 8 , 4 7 9 号で、リーフィングのような特性を有した粒子を、磁場を印加した中で粒子をアライメントさせることによって製作する方法も開示している。この応用のために使用される粒子は、磁性を有する必要がある、反射性であることが好ましい。液体インク中に分散され、支持体の表面上に被覆され、外部からの磁場に晒された粒子は、磁場のラインに沿ったそれらの容易軸にアライメントする傾向がある。粒子の位置は、粒子の配向後に結合剤の硬化によって固定される。材料科学では、用語「容易軸」は、強磁性体中の自発磁化のエネルギー的に好都合な方向を言う。この軸は、磁気結晶異方性や形状異方性を含んだ様々なファクタによって決められる。容易軸に沿った2つの反対方向は、通常同等であり、実際の磁化方向は、それらのどちらかになり得る。

30

【 0 0 0 7 】

支持体の表面上の有機結合剤の層中に分散され、外部からの磁場中に晒された磁性粒子のアライメントは、多くの書籍および特許、たとえばC. Denis Mee著、「Magnetic Recording」、McGraw-Hill Book Company、ISBN 0-07-041271-5、Volume 1、164頁やFinn Jorgensen著、「The Complete Handbook of Magnetic Recording」、TAB Professional and Reference Books、ISBN 0-8306-1979-8、1988年に記載されている。

40

【 0 0 0 8 】

C. D. Meeは、ウェブ移動方向に対して平行に磁場を印加することによる、記録媒体中の粒子のアライメントを述べている。永久磁石回路の磁極片の好ましい構成は、これまでウェブの両側に反対極を置く構成であり、それは、中心面上に垂直磁場成分を有さない。この著者は、また、ウェブ方向に沿った磁性粒子の配向のための様々な磁気デバイスを述べた。しかし、支持体の表面に対するこれらのデバイスによる粒子のアライメントには、特殊な共通の特徴がある。参考文献には、テープに記録するために、ウェブ方向に沿った粒子の容易軸に、粒子をアライメントさせることがはっきりと述べられている。

【 0 0 0 9 】

50

記録媒体に使用される磁性材料の大部分は、ワイヤーまたは針と同様の形状など、2つの他の寸法よりはるかに大きい1つの寸法を有した準一次元のものである。図1aに示すように、プレートレット101のように形作られた粒子は、XおよびY軸の寸法がZ軸の寸法より実質的に大きく、それらの寸法の縦横比が大きいので、2次元(XY)の物体として見なすことができる。プレートレットが、磁場によって誘導されたとき、プレートレットは、その双極子ベクトルが外部磁場と平行でないときはいつでも、磁気トルクを受ける。磁気トルクが存在すると、粒子が、外部磁場の磁気ライン102の方向に沿ったその容易軸と一致するように回転することになり、プレートレットの双極子ベクトルは、磁場ベクトルに対して平行になる。粒子は、磁場が除去されるまで、回転せず、この位置で安定した状態になる。言い換えると、粒子は、図1aに示すように、その最長の対角線と一致するように配向された状態になり、それは、より大きい寸法、たとえば座標Xと見なすことができ、印加磁場のラインと平行である。

10

【0010】

しかし、第2の寸法Yは、支持体に対して常に平行であるとは限らない。実際、それは、あるわずかな角度で印加磁場の方向に対して常に傾いていることがわかった。このわずかな傾きは、記録媒体の全体性能に対して、非常に重要ではない。しかし、それは、様々な支持体上に耐久性のある高反射性のコーティングを製作するために、塗装および印刷産業では、極めて重要になる。

【0011】

反射性フレーク材料を用いて光輝コーティングを製造する試みが、何十年もの間にわたって行われてきた。Pratt他は、光輝コーティングを製作するための金属性フレーク顔料を配向するプロセスを1947年に米国特許第2,418,479号で開示した。強磁性フレークなど、塗装フィルム中の顔料は、磁場への反応によって単一の平面的な表面上に配置される。物品表面およびフレークの両方は、磁場の方向に位置付けられる。この方法では、フィルムが堆積される物品表面が、磁極間に位置し、したがって、粒子の長い、またはより大きい寸法のそれぞれが、コンパスの針がなるように、磁場方向に沿って自己アライメントすることになる。Pratt他は、強磁性フレークを含んだ湿ったフィルムを磁場の作用に委ね、フィルムが乾燥するまで、短い時間間隔で平行から垂直に変化させられるフィルムと磁場の間の方向角に対して位置付けるステップを含む方法を開示している。フィルムと磁場の間の方向変化は、フィルムの回転によって、または磁場の平面的な回転によって実施することができる。この特許に記載された電磁気システムは、回転磁場を発生し、それによって、フレークが、5から10Hzの周波数でその方向を変化させることを可能にする。磁場は、その方向が90°変化する。セットの1つ中の磁石は、中空であり、支持体は、予め決められた速度でこれらの中空磁石上の中心を連続的に通過させた。

20

30

【0012】

米国特許第2,418,479号に開示されたPrattの発明は、いくつかの欠点を有する技術分野において進歩をもたらした。Prattの方法の使用は、物品の大きな表面には実行することができない。というのは、磁場強さは、極めて大きくする必要があり、構築するには難しく費用がかかることになるからである。さらに、述べられたそのような方法は、湾曲した、または複雑に形作られた平面的でない物品表面上のフィルムまたはコーティング中に配置されたフレークの大部分を配向するには動作しないはずである。そのような表面の1つの例は、ガス・タービン・エンジンなどの発電装置の環状または翼の形に作られた構成部品である。

40

【0013】

James Pengは、Eastman Kodak社に譲渡され、1989年に公表された米国特許第4,859,495号に、任意の所与の方向に配向された磁性粒子を有した磁気記録フィルムを製作する方法を開示しており、その方法は、磁性塗料を支持体に塗布するステップと、固定されていない条件下で磁性塗料を含んだ支持体を、所与の方向に対して垂直な平面上だけに位置する磁気成分を有した回転磁場にかけるステップと、磁性塗料を凝固させるステップとを含む。フレークの配向は、分散された磁性フレークを含んだ、移動ウェブの表

50

面上に被覆された有機結合剤の層中で行われる。一磁気システムでは、4個のヘルムホルツ・コイルが述べられている。第2の実施形態では、磁性塗料層が、流動的な条件下で、支持体上で速い速度で移動している間、Z軸成分がない回転磁場のためのシステムが述べられている。この実施形態は、非常に広い幅、たとえば幅が30インチまで、さらには50インチまでの磁性媒体を製作するのに適切である。というのは、それは、ヘルムホルツ・コイルの実施形態と同じようには限定されないからである。この実施形態では、移動ウェブの上側および下側に配置された、たとえば銅プレートなどの2個の導電性プレートが利用される。移動ウェブの上部のプレート中の電流は、移動ウェブの幅を横切って流れる。移動ウェブの下部のプレートは、電流が、電圧源のために、移動ウェブの運動方向でプレートを流れる。2つの電流は、互いに対して位相が90°ずれている2個の電圧源によって印加され、これによって、XおよびY軸方向だけの成分を有し、ウェブの平面から、またはZ軸方向の磁気成分を有さない回転磁場が生じる。この方法も、欠点は、大きな表面の支持体に対するその実用性の欠如、大きな表面にわたる配向の一様性に関する問題、流出磁場による適切な配向の破壊、および磁場内でのUV硬化の実行可能性の欠如である。

10

20

30

40

50

【0014】

Buczek他の名義による米国特許出願US第2004/0052976号には、より大きい寸法の非球形粒子が全体的に物品表面に沿って配向され、その物品表面に対して粒子が配置される、非球形粒子のアライメントが開示されている。粒子は、流体媒体中に配置され、粒子を所定位置に固定するために、流体媒体の粘度を増加させることができ、粒子は、粒子に対して力を使用して位置付けられる。この力は、磁場からのトルク力、流体媒体の流れからの力、重力、および表面張力だけ、またはそれと重力と組み合わせた力を含む。表面の明るさ、またはそれからの反射を制御するために、コーティングおよびシートでは、より大きい寸法を有したフレークの形状の非球形金属性粒子が使われてきた。そしてフレークの相対的な配向、および物品表面に対するより大きい寸法によって、明るさまたは反射の程度が決められる。この方法は、光輝塗料コーティングを製作する上でいくらかの実用性を有しているが、たとえば100~500ft/minの速度で移動する幅広いウェブの上部上に明るい画像を印刷するという実用性が欠けている。

【0015】

粒子の磁気アライメントに関する他の米国特許は、Kashiwagi他の名義による米国特許第5,630,877号であり、彼等は、有機結合剤中に分散され、外部磁場に晒された磁性を有した粒子またはフレークのアライメントを開示している。磁氣的に形成されたパターンを有し、多様に異なる形状で明瞭な視覚認識性を有した所望のパターンを形成することができる製品を、高速で簡単な手順を使用して製造するための方法および装置が教示され、これらの方法および装置によって製造される塗装された製品が教示されている。しかし、この特許は、高速で移動する幅広のウェブの表面に対して平行なXおよびY軸成分を有した、明るいコーティングをどのように製作するかについて述べていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】米国特許第6,379,804号

【特許文献2】米国特許第2,418,479号

【特許文献3】米国特許第4,859,495号

【特許文献4】米国特許出願US第2004/0052976号

【特許文献5】米国特許第5,630,877号

【非特許文献】

【0017】

【非特許文献1】G. Buxbaum著、「Industrial Inorganic Pigments」、Wiley-VCH、ISBN 3-527-28878-3、1998年、229頁

【非特許文献2】C. Denis Mee著、「Magnetic Recording」、McGraw-Hill Book Company

、ISBN 0-07-041271-5、Volume 1、164頁

【非特許文献3】Finn Jorgensen著、「The Complete Handbook of Magnetic Recording」、TAB Professional and Reference Books、ISBN 0-8306-1979-8、1988年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明の目的は、高速で幅広の支持体上に高反射性で耐摩耗性の物品を、磁性プレートレットを含んだインクを用いて印刷するためのシステムおよび方法であって、その磁性プレートレットは、プレートレットを配向する磁場に晒され、したがって、その2つの主要な寸法が、支持体の表面に対して平行になり、それによって「リーフィングのような」明るさが得られる、システムおよび方法と、粒子の配向の方法とを提供することである。

10

【0019】

本発明の他の目的は、インク層中の磁性プレートレットのシートを形成することである。

【0020】

本発明の他の目的は、磁性色シフト性顔料を含んだインクを用いて印刷された画像中の彩度を増加させることである。

【0021】

本発明の他の目的は、「ホイルのような(foil-like)」反射率および明るさ、あるいは色移動を有したコーティングを印刷することである。

20

【0022】

本発明の他の目的は、磁性色シフト性プレートレットを含んだインクを用いて印刷されたセキュリティ印(しるし)を含んだセキュリティ文書を提供することであり、この磁性色シフト性プレートレットは、その2つの主な寸法がインクの表面に対して本質的に平行になるまで、印加された磁場中で配向され、したがってコーティングの彩度および動的な色領域が増加される。

【0023】

本発明の他の目的は、2次元連続シート中に集められた磁性プレートレットを含んだコーティングを印刷することである。

【0024】

本発明の主な目的は、物品を印刷するための方法および装置を提供することであり、その物品自体は、金属性または色シフト性磁性プレートレットを含んだインクによって平坦な支持体上に印刷され、そのプレートレットは、すべてのプレートレットが、互いと、かつインクの表面と同一平面上にあるような方法で、印加された動的な磁場中でアライメントされる。

30

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明は、反射性または色シフト性顔料を含んだインクを用いて、寸法がたとえば60インチまでの幅広で、50~300ft/minの速度で高速に移動するウェブまたは紙上に、印刷されたセキュリティ物品を提供する。

40

【0026】

本発明は、高反射性の磁性顔料フレークの配列を高速で印刷するための方法およびシステムを提供し、そのフレークは、アライメント後ウェブが高速で移動している間、ミラーのような仕上げを生成する。そのような印刷物は、インク・ビヒクル中に分散された磁性で反射性または色シフト性の顔料を利用して、作ることができる。

【0027】

本発明によれば、縦型ウェブによって支持される複数の配向可能な非球形フレークを平坦化する方法であって、

磁場により配向可能な非球形フレークのコーティングを支持するウェブを設けるステップと、

50

搬送路を画定するラインの一方側に第1および第3の磁石を設け、第1と第3の磁石の間でラインの他方側に第2の磁石を設けるステップであって、第1および第3の磁石は、ラインに向かって同じ極性を有し、第2の磁石は、ラインに向かって、第1および第3の磁石に対して相補的な極性を有し、したがってラインをカバーする第1の磁場が、第1と第2の磁石間に存在し、ラインをカバーする第2の磁場が、第2と第3の磁石の間に存在し、搬送路に沿って移動する、磁場によって配向可能な複数の非球形のフレークが、ウェブが移動しているときに第2の磁石を通過する際、第1の回転を行うように、磁石が配置される、ステップと、

フレークが第1および第2の磁場を連続して通過するように、フレークを支持するウェブと磁石のうちの少なくとも一方を搬送路に沿って相対的に移動させるステップとを含む方法が提供される。

10

【0028】

本発明の発明者らは、浮揚性が中立的である多層光学プレートレットをアライメントさせるための方法を発見しており、その光学プレートレットは、有機結合剤中に分散され、平坦な高速移動ウェブ上に被覆され、その後で、プレートレットが、ガラスまたは他の適切で滑らかな支持体上に堆積される同じ光学的構造の少なくとも50%の光学反射率を示す(懸濁液の凝固後)シート状のアセンブリを形成するまで、外部磁場に晒される。磁性インクは、磁性インク文字認識(MICR: Magnetic Ink Character Recognition)として知られた文字認識技術、さらに磁気記録媒体において1956年から使用されてきた。磁性インクのそれぞれは、多かれ少なかれ顕著な流れ制御が磁場を印加して行われる、磁気レオロジー(MR: magnetorheological)流体である。磁性インクのレオロジー特性は、結合剤およびそこに分散される磁性粒子の物理的および化学的な特性によって決まる。懸濁粒子のレオロジーはS. W. Charlesによって詳しく述べられている。磁性インクのレオロジー特性に関するさらなる説明は、「Rheology of particulate dispersions and composites」、CRC Press、ISBN 1-57444-520-0、2007年、および「The Journal of Magnetism and Magnetic Materials」、65 (1987)、350~358頁に見ることができる。

20

【0029】

磁気レオロジー流体の流れ特性は、磁性粒子のサイズ、形状および磁化率に強く依存する。

【0030】

2つの磁性流体が、知られており、十分研究されている。ナノ・スケールのコロイド磁性粒子が分散された懸濁液は、磁場の存在下で強い分極状態になる場合、強磁性流体と呼ばれる。マイクロメータ・サイズの磁性粒子を有した懸濁液は、外部磁場に晒されたときに、その粘度が実質的に増加される場合、磁性レオロジー(MR: Magnetorheological)と呼ばれる。しかし、寸法が高縦横比になるミクロン・サイズの磁性プレートレットを含んだ、他の種類の磁気レオロジー流体が存在する。これらの流体は、物品の表面上に被覆され、印加された磁場の力に対して磁場中での磁性プレートレットの再配向によって応答する磁性を有した塗料およびインクとして使用される。インクの粘度は、磁界強度、磁場方向、粒子濃度、結合剤粘度、磁性プレートレットの磁化率などによって決まる。磁場の増加による粘度変化の一例は、図1bに明示する。

30

40

【0031】

平均サイズが $20 \times 20 \times 0.5$ ミクロンである平坦な磁性プレートレットからなる磁性顔料は、20重量%の濃度で回転スクリーン・インク・ビヒクルと混合した。Brookfield型粘度計モデルDV-IIを用いて50rpmで粘度を測定した。粘度は、磁場を導入しない場合と、さらに互いから異なって隔壁された2個の永久磁石によってわずかに異なった磁場を発生させて異なる強度の磁場を生成した場合について、測定した。磁場が存在しない場合、粘度は1742cPであり、粘度は、磁界強度を大きくするにつれて増加し、0.74T(740ガウス)の磁場の大きさで3544cPになることを測定することが可能であった。

【0032】

50

液体結合剤中に分散され、磁場によって誘導される1個の磁性粒子は、磁気双極子モーメントを獲得し、磁場の磁気ラインに沿ったその容易軸に方向を合わせ、それによって、できるだけ正味磁界強度を相殺し、その磁場中で蓄えられるエネルギーを最小まで低下させることが知られている。希釈された結合剤中で懸濁された多数の粒子は、同様に、すべて完全に同じように磁場の方向に沿って自己配向する。静的磁場に晒されたプレートレットの濃度が大きい懸濁液中では、プレートレットは、様々な相互作用を受ける。鎖形成メカニズムの詳細な説明は、J. H. E. PromislowおよびA. P. Gastによる「Aggregation kinetics of paramagnetic colloidal particles」、J. Chem. Phys.、1995年、102、5492～5498頁、およびE. Clement、M. R. Maxey、G. E. Karniadakisによる「Dynamics of self-assembled chaining in magnetorheological fluids」、Langmuir、2004年、20、507～513頁によって与えられる。

10

【0033】

結合剤中に分散され、磁場に晒された粒子は、ブラウン運動、双極子磁力、および多体流体力学的な相互作用を同時に受ける。粒子は、互いに結合し、双極子強度（ランダム拡散に対する磁力の比を示す）が臨界値を超えたとき、鎖などの超粒子構造を形成する。鎖では、1個の粒子のN極が、他の粒子のS極に引き付けられ、さらに他の粒子にも引き付けられるといった具合になる。鎖は、図2に示すように、印加磁場の方向に突き出される。

【0034】

図2は、N極（黒色）およびS極（白色）が、表示目的のため異なる色で図に示された、16個のダイヤモンド状の粒子201からなる。外部磁場の方向は、矢印202によって表す。粒子は、磁場の方向202に4個の鎖I～IV（点線によって示す）を形成している。各鎖は、4個のプレートレットによる頭尾アレイ、1～4、5～8、9～12、および13～16からなる。時間が経過すると、粒子/鎖および鎖/鎖の相互作用によって、連続的に、クラスタ・サイズが増加し全体システムの粘度が増加することになる。

20

【0035】

しかし、図2に示す磁場方向が、たとえば45°反時計回りに回転して突然変化した場合、プレートレットは、その中心のまわりで即座に回転を始め、印加磁場の新しい磁力によって、図3aに示すように、新しい鎖が形成されるまで、回転することになる。図2および3のプレートレット1～16は、いかにそれらの極性の配向が反時計回りに45°回転しようとも、支持体上で物理的にそれらの位置を維持することに留意することが重要である。プレートレットの極性の再配向の結果として、いくつかの新しい鎖が、図2に前に示した同じ粒子1～16から、磁場の新しい方向に沿って形成された。ここで、プレートレット5、10および15；1、6、11および16；2、7および12；3および8；および9および14は、図3の点線によって示す鎖を形成した。磁場の方向の別の変化は、同じ粒子から別の鎖を形成させる。

30

【0036】

もっとも極端な場合、磁場は、その方向が連続的に変化してもよい。Prattが米国特許第2,418,479号で開示したように、磁場が回転するとき、これが行われる。Prattは、湿式塗料の層を有した支持体が、2個の永久磁石の極の間に挿入され回転されるとき、塗料コーティングが輝くことについて言及している。結合剤中に分散され、回転磁場に晒された磁性粒子は、それらの個々のスピン運動を磁場ラインの方向に向けさせる磁気トルク、求心引力すなわち領域の中心に向かう磁力、および流れに誘起される相互作用を同時に受ける。流体力学的な反作用によって、磁化されたプレートレットの求心引力が釣り合い、粒子間距離に関連した速度で回転する、いくつかの粒子の凝集体が形成されることになる。1個のプレートレットは、液体媒体中に分散されたとき、そのZ軸のまわりでより容易に回転する。というのは、縁部における液体に対する抵抗が、プレートレットがそのXまたはY軸のまわりで回転する場合よりも実質的に小さいからである。それは、プレートレットの寸法の縦横比によって駆動される。同じ平面上で回転する、いくつかの金属性粒子は、高反射性の凝集体を形成する。

40

50

【 0 0 3 7 】

他者によってこれまで開示された方法およびプロセスは、高速で移動する幅広の支持体を使用した印刷およびアライメントには適さず、一方、幅広の支持体上で高処理能力を得ることが望ましいということが発明者の見解である。前述のPratt他およびPeng他に対する特許では、1つの磁石または複数の磁石が、ウェブの両側または下に設置されるプロセスが述べられている。しかし、ウェブの幅には限界がある。というのは、印加磁場の流束密度の大きさが、磁石の極の間の距離が増加するにつれて急速に低下するからである。Prattの特許で開示された回転磁石は、実際、幅広のウェブの下で利用できるほど十分に大きく作ることにはできない。さらに、粒子を回転させて回転磁場中で配向された状態にするための滞留時間は、幅広のウェブの異なる部分で変化することになり、コーティングの

10

【 0 0 3 8 】

移動ウェブ上で磁氣的にフレークをアライメントさせるとき、考慮しなければならない他の課題は、流出磁場である。いずれの磁石の磁場も、一様でない。ウェブが磁石に沿って移動するとき、湿式インク中に分散され、ウェブの表面上に被覆された粒子は、磁場に即時に応答し、したがって支持体に対してそれらの異なる配向を受ける。流出磁場中での粒子の配向は、粒子が特定の予め決められた配向を受ける磁場の部分中での粒子の配向と非常に異なる。流出磁場の結果として、アライメントされた印刷画像は、輪郭がぼやけ鮮

20

【 0 0 3 9 】

2つの主要軸が支持体の表面に対して平行である湿式インクの層中に分散された磁性プレートレットをアライメントさせるために、磁気セットアップを支持体の下に設置することによって発生させた動的磁場を印加した。プレートレットに必要な配向をさせる磁気装置のこの位置のために、無限大の幅の支持体にその磁気装置を使用することを可能にする。この装置は、方向角が90°より小さい磁場を発生する。ウェブは、高速で、そのような磁気システムの上を、または通って移動することができる。従来技術に開示された回転の代わりに、磁場は、その方向が急速に変化して、それによって、プレートレットの両方の主要軸が支持体に対して平行になるまで、粒子を急速に振動させる。磁場中で配向された

30

【 0 0 4 0 】

動的磁気システムの動作の基本原理は、Raksha他の名義による米国特許第7,258,900号に開示されている。この特許は、インク・ビヒクル中に分散され、高速移動支持体上に印刷することによって被覆された磁性プレートレットのウェブを横切る(cross-web)アライメントを開示している。粒子は、用いられた方法を表す図3Cに概略的に示すように、静的な、ウェブの下方に配置された磁石の2つの列の間でアライメントされる。平坦な支持体22が、読者に向かって移動する。画像68および70が、磁性プレートレット16を含んだインクを用いて支持体22の上部に印刷されている。インクは、画像68および70が磁石62、64および66の磁場中に導入されたとき、まだ湿っていた。磁石が磁場を発生し、磁気ライン72は、印刷画像が支持体上に配置された場所で、支持体に対してほとんど均一で平行である。磁気ライン72に沿って湿った画像68および70中にあるプレートレット16のアライメントは、支持体に対してほとんど平行である。

40

【 0 0 4 1 】

従来技術の図4に、粒子のアライメントの平面図を示す。ウェブ401が方向402で移動する。湿式インクの層403は、磁性粒子404および405を含む。磁石406および407は、図3Cに示すように、ウェブの下に設置されている。ウェブ402上に印刷された粒子404は、いかなる予め決められた配向も受けていない。一度粒子がウェブとともに磁石406と407の間の領域中に移動してくると、粒子は、磁場の方向408でウェブを横切るように自己配向し、それらの平面がウェブに対してほぼ平行になる。

50

【0042】

本発明の目的は、ウェブの幅が限定ファクタにならない高速プロセス中で、プレートレットをさらによくアライメントさせることである。

【0043】

次に、本発明の例示の実施形態を添付図面とともに述べる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1a】磁場に晒された磁氣的に配向可能なプレートレットまたは粒子であって、磁場に対する粒子のアライメントが粒子のX軸に沿っている、プレートレットまたは粒子の図である。

10

【図1b】磁場による粘度変化のグラフである。

【図2】N極（黒色）およびS極（白色）が表示目的のため異なる色で図に示される、16個のダイヤモンド状の粒子またはフレークの図である。

【図3a】フレークまたは粒子が磁場ラインに沿って回転して粒子のシートを形成する、図2と同様な図である。

【図3b】2個の磁石の間に配置されるフレークを平坦化しアライメントさせることを達成しようとする従来技術のシステムを表す図である。

【図4】2個の棒磁石の間を通過するフレークがこの2個の磁石の間で磁場ラインに沿ってアライメントされる、従来技術のシステムの図である。

【図5】相補的極性がジグザグに、たとえばN極そしてS極、あるいはS極そしてN極となるように、磁石が、搬送路に沿ってジグザグになるように配置され、それによって、フレークまたは磁石を相対的に移動させたとき、搬送路に沿ったウェブによって支持されるフレークを回転させる、本発明の実施形態の図である。

20

【図6】多数の平行な搬送路に沿って配置され、コーティングが硬化する前にコーティング内のフレークにスピンを生じさせる、より複雑な磁石の配列を示す図である。

【図7】本発明の方法を使用して一方のコーティングを回転させ、他方のコーティングは、回転させなかった、2つのコーティングの差を表す色移動のプロットである。

【図8】非配向コーティング、それに対する本発明の実施形態による配向コーティング、それに対するホイール、の輝度を表すプロットである。

【図9】軸上の一式のローラが本発明の方法によってフレークを回転させるために使用される、本発明の実施形態を表す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0045】

本発明によれば、動的磁場を設けるために、ACまたはDCの電磁石、あるいは永久磁石を使用することができる。図5に、本発明の例示の実施形態の平面図を示す。

【0046】

ここで図5を参照すると、ウェブ501が矢印502の方向に移動する。磁性粒子を含んだインク503が、ウェブ501の表面上に被覆されている。図5の磁性粒子は、磁石506～508を通過する際のインク・ビヒクル中での異なるアライメント段階において、1個の粒子504を描写している。ウェブが移動するとき、粒子は、磁石によって生成された磁場の影響を受ける状態になる。磁石は、角度510が90°より小さいジグザグ構成で配置される。インク503がウェブ501上に印刷されているとき、ウェブは、磁石の間の領域中を移動する。粒子は、図5の点線で示す磁場の方向509に自己配向する。磁場方向509は、ウェブが方向502で移動したとき、変化する。粒子504は、ウェブの平面上において、磁石のジグザグ配列によって決まる角度510で、図中の矢印によって示す回転を行う。角度510は、45°～90°の範囲内にあるとき、うまく働くことを見出した。磁石の間のアライメント領域を通過する複数の磁性粒子は、さらに図3に示す様々な頭尾相互作用を受ける。磁場中で回転する粒子は、異なる方向の力を受ける。存在する力は、印加磁場によって決まる巨視的な力、および近くに存在する双極子の磁場によって決まる微視的な力である。1個の粒子にかかる力は、各磁場が寄与する力の合

40

50

計である。粒子は、X Y方向に沿ったインク層の磁化率を増加させ、したがって磁化率合計を最大にするまで、ウェブの平面上で移動することになる。磁石間での移行経路の終わりまでに、プレートレットは、恒久的に結合されたシート状の構造を形成し、そこでは磁性プレートレットが、配向されていて、それらのX Y軸がウェブに対して平行になっている。

【0047】

図5に、フレークが移動するにつれて、磁石によって磁場方向を予め決められた変化をさせる永久磁石の線形配列を示す。いくつかのラインは、図6に概略的に示すように、互いに組み合わせ、印刷機上に幅広のウェブの下で取り付けることができ、図6では、ウェブ601は、表示目的のため透けて見えるように概略的に示され、図には示していない先行する印刷プロセスにおいて磁性粒子を含んだインクを用いて印刷された正方形ラベル602によって被覆されている。図5に示すように組み立てられた、立方体状の磁石603は、図には示していない印刷機のベンチ上に、ウェブ601に極めて近接してそのすぐ下に設置される。ウェブの幅は、6インチから72インチの範囲内で変えることができる。ウェブの速度は、10から300ft/minの範囲内で変えることができる。ウェブに沿った1個のストリング中の磁石の数は、たとえば4から40またはもっと多くまで変えることができる。ウェブの方向604で永久磁石の磁場を通過することによって、プレートレットは、それらのXおよびY軸がウェブに対して平行である、安定したシート状の構成になるまで、ウェブの平面上で回転する。

【0048】

本発明者らが見出したように、平坦な支持体が移動するとき、その支持体の平面上で磁性プレートレットを回転させるために、異なる磁気アセンブリを用いることができる。それらは、AC電磁石とし、それらのAC電磁石によって発生される磁場の方向は、ウェブが移動するとき、制御することができる。また、磁気アセンブリは、反対極性を有した永久磁石のアセンブリとすることができる。磁石は、図6に示したようにウェブの下とする、あるいは上と下とすることができる（アセンブリが2つの部分からなる場合）。これらのアセンブリのすべての主な特性の特徴は、高速移動ウェブの平面上で磁性粒子を回転させる、それらの磁場である。また、色シフト性磁性顔料は、以下に示す実験室試料で実証するように、紙幣、重要な文書、身分証明書などの上に高彩度を有したセキュリティ物品を印刷するために使用することができる。

【0049】

静的磁場におけるアライメントから動的磁場におけるアライメントへの変化は、印刷物の光反射率および色特性を大幅に増加拡大させた。平坦な反射性プレートレットを含んだインクから印刷物を作成し、その印刷された層の反射率がミラーの反射率の少なくとも50%とすることができることがわかった。

【0050】

初期のFlexの特許/特許出願で開示されるように、プレートレットのシート状のアセンブリを動的磁場中で硬化させることが重要である。動的磁気システムの流出磁場は、方向が、プレートレットが支持体に対して平行に自己配向する方向と異なっている。

【0051】

例示の実施形態

ポリエステル支持体の上部に真空中で薄膜ゴールドツウグリーン（gold-to-green）干渉スタックの真空蒸着を実施することによって、磁性色シフト性顔料を製造した。支持体の一部分を切り取り、さらなる色測定のために残した。堆積物の残りは、初期のFlexの特許に開示されているように、支持体からはずし、すりつぶして20ミクロンの顔料粉末の大きさにした。顔料のプレートレットは、紫外線硬化型の透明なSericol Rotary Screen Ink Vehicle中に20重量%の濃度で分散させ、スクリーン印刷技術を用いて紙の表面に被覆した。プレートレットが非配向の湿った印刷物の半分は、切り取られ、インクは、紫外線を用いて硬化させた。印刷物のもう半分は、プレートレットを配向して、それらのXおよびY軸をウェブに対して平行にするために、磁気アレイ中を走行するウェブに取り付

けた。印刷物は、アライメントの完了後に紫外線を用いて硬化させた。オフグロス (off-gloss) が 10° のすべての3つの試料の色移動を、Zeiss型スペクトル・ゴニオメータを用いて解析した。図7に、 a^*b^* 色移動プロットを示す。ライン701は、非配向プレートレットを含んだ印刷物に対応する。色移動ライン702は、動的磁場中で配向された磁性ゴールドツウグリーン・プレートレットのシート状アライメントに対応する。カーブ703は、ゴールドツウグリーン干渉スタックを用いて真空中で被覆されたポリエステル支持体に対応する。同じ試料の反射輝度は、SF600+型分光光度計を用いて測定した。図8に、反射輝度 Y のプロットを示す。

【0052】

本発明は、インクを用いて高速で移動する幅広の支持体上に印刷される高反射性で耐摩耗性の物品を提供し、使用されるインクは、磁性プレートレットを含み、そのプレートレットがインク中で配向された状態になって、それらの2つの主要な X および Y 軸が支持体の表面に対して平行になり、それによって、「リーフィングのような」明るさがもたらされるような構成の動的磁場に、さらに晒される。この高反射性で耐摩耗性の物品は、本発明の方法によって印刷されるセキュリティ印を含んだセキュリティ文書の一部とすることができ、プレートレットまたはフレークの X および Y 軸が、インクの表面に対して平行になり、それによってコーティングの彩度および動的カラー領域が増加拡大される。

【0053】

さらに、本発明は、 90° より小さい角度で支持体の平面上でプレートレットを回転させて、プレートレットに安定したシート状の構造を形成させる動的磁場に対して非常に多数のプレートレットを晒すことによって、インク層中での磁性プレートレットの高反射性層の形成を可能にし、もたらす。

【0054】

図9に、本発明の他の実施形態を示し、ここでは、ローラの配列が、図5に示す搬送路と並んだ磁石の線形配列と本質的に同じ作用をもたらす。しかし、図9のローラによって、本発明のさらにコンパクトな実施形態が実現される。搬送路は、そのままである、すなわちウェブがローラの上を移動される経路であり、本実施形態の磁石は、搬送路に沿って同様に、そして効果的に隔置される。ここで図9を参照すると、シャフトによって支持され回転可能な、その上に磁石を有した2個のホイール902および904は、距離「 d 」だけ離れて隔置される。ホイール902および904は、止めねじによってシャフトに取り付けられて、シャフトが回転したとき、磁気ホイールがシャフトとともに回転した。磁石は、図5の構成と同じジグザグ構成を有する。支持ローラの配列によって支持され、2個のホイール902および904に隣接したウェブは、その2個のホイールよりわずかに高いプロファイルを有し、それによってウェブは、搬送路に沿って、ウェブが磁石と接触せずに運ばれる。ウェブ支持ローラは、非磁性ベアリングを用いてシャフト上に取り付けられる。好ましい実施形態では、ウェブは、搬送路の方向に移動させることができ、磁気ホイール902および904は、フレークの毎分回転数の量を増加させるように、反対方向で反時計回りに回転させることができる。

【符号の説明】

【0055】

- 501 ウェブ
- 502 矢印、方向
- 503 インク
- 504 1個の粒子
- 506 磁石
- 507 磁石
- 508 磁石
- 509 磁場の方向
- 601 ウェブ
- 602 正方形ラベル

10

20

30

40

50

- 6 0 3 磁石
- 6 0 4 方向
- 7 0 1 ライン
- 7 0 2 色移動ライン
- 7 0 3 カーブ
- 9 0 2 磁気ホイール
- 9 0 4 磁気ホイール

【 図 1 a 】

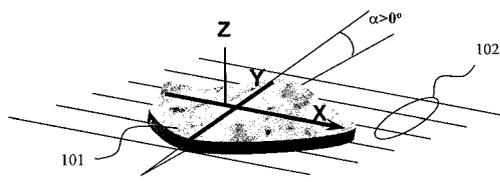


Fig. 1a

【 図 2 】

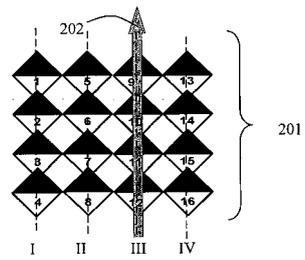


Fig. 2

【 図 1 b 】

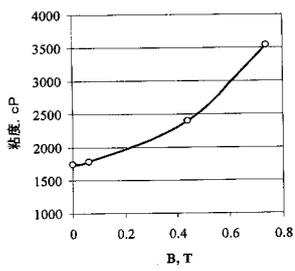


Fig. 1b

【 図 3 a 】

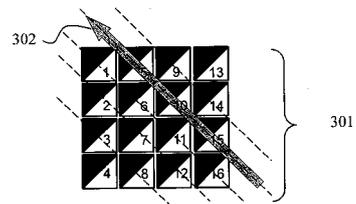


Fig. 3a

【 図 3 b 】

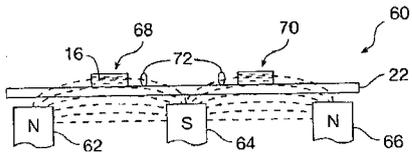


Fig. 3b
Prior Art

【 図 5 】

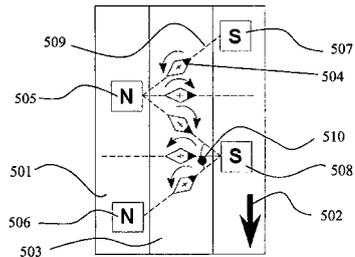


Fig. 5

【 図 4 】

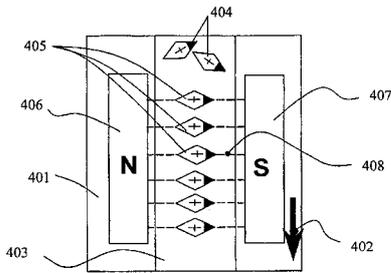


Fig. 4
Prior Art

【 図 6 】

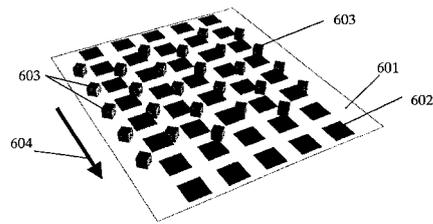


Fig. 6

【 図 7 】

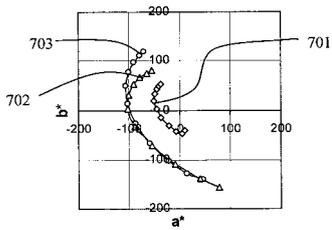


Fig. 7

【 図 9 】

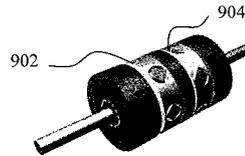


Fig. 9

【 図 8 】

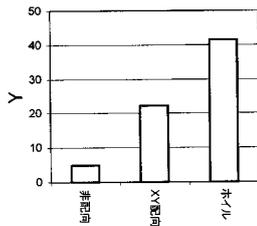


Fig. 8

フロントページの続き

- (74)代理人 100098110
弁理士 村山 みどり
- (72)発明者 ヴラディーミル ピー． ラクシャ
アメリカ合衆国 9 5 4 0 3 カリフォルニア州 サンタローザ ホッパーアベニュー 1 6 9 2
- (72)発明者 ポール ジー． クームズ
アメリカ合衆国 9 5 4 0 5 カリフォルニア州 サンタローザ デヴォンシアブレイス 4 7 3
3
- (72)発明者 チャールズ ティー． マーカンテス
アメリカ合衆国 9 5 4 0 1 カリフォルニア州 サンタローザ ストニーポイントロード 1 5
5 2 1 番
- (72)発明者 ウィルフレッド シー． キトラー, ジュニア
アメリカ合衆国 9 4 9 2 8 カリフォルニア州 ローナートパーク ドローレスドライブ 5 7
7 5
- (72)発明者 デーヴ ウィリアムズ
アメリカ合衆国 9 4 9 2 8 カリフォルニア州 ローナートパーク ローナートパークエクスブ
レスウェイウエスト 6 1 0 2 5 8 番
- (72)発明者 ジョン ディー． ソンダーマン
アメリカ合衆国 9 5 4 0 5 カリフォルニア州 サンタローザ アロヨシエラサークル 1 8 0
6
- (72)発明者 コルネリス ジャン デルスト
アメリカ合衆国 9 4 9 3 0 カリフォルニア州 フェアファクス アイアンスプリングスロード
7 0 0
- F ターム(参考) 4D075 AC41 BB81Y CA24 DA04 DB18 DB31 DC27 EA33 EC11 EC23

【外国語明細書】

TWO-AXIAL ALIGNMENT OF MAGNETIC PLATELETS

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] Pigment particles dispersed in ink vehicle and printed on a surface of a substrate may have either high or low reflectance of incident light. This reflectance depends on several different factors. Inherent optical properties of the pigment particles significantly affect the reflectivity. Highly reflective “metallic” pigments are flake-shaped particles consisting primarily of either aluminum or other highly reflective metal. The metallic “effect” is achieved through the interaction of different individual characteristics, consisting primarily of particles size and shape as well as leafing or non-leafing behavior of the pigment.

[0002] Leafing and non-leafing properties are characteristics of the pigment determined by the pigment particles’ ability to “float”. Leafing pigments float on a surface of printing ink film as a result of high interfacial tension. They form a coherent surface film whose reflective properties depend on the particles fineness. Non-leafing pigments are fully wetted by the binder and are distributed uniformly throughout the coating thickness. Leafing is described in Industrial Inorganic Pigments authored by G. Buxbaum; Wiley-VCH, ISBN 3-527-28878-3, 1998, p. 229. Since leafing and non-leafing pigments behave differently, they provide a very different appearance. For example, particles of leafing aluminum pigments will distribute themselves more evenly across the surface of the film, they will provide a chrome-like finish.

[0003] A common method manufacturing “leafing” pigment particles is by ball milling of the pigment in the presence of various lubricants as is described in US Patent 6,379,804 in the names of Ackerman et al. Stearic acid is usually used for this purpose. The acid repels a liquid ink or paint vehicle from the surface of pigment pushing particles in the direction of interface between air and the ink surface. As a result, the platelets float to the surface of the print exhibiting a mirror-like appearance. However, a disadvantage of this method is a reduced abrasive resistance: the prints containing such “leafing”

particles have poor resistance to its abrasion because the acid prevents adhesion of the ink vehicle to the surface of the flake.

[0004] Images printed with non-leafing particles, in contrast to the “leafing” pigment do not have a smooth mirror-like appearance. Instead, they have a speckling “sparkle-like” finish. On the other hand, these printed images have very good abrasive resistance because an ink vehicle forms a strong bond with a non-modified surface of pigment particles. It would be advantageous to fabricate a highly reflective image printed with non-leafing pigment particles distributed in the layer of ink parallel to the surface of the ink similar to leafing particles.

[0005] It is possible to orient particles in the layer of ink by an external action. For instance, US Patent 2,418,479 in the name of Pratt et al., references fabrication of bright metal paint films by brushing or knifing.

[0006] Pratt in U.S. 2,418,479 also discloses a method of making particles with leafing-like properties by their alignment in applied magnetic field. Particles used for this application have to be magnetic and preferably reflective. Particles being dispersed in liquid ink, coated on a surface of a substrate and exposed to an external magnetic field, tend to align with their easy axis along lines of the field. The particles' positions become fixed after their orientation by curing of the binder. In materials science, the term “easy axis” is referred to the energetically favorable direction of the spontaneous magnetization in a ferromagnetic material. This axis is determined by various factors, including the magnetocrystalline anisotropy and the shape anisotropy. The two opposite directions along the easy axis are usually equivalent, and the actual direction of the magnetization can be either of them.

[0007] Alignment of magnetic particles, dispersed in a layer of an organic binder on a surface of a substrate and exposed to an external magnetic field, is described in many books and patents, for example, Magnetic Recording by C. Denis Mee; McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-041271-5, Volume 1, p.164, or The Complete Handbook of

Magnetic Recording, by Finn Jorgensen; TAB Professional and Reference Books, ISBN 0-8306-1979-8, 1988.

[0008] C. D. Mee describes the alignment of particles in a recording media by applying a magnetic field parallel to the web transport direction. The preferred configuration of the magnetic pole pieces of a permanent magnet circuit was one of opposite poles on both sides of the web, which have no perpendicular field component in the center plane. The author also described various magnetic devices for orientation of magnetic particles along the web direction. However, there is a particular common feature in alignment of particles by these devices relative to the surface of the substrate. The references clearly state that for recording tapes the particles are aligned with their easy axis along direction of the web.

[0009] Most of magnetic materials used in recording media are quasi one-dimensional having one dimension much larger than two others, such as a shape similar to wires or needles. As is shown in Fig. 1a, a particle shaped as a platelet 101 can be considered as a two-dimensional (XY) physical body due to the large aspect ratio of its dimensions: X and Y which are substantially larger than Z. When a platelet is induced by a magnetic field, it experiences a magnetic torque whenever its dipole vector is not parallel with the external field. The existence of the magnetic torque results in the rotation of the particle with its easy axis along direction of magnetic lines 102 of an external field; and the dipole vector of the platelet becomes parallel to the magnetic field vector. The particle does not rotate and becomes stabilized in this position until the field is removed. In other words, the particle becomes oriented with its longest diagonal, which can be considered as a major dimension, for example the coordinate X, parallel with lines of applied magnetic field, as is shown Fig. 1a.

[0010] However, the second dimension, Y, may not be always parallel to the substrate. In fact we have noted that it is always tilted at some small angle to direction of applied magnetic field. This small tilt is not very important for the overall performance of

recording media, however, it becomes very significant in the paint and printing industries for the production of durable highly reflective coatings on various substrates.

[0011] For many decades, attempts have been made to fabricate bright coatings with reflective flake material. Pratt et al., in 1947 publically disclosed in US Pat. No. 2,418,479 a process of orienting metallic flake pigments for making bright coatings. Pigments, such as ferromagnetic flakes, in paint films are positioned on a simple, planar surface by reaction to a magnetic field. Both the article surface and the flakes are located in the direction of the magnetic field. This method requires that the article surface on which the film is disposed lie between magnetic poles so that each long or major dimension of the particles will align itself along the magnetic field direction, as does a needle of a compass. Pratt et al., disclose a method which includes placing of a wet film containing ferromagnetic flakes to the action of a magnetic field and to directional angle between the film and the field being made to vary from parallel to the perpendicular at short intervals of time until the film has dried. Directional changes between the film and the field can be produced either by rotation of the film or by planar rotation of magnetic field. Electromagnetic system described in the patent generates a rotating magnetic field allowing the flake to change its direction with the frequency from 5 to 10Hz. The magnetic field changes its direction by 90°. The magnets in one of the sets were hollow and the substrate was passing continuously at a predetermined rate through the center on these hollow magnets.

[0012] Although Pratt's invention disclosed in US 2,418,479 has made an advance in the art it has some disadvantages. The use of Pratt's method is impractical for large surfaces of articles since the magnetic field strength would have to be extremely large and difficult and costly to construct. In addition, such method as described would not operate to orient a majority of the flakes disposed in a film or coating on a curved or complex shaped, non-planar article surface. One example of such a surface is an annular or airfoil shaped component of power generating apparatus such as a gas turbine engine.

[0013] James Peng in US Pat. No. 4,859,495, assigned to Eastman Kodak, and issued 1989 discloses a method of making a magnetic recording film having the magnetic particles oriented in any given direction which comprises applying a magnetic paint to a substrate, subjecting the substrate containing the magnetic paint in an unfixed condition to a rotating magnetic field having magnetic components that lie only in a plane perpendicular to the given direction and fixing the magnetic paint. Orientation of the flakes occurs in layer of organic binder containing dispersed magnetic flakes coated on a surface of moving web. One magnetic system describes four Helmholtz coils. The second embodiment describes a system for a rotating magnetic field having no Z component while the magnetic paint layer is moving at a rapid rate on the substrate in a fluid condition. This embodiment is suitable for making magnetic media in very wide widths for example up to thirty and even fifty inches in width because it is not limited in the same manner as that of the Helmholtz coils. The embodiment utilizes two conductive plates such as, for example, copper plates which are disposed above and below the moving web. The current in the plate on the top of the moving web traverses across the width of the moving web. The plate beneath the moving web has a current which traverses the plate in the direction of motion of the moving web due to the voltage source. The two currents impressed by two voltage sources 90° out of phase with respect to each other and this causes a rotating magnetic field having components only in the X and Y direction with no magnetic component out of the plane of the web or in the Z direction. Disadvantages of this method are also lack of its usefulness for large surface substrates, problems with uniformity of orientation over the large surface, destruction of a proper orientation by the exit magnetic field and lack of practicability of in-field UV curing.

[0014] United States patent application US 2004/0052976 in the names of Buczek et al. discloses alignment of non-spherical particles with their major dimension oriented generally along an article surface in respect to which the particle is disposed. The particles, disposed in a fluid medium, the viscosity of which can be increased to secure the particles' in position, are positioned using a force on the particles. The force includes a torque force from a magnetic field, force from flow of the fluid medium, the force of gravity, and the force of surface tension alone or in combination with the force of gravity.

For control of brightness of or reflection from a surface, coatings and sheets have used non-spherical metallic particles in the shape of flakes having a major dimension, with the relative orientation of the flake and the major dimensions in respect to the article surface determining the degree of brightness or reflection. Although this method has some usefulness for making of bright paint coatings it lacks practicality for printing bright images on the top of a wide web moving for example at speeds of 100-500ft/min.

[0015] Another United States Patent which relates to magnetic alignment of particles is U.S. patent 5,630,877 in the names of Kashiwagi et al. who disclose alignment of magnetic particles or flakes dispersed in organic binder and exposed to an external magnetic field. A method and an apparatus are taught for producing a product having a magnetically formed pattern, capable of forming a desired pattern in diversely different shapes with a clear visual recognizability, at high speeds using a simple procedure, and a painted product produced by these methods and apparatus. However, the patent does not describe how to make bright coatings with X and Y components parallel to the surface of a wide web moving high a speeds.

OBJECTS AND SUMMARY OF THE INVENTION

[0016] It is an object of the present invention, to provide a system and method for printing at high speeds upon a wide substrate, a highly-reflective abrasion-resistant article with ink containing magnetic platelets which are exposed to magnetic fields that orient the platelets such that their two main dimensions become parallel to the surface of the substrate providing a “leafing-like” brightness and a method of orientation of particles.

[0017] Another object of this invention is formation of sheets of magnetic platelets in the layer of ink.

[0018] Another object of this invention is an increase of chroma in images printed with ink containing magnetic color-shifting pigments.

[0019] Another object of invention is to print coatings with a “foil-like” reflectance and brightness or color travel.

[0020] It is another object of invention to provide a security document containing security insignia printed with ink containing magnetic color-shifting platelets oriented in applied magnetic field until two main dimensions of the platelets become essentially parallel to the surface of the ink so that the chroma and dynamic color area of the coating is increased.

[0021] Another object of invention is printing of coating containing magnetic platelets assembled in two-dimensional continuous sheets.

[0022] A principal object of this invention is to provide a method and device for printing articles and the articles themselves printed on a flat substrate with ink containing metallic or color-shifting magnetic platelets aligned in applied dynamic magnetic field in a way that all platelets are co-planar to each other and to the surface of the ink.

[0023] This invention provides security articles printed with inks containing reflective or color-shifting pigments on a surface of a wide and fast moving web or paper having dimensions for example of up to 60” at speeds of 50-300 fpm.

[0024] This invention provides a method and system for high speed printing an alignment of highly reflective magnetic pigment flakes which after alignment while the web is moving at high speeds yields a mirror-like finish. Such prints can be fabricated with utilization of magnetic reflective or color-shifting pigments dispersed in an ink vehicle.

[0025] In accordance with this invention there is provided, a method of planarizing a plurality of orientable non-spherical flakes supported by a longitudinal web comprising:

[0026] providing a web supporting a coating of field orientable non-spherical flakes;

[0027] providing first and third magnets on one side of a line defining a feedpath and providing a second magnet between the first and third magnets on the other side of the line, wherein the first and third magnets have a same polarity facing the line and wherein the second magnet has an complementary polar polarity to the first and third magnets facing the line, so that a first magnetic field spanning the line is present between the first and second magnets and second magnetic field spanning the line is present between the second and third magnets, wherein the magnets are positioned so that a plurality of non-spherical field orientable flakes moving along the feedpath experience a first rotation as they pass the second magnet when the web is moving; and,

[0028] relatively moving at least one of the web supporting the flakes and the magnets along the feedpath so that the flakes sequentially pass through the first and second fields.

[0029] The inventors of this invention have discovered a method for alignment of neutrally buoyant multi-layered optical platelets dispersed in organic binder and coated onto a flat fast moving web and exposed later to an external magnetic field until the platelets form a sheet-like assembly that exhibits (after solidifying of the suspension) optical reflectance of at least 50% of the same optical structure deposited on glass or another suitable smooth substrate. Magnetic inks are have been used since 1956 in a character recognition technology known as Magnetic Ink Character Recognition (MICR) as well as a magnetic recording media. Each of magnetic inks is a magnetorheological (MR) fluid with more or less pronounced flow control by applied magnetic filed. Rheological properties of magnetic inks depend on physical and chemical properties of a binder and magnetic particles dispersed there. Rheology of suspended particles is well described by S.W.Charles; Further description of Rheological properties of magnetic inks can be found in Rheology of particulate dispersions and composites. CRC Press, ISBN 1-57444-520-0, 2007 and in the Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 65 (1987), 350-358.

[0030] The flow characteristics of magnetorheological fluids strongly depend on the size, shape and susceptibility of magnetic particles.

[0031] There are two known and well-studied magnetic fluids. A suspension with dispersed nano-scaled colloidal magnetic particles is called ferrofluid if it becomes strongly polarized in the presence of a magnetic field. A suspension with micrometer-sized magnetic particles is called Magnetorheological (MR) if it substantially increases its viscosity when exposed to external magnetic field. However, there is another sort of magnetorheological fluid that contains micron-sized magnetic platelets which have dimensions with a high aspect ratio. These fluids, coated on a surface of articles, are used as magnetic paints and inks responding to the force of an applied field by re-orientation of magnetic platelets in the field. Viscosity of the ink depends on the field intensity, field direction, particles concentration, binder viscosity, magnetic susceptibility of magnetic platelets, etc. An example of viscosity change with increase of a magnetic field is demonstrated in Fig. 1b.

[0032] Magnetic pigment consisting of flat magnetic platelets with an average size of 20x 20 x 0.5 microns was mixed with a rotary screen ink vehicle in the concentration of 20 wt%. Viscosity was measured with a Brookfield viscometer model DV-II at 50 rpm. The viscosity was measured with no field introduced and also with few different fields generated by two permanent magnets differently spaced from each other to create fields of different intensity. It was possible to measure that in the absence of the field the viscosity was 1742cP; and the viscosity rises as the field intensity grows and comes to 3544cP at the field magnitude of 0.74 T (740 Gauss).

[0033] It is known that a single magnetic particle dispersed in a liquid binder and induced by a magnetic field obtains a magnetic dipole moment and orients with its easy axis along magnetic lines of the field canceling the net field strength as much as possible and lowering the energy stored in that field to minimum. Large numbers of particles suspended in a diluted binder, similarly all identically orient themselves along direction of the field. In a suspension with a large concentration of the platelets exposed to the

static field they undergo various interactions. Detailed description of the chain formation mechanism is given by J.H.E Promislow, A.P.Gast; Aggregation kinetics of paramagnetic colloidal particles, *J.Chem.Phys.*,1995, *102*, 5492-5498; and by E. Clement, M.R.Maxey, G.E.Karniadakis; Dynamics of self-assembled chaining in magnetorheological fluids; *Langmuir*, 2004, *20*, 507-513.

[0034] Particles dispersed in the binder and exposed to a field simultaneously experience Brownian motion, dipolar magnetic attraction, and multibody hydrodynamic interaction. Particles join together forming supraparticle structures such as chains when the dipole strength (characterizing the ratio of magnetic attraction to random diffusion) exceeds a critical value. In chains the North pole of one particle is attracted to the South pole of another particle and to another particle and so on. The chains are protruded in the direction of an applied magnetic field as shown in Fig. 2.

[0035] Fig. 2 consists of 16 diamond shaped particles 201 with North (black) and South (white) poles shown in the picture with different colors for illustrative purposes. The direction of an external magnetic field is indicated by the arrow 202. The particles have formed four chains I – IV (shown by the dashed lines) in the direction of the field 202. Each chain consists of head –to-tail array of four platelets: 1-4, 5-8, 9-12 and 13-16. As time passes, particle/chain and chain/chain interactions lead to continuous increase of a cluster size and increase of the entire system viscosity.

[0036] However, if the magnetic field direction shown in Fig. 2 changes suddenly for example, by rotating it by 45° counterclockwise, the platelets will start to rotate instantaneously around their centers until new attraction forces of applied magnetic field will form new chains as shown in Fig. 3a. It is important to note that the platelets 1-16 in Figures 2 and 3 physically maintain their position on the substrate however their polar orientation rotates 45° counterclockwise. As a result of the polar re-orientation of the platelets, a few new chains from the same particles 1-16 previously shown in Fig 2 have been formed along the new direction of the field. Now platelets 5, 10 and 15; 1,6,11 and 16; 2, 7 and 12; 3 and 8; 9 and 14 have formed chains shown by the dashed lines in Fig. 3.

Another change of direction of the field causes formation of other chains from the same particles.

[0037] In the most extreme case the field may change its direction continuously. This happens when the field rotates as disclosed by Pratt in U.S. patent 2,418,479. Pratt mentioned brightening of a paint coating when a substrate with a layer of wet paint was inserted between poles of two permanent magnets and spun. Magnetic particles dispersed in a binder and exposed to a rotating magnetic field, simultaneously experience a magnetic torque that drives their individual spinning motion toward the direction of magnetic field lines, centripetal attraction, that is a magnetic attraction toward the center of domain and flow-induced interactions. The hydrodynamic repulsion balances the centripetal attraction of magnetized platelets and leads to the formation of an aggregate of several particles that rotates with a velocity related to the inter-particle distance. A single platelet, when it is dispersed in a liquid media, rotates easier around its Z axis because the resistance to the liquid at the edges is substantially smaller than if the platelet rotated around its X or Y axis. It is driven by the aspect ratio of the platelet dimensions. A few metallic particles rotating in the same plane form an aggregate that is highly reflective.

[0038] It is the inventor's view that methods and processes disclosed heretofore by others are not suitable for printing and alignment using a wide substrate moving at high speed, whereas it is desirable to have a high throughput on a wide substrate. The aforementioned patents to Pratt et al. and Peng et al describe processes where a magnet or magnets are located on both sides or underneath of a web. However there are limits to the width of the web since the magnitude of a flux density of the applied magnetic field drops rapidly with the increase of a distance between the poles of the magnets. The spinning magnet disclosed in the Pratt patent cannot practically be made large enough to be utilized underneath a wide web. Furthermore, the dwell time for rotating particles to become oriented in a rotating field would vary in different parts of the wide web and uniformity of the coating would not be achieved. Another negative aspect of Pratt's teaching is that the particles dispersed in the layer of a wet ink on a surface of the web,

that move on the top of a fast spinning magnet, will simultaneously rotate and move in the direction of the web along a corkscrew trajectory.

[0039] Another issue that should be considered when magnetically aligning flakes on a moving web is the exit field. The magnetic field of any magnet is not uniform. When the web moves along the magnet the particles dispersed in wet ink and coated on the surface of the web respond to the field immediately and, therefore, undergo through their different orientations in respect to the substrate. The orientation of particles in the exit field is very different than orientation of the particles in the part of the field where they receive a particular predetermined orientation. As a result of the exit field, aligned printed images become “washed out” as contours become blur and lose sharpness.

[0040] To align magnetic platelets dispersed in a layer of wet ink where two major axis were parallel to the surface of the substrate, we applied a dynamic magnetic field generated by a magnetic setup located underneath the substrate. This position of the magnetic device causing required orientation of the platelets allows using it for a substrate of indefinite width. The device generates a magnetic field with a directional angle of less than 90°. The web can move with a high speed over or through such magnetic systems. Instead of rotation disclosed in the prior art, the field rapidly changes its direction forcing the particles to oscillate rapidly until both major axis of platelets became parallel to the substrate. Ultra-violet curing of the ink containing platelets oriented in the field eliminated a negative effect of the exit field.

[0041] A basic principle of operation of dynamic magnetic systems disclosed US Patent 7,258,900 in the name of Raksha et al., This patent discloses cross-web alignment of magnetic platelets dispersed in an ink vehicle and coated by printing onto a fast moving substrate. The particles are aligned between two rows of static down-web positioned magnets as illustrated schematically in Fig. 3C which is illustrative of the method employed. The flat substrate 22 moves toward the reader. The images 68 and 70 are printed on the top the substrate 22 with ink containing magnetic platelets 16. The ink was still wet when the images 68 and 70 were introduced into the field of the magnets 62,

64, and 66. The magnets generate magnetic field with lines 72 which are almost flat and parallel to the substrate in the places where printed images are located on the substrate. The alignment of platelets 16 in the wet images 68 and 70 along magnetic lines 72 is almost parallel to the substrate.

[0042] The top view of the particles' alignment is demonstrated in Prior art Fig. 4. The web 401 moves in the direction 402. The layer of wet ink 403 contains magnetic particles 404 and 405. The magnets 406 and 407 are located underneath the web as illustrated in Fig. 3C. The particles 404 printed on the web 402 do not have any predetermined orientation. Once the particles move with the web into the area between the magnets 406 and 407 they orient themselves across the web in the direction of magnetic field 408 with their planes nearly parallel to the web.

[0043] It is an object of this invention to provide better alignment of platelets in a high speed process where the width of the web is not a limiting factor.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0044] Exemplary embodiments of the invention will now be described in conjunction with the drawings, in which:

[0045] Fig. 1a is a drawing of a magnetically orientable platelet or particle exposed to a magnetic field wherein alignment of the particle with respect to the magnetic field is along the X-axis of the particle.

[0046] Fig. 1b is a graph of viscosity change with magnetic field.

[0047] Fig. 2 is a drawing of 16 diamond shaped particles or flakes with North (black) and South (white) poles shown in the picture with different colors for illustrative purposes.

[0048] Fig. 3a is drawing similar to Fig. 2, wherein the flakes or particles are rotated along magnetic field lines forming a sheet of particles.

[0049] Fig. 3b is illustrative of a prior art system wherein that attempts to planarize and align flakes disposed between two magnets.

[0050] Fig. 4 is an illustration of a prior art system wherein flakes passing between two bar magnets are aligned along field lines between the two magnets.

[0051] Fig. 5 is a diagram of an embodiment of the invention wherein staggered magnets of complementary polarities for example North South, or South North are positioned so as to be staggered along the feedpath for rotating flakes supported by a web along the feedpath as the flakes or magnets are relatively moved.

[0052] Fig. 6 illustrates a more complex arrangement of magnets disposed along multiple parallel feedpaths effecting the spinning of flakes within a coating, before the coating cures.

[0053] Fig. 7 is a color travel plot illustrating a difference in two coatings wherein one was subjected to rotation using the method of this invention, and wherein the other coating was not.

[0054] Fig. 8 is a plot illustrating luminance of a non-oriented coating, versus an oriented coating in accordance with an embodiment of this invention, versus a foil.

[0055] Fig. 9 depicts an embodiment of this invention wherein a set of rollers upon an axis are used to rotate the flakes in accordance with the method of this invention.

DETAILED DESCRIPTION

[0056] AC or DC electro-magnets or permanent magnets, can be used in accordance with this invention to provide a dynamic magnetic fields . A top view of an exemplary embodiment of this invention is shown in Fig. 5.

[0057] Referring now to Fig. 5, the web 501 moves in the direction of arrow 502. The ink 503 containing magnetic particles is coated on the surface of the web 501. The magnetic particles in Fig. 5 are representation of the single particle 504 at different stages of alignment in the ink vehicle as it moves past the magnets 506-508. When the web moves the particles become influenced by the magnetic field created by the magnets. The magnets are disposed in zigzag formation with angles 510 smaller than 90° . When the ink 503 is printed on the web 501 it moves into the area between the magnets. The particles orient themselves in the directions 509 of the field shown in Fig. 5 by the dashed lines. Direction 509 of the field changes as the web moves in the direction 502. The particle 504 undergoes rotations depicted by arrows in the picture in the plane of the web at the angles 510 determined by the magnets zigzag arrangement. We found that the angle 510 works well when it is in the range $45^\circ - 90^\circ$. A plurality of magnetic particles, passing through the alignment area between the magnets, also undergoes various head-to-tail interactions illustrated in Fig 3. The particles, rotating in the field experience forces in different directions. The forces present are macroscopic force determined by the applied field and microscopic forces determined by the fields of nearby dipoles. The force on a single particle is a sum of forces due to each field contribution. The particles will move in the plane of the web until they will increase the ink layer susceptibility along XY directions thus maximizing the susceptibility sum. To the end of the transition path between the magnets the platelets form a permanently linked sheet-like structure where magnetic platelets are oriented with their XY axis parallel to the web.

[0058] Fig. 5 illustrates a linear arrangement of permanent magnets that provides a predetermined change of the field direction as flakes move by the magnets. A few lines can be combined together and mounted on a printing press underneath a wide web as it is illustrated schematically in Fig. 6 where the web 601, schematically shown to be

transparent for illustrative purposes, is coated with square labels 602 printed with the ink containing magnetic particles in the previous printing process not shown in the picture. Cube-shaped magnets 603, assembled as illustrated in Fig. 5, are located in close proximity to the web 601 and directly underneath of it on a bench of a printing press, not shown in the picture. The width of the web can vary in the range of 6" to 72". The speed of the web can be varied in the range of 10 to 300 ft/min. The number of magnets in a single string along the web can be varied, for example from 4 to 40 or more. Going through a field of permanent magnets in the direction 604 of the web, the platelets rotate in the plane of the web until they came to the stable sheet-like formation with their X and Y axis parallel to the web.

[0059] As we found, different magnetic assemblies can be employed to rotate magnetic platelets in the plane of a flat substrate when it moves. They can be AC electromagnets with controlled direction of magnetic field generated with them as the web moves. They also can be assemblies of permanent magnets with opposing polarity. The magnets can be either underneath the web as illustrated in Fig. 6 or above and underneath (if the assembly consists of two parts). The main characteristic feature of all of these assemblies is their field that rotates magnetic particles in the plane of a fast moving web. Alternatively, a color-shifting magnetic pigment can be used for printing of security articles with high chroma on bank notes, valuable documents, IDs, etc., as demonstrated in the laboratory sample below.

[0060] The change from alignment in the static to dynamic magnetic field has drastically increased reflectance of light and chromatic properties of the prints. We found that we can make a print from ink containing flat reflective platelets with the printed layer reflectance that is at least 50% of the reflectance of a mirror.

[0061] It is important to cure the sheet-like assembly of platelets in the dynamic field as disclosed in earlier Flex patents/applications. The exit field of the dynamic magnetic system has a direction different than the direction where platelets orient themselves parallel to the substrate.

Exemplary Embodiment

[0062] Magnetic color-shifting pigment was fabricated by vacuum deposition of a thin-film gold-to-green interference stack in vacuum on the top of a polyester substrate. One part of the substrate was cut off and left for further color measurements. The rest of the deposit was released off the substrate, ground and sized to the 20 micron pigment powder as disclosed in earlier Flex patents. The pigment platelets were dispersed in the UV-curable clear Sericol Rotary Screen Ink Vehicle in concentration of 20wt% and coated on the surface of a paper with the screen printing techniques. One half of the wet print with non-oriented platelets was cut off and the ink was cured with UV-light. Second half of the print was attached to the web running through a magnetic array in order to orient the platelets with their X and Y axis parallel to the web. The print was cured with UV light after completion of the alignment. The color travel of all three samples with off-gloss 10° was analyzed with the Zeiss spectrogoniometer. The a*b*color travel plot is illustrated in Fig. 7. The line 701 corresponds to the print containing non-oriented platelets. The color travel line 702 corresponds to the sheet-like alignment of magnetic gold-to green platelets oriented in the dynamic field. The curve 703 corresponds to the polyester substrate coated in vacuum with the gold-to-green interference stack. Reflected specular luminance of the same samples was measured with the SF600+ spectrophotometer. The plots of reflected luminance Y are demonstrated in Fig. 8.

[0063] This invention provides a highly-reflective abrasion-resistant article printed on a wide substrate moving at a high speed with ink containing magnetic platelets and exposed further to dynamic magnetic field of such configuration that the platelets get oriented in the ink with their two main X and Y axis parallel to the surface of the substrate providing a “leafing-like” brightness. This highly-reflective abrasion resistant article can be a part of a security document containing security insignia printed in accordance with the method of this invention wherein X and Y axis of the platelets or flakes are parallel to the surface of the ink that increases chroma and dynamic color area of the coating.

[0064] Furthermore, this invention allows and provides for the formation of a highly reflective layer of magnetic platelets in the layer of ink by the exposure of the multiplicity of platelets to dynamic magnetic field that forces platelets to rotate at angles smaller than 90° in the plane of the substrate until they form stable sheet-like structures.

[0065] Another embodiment of this invention is shown in Fig. 9, where an arrangement of rollers provides essentially the same effect as the linear arrangement of magnets along-side a feedpath shown in Fig. 5. However the rollers in Fig. 9 yield a more compact embodiment of this invention. The feedpath remains, the path along which the web is transported over the rollers, and the magnets in this embodiment are similarly and effectively spaced along the feedpath. Referring now to Fig. 9, two wheels 902 and 904 supported and rotatable with a shaft having magnets thereon are spaced a distance "d" apart. The wheels 902 and 904 are affixed to the shaft with set screws so that when the shaft was rotated the magnetic wheels rotated with the shaft. The magnets have the same staggered configuration as those in Fig. 5. A web, supported by an arrangement of support rollers adjacent to the two wheels 902 and 904 have a slightly higher profile than the two wheels and carry the web along the feedpath without the web making contact with the magnets. The web support rollers are mounted on the shaft with non-magnetic bearings. In a preferred embodiment the web can be moved in a direction of feedpath while the magnetic wheels 902 and 904 can be rotated in an opposite direction counterclockwise to increase the amount of flake rotations per minute.

Claims

What is claimed is:

1. A method of planarizing a plurality of orientable non-spherical flakes supported by a longitudinal web comprising:
 - a) providing a web supporting a coating of field orientable non-spherical flakes;
 - b) providing first and third magnets on a first side of a feedpath and providing a second magnet between the first and third magnets on a second opposite side of the feedpath, wherein the first and third magnets have a same polarity and wherein the second magnet has a complementary polarity to the first and third magnets, so that a first magnetic field spanning the feedpath is present between the first and second magnets and second magnetic field spanning the feedpath is present between the second and third magnets, wherein the magnets are positioned so that a plurality of non-spherical field orientable flakes moving along the feedpath experience a first rotation as they pass the second magnet during relative movement between the web and the magnets; and,
 - c) relatively moving at least one of the web supporting the flakes and the magnets forming two pairs of complementary attracting magnets.
2. A method as defined in claim 1, wherein the step (c) comprises moving the web along the feedpath, and wherein the feedpath is defined by a line.
3. A method as defined in claim 1, wherein step (c) comprises moving the magnets along the feedpath.
4. A method as defined in claim 1, wherein step (c) comprises moving the flakes and the magnets along the feedpath.

5. A method as defined in claim 2, wherein the first magnetic field and the second magnetic field have first and second field lines respectively that are substantially parallel with the web and wherein the first field lines cross the web at a first angle with respect to the feedpath and wherein the second field lines cross the web at a second angle with respect to the feedpath and wherein the first and second field lines are not parallel and are not orthogonal with the feedpath .

6. A method as defined in claim 1, wherein the step of providing first second and third magnets also includes providing at least a fourth magnet positioned on a same side of the feedpath as the second magnet and wherein a third field between the third and fourth magnets crosses the feedpath, and wherein the polarity of the fourth magnet is the same as the polarity of the second magnet and complementary to the polarity of the third magnet so as to generate field lines across the feedpath, wherein the magnets are positioned so that a plurality of non-spherical field orientable flakes moving along the feedpath experience another rotation as they pass the third magnet when the web or the magnets are moving.

7. A method as defined in claim 1, wherein the first and third magnets are embedded or supported by a first rotatable wheel, and wherein the second magnet is embedded or supported by a second rotatable wheel, and wherein the feedpath is coincident with a region between the first and second wheels.

8. A method as defined in claim 2, wherein a first magnetic field is present between the first and second magnet and wherein a second magnetic field is present between the second and third magnet and wherein the first and second magnetic fields traverse the feedpath and a web transport direction.

9. A method as defined in claim 2 wherein the flakes are between 2 and 100 microns in size.

10. A method according to claim 9, wherein the size of the flakes do not vary by more than 20%.
11. A method according to claim 10, wherein the flakes are of a predetermined size and shape.
12. A method according to claim 2, wherein the first, second and third magnets are permanent magnets.
13. A method of planarizing a plurality of orientable non-spherical flakes supported by a longitudinal web comprising:
 - a) providing a web supporting a coating of field orientable non-spherical flakes along a feedpath;
 - b) providing a first plurality of magnets on one side of the feedpath and providing a second plurality of magnets on an opposite side of the feedpath, wherein the first plurality and second plurality of magnets are staggered, so that they are not directly across from one another along the feedpath, wherein the first plurality of magnets and the second plurality are disposed beside the feedpath at different locations and form a plurality pairs of magnets having opposite polarities facing the feedpath such that each pair has a complementary polarity providing a magnetic field which traverses the feedpath, and wherein the magnets are positioned so that a plurality of non-spherical field orientable flakes moving along the feedpath experience a plural rotations as they pass magnets along the web; and,
 - c) relatively moving at least one of the web supporting the flakes and the magnets forming pairs of complementary attracting magnets.
14. A method as defined in claim 13, wherein adjacent pairs of magnets have a magnet common to both pairs.

Abstract of the Disclosure

A method of planarizing a plurality of orientable non-spherical flakes supported by a longitudinal web is disclosed. A web supporting a coating of field orientable non-spherical flakes is placed between magnets so that the fields from the magnets traverse the web. First and third magnets are provided on one side of a feedpath and a second magnet is provided between the first and third magnets on the other side of the feedpath. The first and third magnets have a same polarity and the second magnet has a complementary polarity to the first and third magnets, so that a first magnetic field spanning the feedpath is present between the first and second magnets and second magnetic field spanning the feedpath is present between the second and third magnets, wherein the magnets are positioned so that a plurality of non-spherical field orientable flakes moving along the feedpath experience a first rotation as they pass the second magnet during relative movement between the web and the magnets; The web is then moved through the fields passing the magnets and the coating is subsequently cured.

Representative Drawing: Fig. 5

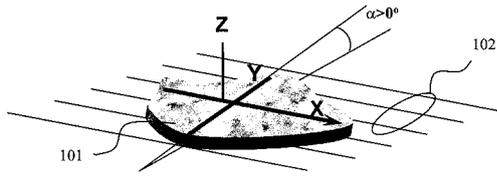


Fig. 1a

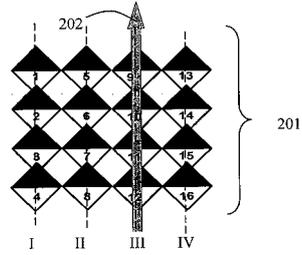


Fig. 2

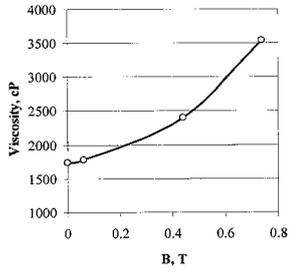


Fig. 1b

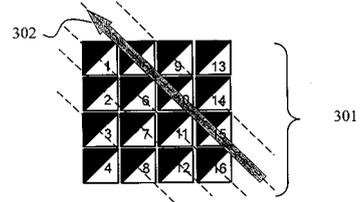


Fig. 3a

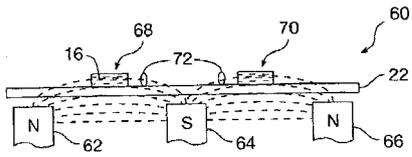


Fig. 3b

Prior Art

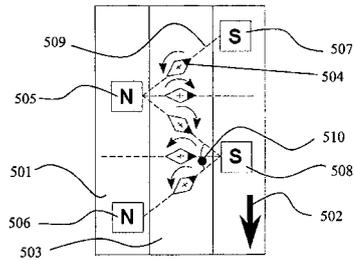


Fig. 5

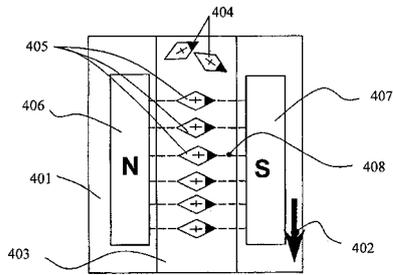


Fig. 4

Prior Art

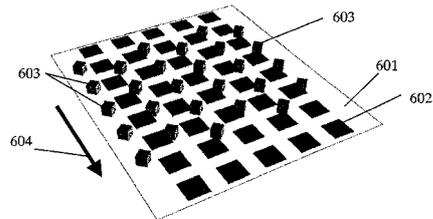


Fig. 6

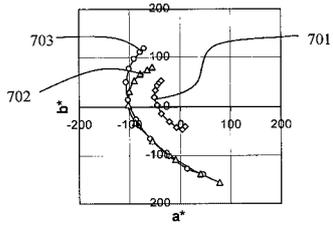


Fig. 7

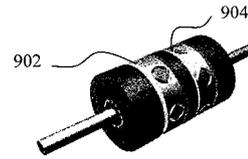


Fig. 9

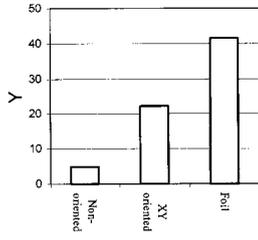


Fig. 8