

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-508974
(P2004-508974A)

(43) 公表日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 4 1 J 33/14	B 4 1 J 33/14	2 C 0 6 0
B 4 1 J 15/16	B 4 1 J 15/16	2 C 0 6 8
B 4 1 J 17/30	B 4 1 J 17/30	B
B 4 1 J 31/00	B 4 1 J 31/00	C
B 4 1 J 33/44	B 4 1 J 33/44	
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 125 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-526598 (P2002-526598)
 (86) (22) 出願日 平成13年9月5日 (2001.9.5)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年3月11日 (2003.3.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2001/003965
 (87) 国際公開番号 W02002/022371
 (87) 国際公開日 平成14年3月21日 (2002.3.21)
 (31) 優先権主張番号 0022206.7
 (32) 優先日 平成12年9月11日 (2000.9.11)
 (33) 優先権主張国 イギリス (GB)
 (31) 優先権主張番号 0028465.3
 (32) 優先日 平成12年11月22日 (2000.11.22)
 (33) 優先権主張国 イギリス (GB)
 (31) 優先権主張番号 0100493.6
 (32) 優先日 平成13年1月9日 (2001.1.9)
 (33) 優先権主張国 イギリス (GB)

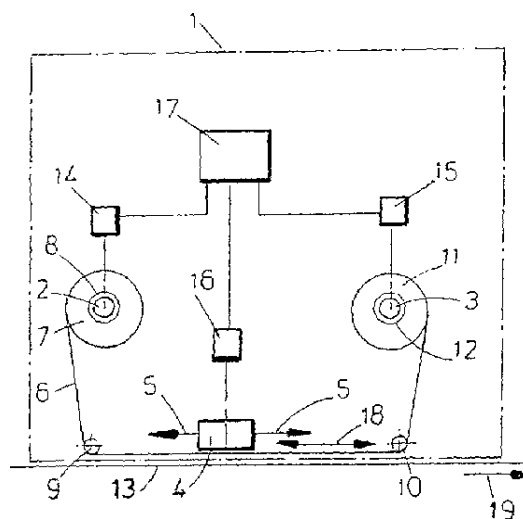
(71) 出願人 503095273
 ザイファー・リミテッド
 Z I P H E R L I M I T E D
 イギリス、エヌジー7・2キュービー、ノ
 ッティンガム、ユニバーシティ・プールバ
 ード、ノッティンガム・サイエンス・アン
 ド・テクノロジー・パーク、ファラデイ・
 ビルディング7
 (74) 代理人 100062144
 弁理士 青山 稔
 (74) 代理人 100086405
 弁理士 河宮 治
 (74) 代理人 100073575
 弁理士 古川 泰通

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 テープ駆動機構および印刷装置

(57) 【要約】

例えば、プリンタリボンを駆動する転写印刷装置に使用
 するテープドライブである。プリンタリボンは、2つの
 スプール上に搭載される。各スプールは、それぞれステ
 ッパモータで駆動される。コントローラがモータの起動
 を制御して、スプール支持部に支持されたスプール間
 において、リボンを少なくとも一方向に搬送する。コント
 ローラは、両方のモータを起動し、リボンの搬送方向に
 リボンスプールを駆動して、プッシュプル動作を実現す
 るように作動する。リボンのテンションをモニタリング
 することで、リボンの供給および巻上げを正確に制御で
 きる。リボンのテンションのモニタリングは、2つのス
 テッパモータに供給される電流をモニタリングすること
 で実現される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一方がステッパモータである 2 つのモータと、それぞれのモータで駆動されるテープ・スプールが装着される 2 つのテープ・スプール支持部と、スプール支持部に装着された 2 つのスプール間で、テープが少なくとも一方向に搬送されるように、上記モータの起動を制御するコントローラと、を備えてなるテープ駆動機構であって、コントローラは、両方のモータを起動させて、テープのスプールをテープ搬送方向へ駆動する、テープ駆動機構。

10

【請求項 2】

上記コントローラは、スプール間でテープを両方向に搬送するようモータを制御するように構成されている、請求項 1 記載のテープ駆動機構。

【請求項 3】

上記モータの両方がステッパモータである、請求項 1 または 2 記載のテープ駆動機構。

【請求項 4】

上記コントローラは、スプール支持部に装着されたスプール間を搬送されるテープのテンションをモニタリングして、モニタリングされたテンションを所定の限界値と限界値との間に維持するようにモータを制御する、請求項 1、2 または 3 記載のテープ駆動機構。

【請求項 5】

少なくとも一方のモータに供給される電力をモニタリングして、モニタリングされた電力からテープ・テンションの推定値を計算する手段が設けられている、請求項 4 記載のテープ駆動機構。

20

【請求項 6】

電源と、電源からの電流をステッパモータの巻線に連続的に供給するステッパモータ駆動手段と、を備えていて、電源からの電力は、モータおよび（または）モータ駆動手段に供給される電圧および（または）電流をモニタリングする手段によってモニタリングされる、請求項 3 に対する従属項としての請求項 5 記載のテープ駆動機構。

【請求項 7】

ほぼ一定の電圧をステッパモータ駆動手段に供給する調整された電源を備えていて、モニタリングを行なう上記手段が、ステッパモータ駆動手段に供給される電流の大きさをモニタリングする、請求項 6 記載のテープ駆動機構。

30

【請求項 8】

各ステッパモータは、それぞれのモータ駆動回路によって起動され、各モータ駆動回路には、それぞれ、低抵抗レジスタが直列接続されていて、これらの低抵抗レジスタを超えることで増加する電圧信号をモニタリングすることで、モータへ供給される電流がモニタリングされる、請求項 7 記載のテープ駆動機構。

【請求項 9】

上記電圧信号は、デジタル信号に変換されてマイクロコントローラに供給され、当該マイクロコントローラは、モータ駆動回路に供給される一連のモータ制御パルスの発生を制御する、請求項 8 記載のテープ駆動機構。

40

【請求項 10】

電流をモニタリングする上記手段が、所定時間に渡って電流をモニタリングする、請求項 7、8 または 9 記載のテープ駆動機構。

【請求項 11】

上記手段は、テープ搬送速度がほぼ一定である時間帯においてのみモニタリングを行なう、請求項 10 記載のテープ駆動機構。

【請求項 12】

上記所定時間は、所定のテープ搬送長さに対応している、請求項 10 または 11 記載のテ

50

ープ駆動機構。

【請求項 13】

キャリブレーション・データが各ステップモータに対して記録され、当該キャリブレーション・データは、テープ負荷がない状態での一連のステップ速度のそれぞれにおける消費電力を表しており、

テープ・テンションの測定値は、モータのステップ速度の測定値、当該ステップ速度に関連するキャリブレーション・データ、およびモータの消費電力を参照して計算される、請求項 5 ~ 12 のいずれか 1 つに記載のテープ駆動機構。

【請求項 14】

テープ・スプールの外径をモニタリングする手段と、モニタリングされた外径を考慮してテープ・テンションを計算する手段と、を備える、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 つに記載のテープ駆動機構。 10

【請求項 15】

外径をモニタリングする上記手段は、相互に近い複数の直径のそれぞれに対して、スプール外径をモニタリングする、請求項 14 記載のテープ駆動機構。

【請求項 16】

テンション t の測定値を計算する手段を備え、上記コントローラは t を所定の上限値と下限値との間に維持し、

$t = N \left(\left(V_1 / X_2 \right) - \left(V_2 / X_1 \right) \right) / \left(V_2 r_1 + V_1 r_2 \right)$ であって、
 V_1 は、巻上スプール駆動モータとして機能する第 1 モータに供給される電力の測定値であり、 20

V_2 は、供給スプール駆動モータとして機能する第 2 モータに供給される電力の測定値であり、

r_1 は、第 1 モータにより駆動されるテープ・スプールの半径であり、

r_2 は、第 2 モータにより駆動されるテープ・スプールの半径であり、

X_1 は、第 1 モータについての、ステップ速度に関連するキャリブレーション係数であり、

X_2 は、第 2 モータについての、ステップ速度に関連するキャリブレーション係数であり、

N は、キャリブレーション・スケーリング係数である、請求項 3 および 13 に対する従属項としての請求項 14 に記載のテープ駆動機構。 30

【請求項 17】

上記コントローラが制御アルゴリズムを実行して、スプール間に延在するテープ部分に加えられ、あるいは除去されるべきテープ長さを計算し、それによって、 t の値を所定の限界値と限界値との間に維持するとともに、ステップモータを制御して、計算されたテープ長さを、スプール間に延在するテープに加え、あるいは除去する、請求項 16 記載のテープ駆動機構。

【請求項 18】

2 つのモータに供給される電流の差または比を測定する手段と、当該差または比の測定値に基づいてモータのステップ動作を制御する手段と、を備える、請求項 7 ~ 15 のいずれか 1 つに記載のテープ駆動機構。 40

【請求項 19】

上記制御手段は、上記差または比の値が、それぞれが上限値と下限値で規定される一連の各許容帯域内にある間、モータ速度を一定に維持し、

スプール外径の比率に基づいて、各許容帯域を調整する手段が設けられている、請求項 18 記載のテープ駆動機構。

【請求項 20】

上記制御手段が制御アルゴリズムを実行して、スプール間に延在するテープ部分に対して加えられ、あるいは除去されるべきテープ長さを計算し、これにより、上記差または比の測定値を上限値と下限値との間に維持するとともに、ステップモータが制御されて、計算 50

された長さのテープ部分が、スプール間に延在するテープ部分に対して加えられ、あるいは除去される、請求項 18 または 19 記載のテープ駆動機構。

【請求項 21】

テープ幅に対応する値を入力する手段と、当該テープ幅を考慮して上記所定の限界値を調整する手段と、を備える、請求項 16、17、19 または 20 記載のテープ駆動機構。

【請求項 22】

上記制御アルゴリズムがゲイン定数を含んでいて、当該ゲイン定数を調整することでテープ幅が考慮される、請求項 17 または 20 に対する従属項としての請求項 21 記載のテープ駆動機構。

【請求項 23】

上記制御アルゴリズムが周期的に作動し、1つのサイクルにおいて、加えられるべき、または除去されるべきテープ長さが計算され、次のサイクルにおいて、モータが制御されてスプール間のテープ量が調節される、請求項 17、20 または 22 記載のテープ駆動機構。

10

【請求項 24】

上記測定値が上記下限値よりも低い許容可能な限界を下回った場合に、不良を表示する出力を発生する手段を備える、請求項 16、17、19、20、21、22 または 23 記載のテープ駆動機構。

【請求項 25】

外径をモニタリングする上記手段は、光学検出システムと、搬送機構と、コントローラと、を備えていて、

20

光学検出システムは、その間に光学経路が形成されるように配置された、少なくとも1つの光エミッタと、少なくとも1つの光検出器と、を含み、

搬送機構は、上記光学的検出システムの少なくとも一部を支持して、測定されるべきスプールが位置している空間を掃くように上記光学経路が移動することとなるように駆動され、

コントローラは、上記搬送機構を制御するものであって、搬送機構の各位置を検出し、搬送機構の各位置において検出器の出力が変化して、光学経路がスプールで遮断された状態と、光学経路がスプールで遮断されていない状態と、の2つの状態の間の変遷を示し、そして、検出器の出力が変化することで検出された搬送機構位置から、スプール直径を計算する、請求項 14、または請求項 14 に対するすべての従属項に記載のテープ駆動機構。

30

【請求項 26】

上記エミッタおよび検出器の一方が搬送機構上に設けられていて、他方が、テープ・スプールに対して相対的に固定された位置に配置されている、請求項 25 記載のテープ駆動機構。

【請求項 27】

上記エミッタおよび検出器の両方が搬送機構上に設けられていて、エミッタと検出器との間に構成されるべき光学経路は、搬送機構から離れてスプールの側方に配置されていて、エミッタからの光を反射させて検出器に返すように構成されたミラーによって形成される、請求項 25 記載のテープ駆動機構。

40

【請求項 28】

外径をモニタリングする上記手段は、第1位置にある各スプールについてスプール直径をモニタリングし、スプールを少なくとも1つのさらなる位置まで回転させて、当該さらなる位置において各スプールの直径をモニタリングするように構成されており、計算されたスプール径を用いて、スプールの偏心および外周長を正確に評価することができる、請求項 15 に対する従属項としての請求項 25、26 または 27 に記載のテープ駆動機構。

【請求項 29】

上記搬送機構は、転写リボンプリンタのプリントヘッド搬送機構である、請求項 25、26、27 または 28 に記載のテープ駆動機構。

50

【請求項 30】

外径をモニタリングする上記手段は、各スプールの直径の比率を計算する手段で構成されている、請求項 14、または請求項 14 に対するすべての従属項に記載のテープ駆動機構。

【請求項 31】

上記比率を計算する手段は、

第 1 ステッパモータが巻上スプールを駆動できるようにするとともに、第 2 ステッパモータが供給スプールを駆動できないようにして、第 2 ステッパモータをジェネレータ手段として機能させる手段と、

第 2 ステッパモータから同モータのモータ速度に比例したパルスレートのパルスを発生させる手段と、

発生したパルスを検出して、第 2 ステッパモータの回転の測定値を生じさせる手段と、

第 1 ステッパモータのステップングをモニタリングして、第 1 ステッパモータの回転の測定値を生じさせる手段と、

両ステッパモータの回転の測定値を比較して、両スプールの外径の比率を計算する手段と、を含んでいる、請求項 3 に対する従属項としての請求項 30 に記載のテープ駆動機構。

【請求項 32】

少なくとも一方のスプールの最新の直径を、最初にモニタリングした両スプールの直径比率、2つのスプール直径における電流比率、および少なくとも一方のスプールの最初にモニタリングした直径から計算する手段を備えた、請求項 31 記載のテープ駆動機構。

【請求項 33】

プリンタに隣接する所定経路に沿って搬送される基板に、インクをプリンタリボンから転写する転写プリンタに対して組み込まれた、先行するいずれか 1 つの請求項に記載されたテープ駆動機構であって、上記テープ駆動機構は、第 1 および第 2 のリボン・スプール間でリボンを搬送するプリンタリボン駆動機構として作用し、

当該プリンタは、さらに、プリントヘッド、プリントヘッド駆動機構、およびコントローラを備えていて、

プリントヘッドは、リボンの片面と接触して、その反対面を、所定経路上にある基板に対して押し付けるように構成され、

プリントヘッド駆動機構は、プリントヘッドを、所定の基板搬送経路とほぼ平行に延在するトラックに沿って搬送するとともに、プリントヘッドを、リボンと接触するように、あるいはリボンから離れるように移動させ、

コントローラは、プリンタリボン駆動機構およびプリントヘッド駆動機構を制御するものであって、当該コントローラは、印刷の間、プリントヘッドを静止状態でリボンと接触させて、リボンを所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送するようにプログラムされているか、あるいは、プリントヘッドが、リボンおよび所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送されるとともに、印刷の間、リボンと接触するように移動されることとなるようにプログラムされている、テープ駆動機構。

【請求項 34】

上記駆動機構が双方向のものであって、リボンを第 1 スプールから第 2 スプールへと、および、第 2 スプールから第 1 スプールへと搬送する、請求項 33 記載のテープ駆動機構。

【請求項 35】

上記プリントヘッドが、トラックに沿って移動可能なプリントヘッド・キャリッジ上に設けられていて、

交換可能な第 1 および第 2 のキャリッジが設けられていて、両キャリッジの形状は、一方のキャリッジがトラック上の所定位置にある場合には、基板搬送経路に沿って一方向に移動する基板に対する印刷が可能となるようにプリントヘッドが配置され、他方のキャリッジがトラック上の所定位置にある場合には、基板搬送経路に沿って他の方向に移動する基板に対する印刷が可能となるようにプリントヘッドが配置されることとなるような形状である、請求項 34 記載のテープ駆動機構。

【請求項 36】

ハウジング、プリントヘッド、第1駆動機構、ローラ、第2駆動機構、およびコントローラを備える印刷装置に対して組み込まれた、先行するいずれか1つの請求項に記載のテープ駆動機構であって、

プリントヘッドは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、当該アッセンブリは、リボンがテープ駆動機構によって駆動されるプリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対移動可能であり、

第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッド支持部を移動させ、ローラは、使用時に、印刷されるべき基板を、リボン経路の側方において、プリントヘッドから離れた状態に支持し、

第2駆動機構は、プリントヘッドの一部がローラに圧接し、あるいは、基板またはリボンがプリントヘッドとローラとの間に位置するまで、プリントヘッド支持アッセンブリに対して相対的に、プリントヘッドを移動させ、

コントローラは、第1駆動機構を調節して、ローラの回転軸に関するプリントヘッドの角度位置を調節する、テープ駆動機構。

10

【請求項 37】

ハウジング、プリントヘッド、第1駆動機構、ピールオフ・ローラ、および第2駆動機構を備える印刷装置に対して組み込まれた、先行するいずれか1つの請求項に記載のテープ駆動機構であって、

プリントヘッドは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、当該アッセンブリは、リボンがテープ駆動機構によって駆動されるプリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対移動可能で、

第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッド支持部を移動させ、ピールオフ・ローラは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、プリントヘッドとともに上記平行方向に移動可能で、

第2駆動機構は、プリンタリボン経路に隣接する印刷準備位置と、プリントヘッドが経路上のプリンタリボンに当接する印刷位置と、の間において、プリントヘッド支持アッセンブリおよびピールオフ・ローラに対して相対的に、プリントヘッドを移動させ、

カム機構が設けられていて、当該カム機構は、プリントヘッド支持アッセンブリが所定位置まで移動した結果として係合し、かつ係合したとき、当該係合に起因して、プリントヘッドは、印刷準備位置から遠ざかって、ピールローラおよびプリンタリボン経路から離れた位置へ移動する、テープ駆動機構。

20

30

【請求項 38】

上記カム機構は、ハウジング内に設けられていてスロットを規定するプレートと、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられた回動部材から延在するピンと、から構成されていて、

プリントヘッド支持アッセンブリが上記所定位置まで移動したことの結果として、ピンがスロット内に係合すると、回動部材が、同部材がプリントヘッドを支持する第1位置から、ピールローラおよびプリンタリボン経路から離れた位置へとプリントヘッドが自由移動できることとなる第2位置へ、と回転する、請求項37記載のテープ駆動機構。

40

【請求項 39】

上記回動部材は、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられた移動可能部材上に設けられていて、

回動部材が第1位置にあるときに、移動可能部材が退避位置から突出位置へと移動すると、それに起因して、プリントヘッドが印刷準備位置から印刷位置へと移動する、請求項38記載のテープ駆動機構。

【請求項 40】

プリントヘッドを備えた印刷装置に対して組み込まれた、先行するいずれか1つの請求項に記載のテープ駆動機構であって、当該テープ駆動機構は、プリントヘッドと、使用時に印刷されるべき基板が前進する経路と、の間でプリンタリボンを前進させるプリンタリボ

50

ン駆動機構として機能し、

上記印刷装置は、さらに、駆動機構に支持されたリボンへとプリントヘッドを当接させる手段と、コントローラと、を含んでいて、

プリントヘッドは、印刷要素のアレイを備えていて、印刷要素のそれぞれが選択的に起動されて、当該要素に当接するリボン部分からインクを放出させ、

コントローラは、印刷要素の起動、およびリボンの前進を制御して一連の印刷サイクルを実行し、各印刷サイクルは、印刷段階と非印刷段階とを含んでいて、

印刷段階においては、プリントヘッドとリボンとの相対移動に起因して、プリントヘッドが所定のリボン長さ部分を縦断し、非印刷段階においては、リボンは、プリントヘッドに対して相対的に所定距離だけ前進し、

10

コントローラは、連続する印刷サイクルにおいて、異なる印刷要素群を選択的に起動するように構成されていて、それぞれの印刷要素群は、異なる群が異なるリボン部分と当接することとなるように、プリントヘッドに配置されていて、

コントローラは、リボンの上記所定距離の前進が、リボンの上記所定長さよりも短くなるよう、リボンを前進させるように構成されていて、

同じ印刷要素群が起動されているすべての2つの印刷段階の間のインターバル中において、リボンが少なくとも上記所定長さだけ前進することとなるように、各印刷要素群は起動される、テープ駆動機構。

【請求項41】

2つの印刷要素群を含んでいて、リボンの上記所定の前進距離が、リボンの上記所定長さの少なくとも半分である、請求項40記載のテープ駆動機構。

20

【請求項42】

プリンタに隣接する所定経路に沿って搬送される基板に、プリンタリボンからインクを転写する転写プリンタであって、当該転写プリンタは、プリンタリボン駆動機構と、プリントヘッドと、プリントヘッド駆動機構と、コントローラとを備えていて、

プリンタリボン駆動機構は、第1および第2のリボン・スプールの間で、リボンを搬送し、

プリントヘッドは、リボンの片面と接触して、その反対面を所定経路上にある基板に当接させることとなるように配置されていて、

プリントヘッド駆動機構は、所定の基板搬送経路とほぼ平行に延在するトラックに沿ってプリントヘッドを搬送するとともに、プリントヘッドを、リボンに接触するように、あるいはリボンから離れるように移動させ、

30

コントローラは、印刷の間、プリントヘッドを静止状態でリボンと接触させて、リボンを所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送するようにプログラムされているか、あるいは、プリントヘッドが、リボンおよび所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送されるとともに、印刷の間、リボンと接触するように移動されることとなるようにプログラムされている、転写プリンタ。

【請求項43】

上記駆動機構が双方向のものであって、リボンを第1スプールから第2スプールへと、および、第2スプールから第1スプールへと搬送する、請求項42記載の転写プリンタ。

40

【請求項44】

上記リボン駆動機構は、少なくとも一方のリボン・スプールを上記テープ搬送方向に搬送する少なくとも1つのステッパモータを備えている、請求項42記載の転写プリンタ。

【請求項45】

上記リボン駆動機構が2つのステッパモータを含んでいて、各ステッパモータが第1および第2のリボン・スプールの一方を上記テープ搬送方向に駆動する、請求項42または43記載の転写プリンタ。

【請求項46】

リボン・テンションをモニタリングする手段と、モニタリングされたテンションが所定の限界値と限界値との間に維持されるようにステッパモータを制御する手段と、を備える、

50

請求項 4 5 記載の転写プリンタ。

【請求項 4 7】

上記プリントヘッド駆動機構は、プリントヘッドに連結されたステップモータを備えている、請求項 4 2、4 3、4 4、4 5 または 4 6 記載の転写プリンタ。

【請求項 4 8】

上記プリントヘッドは、トラックに沿って移動可能なキャリッジ上に設けられている、請求項 4 2、4 3、4 4、4 5、4 6 または 4 7 記載の転写プリンタ。

【請求項 4 9】

相互に交換可能な第 1 および第 2 のキャリッジを備えていて、両キャリッジの形状は、一方のキャリッジがトラック上の所定位置にある場合には、基板搬送経路に沿って一方向に移動する基板に対する印刷が可能となるようにプリントヘッドが配置され、他方のキャリッジがトラック上の所定位置にある場合には、基板搬送経路に沿って他の方向に移動する基板に対する印刷が可能となるようにプリントヘッドが配置されることとなるような形状である、請求項 4 3 に対する従属項としての請求項 4 8 記載の転写プリンタ。

10

【請求項 5 0】

上記プリントヘッドに隣接してピールオフ・ローラが設けられていて、プリントヘッドに対する当該ピールオフ・ローラの位置が反転可能である、請求項 4 9 記載の転写プリンタ。

【請求項 5 1】

スプール間でテープを搬送可能なテープ駆動機構に装着された 2 つのテープ・スプールの直径を測定する装置であって、当該測定装置は、光学的検出システムと、搬送機構と、コントローラと、を備えていて、

20

光学的検出システムは、その間に光学経路が形成されるように配置された、少なくとも 1 つの光エミッタと、少なくとも 1 つの光検出器と、を含み、

搬送機構は、光学的検出システムの少なくとも一部を支持しているとともに、上記光学経路が、測定されるスプールの配置されている空間を掃くように横切ることとなるように、駆動可能であり、

コントローラは、上記搬送機構を制御するものであって、搬送機構の各位置を検出し、搬送機構の各位置において検出器の出力が変化して、光学経路がスプールで遮断された状態と、光学経路がスプールで遮断されていない状態と、の 2 つの状態の間の変遷を示し、検出器の出力が変化することで検出された搬送機構位置からスプール直径を計算する、装置。

30

【請求項 5 2】

ハウジングと、プリントヘッドと、第 1 駆動機構と、ローラと、第 2 駆動機構と、コントローラと、を備えた印刷装置であって、

プリントヘッドは、プリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対的に移動可能なプリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、

第 1 駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッド支持部を駆動し、

ローラは、使用時に、印刷されるべき基板を、リボン経路側方のプリントヘッドから離れた位置に支持し、

40

第 2 駆動機構は、プリントヘッドを、プリントヘッド支持アッセンブリに対して相対的に印刷位置まで駆動し、当該印刷位置では、プリントヘッドの一部が、ローラに、またはプリントヘッドとローラとの間に位置する基板またはリボンのいずれかに圧接し、

コントローラは、第 1 駆動機構を調節して、ローラの回転軸に関するプリントヘッドの角度位置を調節する、印刷装置。

【請求項 5 3】

ローラに、またはプリントヘッドとローラとの間に位置する基板またはリボンのいずれかに、圧接する上記プリントヘッドの一部は、選択的に起動可能な印刷要素を含むプリントヘッド部分である、請求項 5 2 記載の印刷装置。

【請求項 5 4】

50

上記印刷要素は、プリントヘッドの一部に沿って線形に配置されている、請求項 5 3 記載の印刷装置。

【請求項 5 5】

線形に配置された上記印刷要素は、プリントヘッドのエッジに沿って、または、プリントヘッドのエッジに非常に近接して平行に、配置されている、請求項 5 4 記載の印刷装置。

【請求項 5 6】

ハウジングと、プリントヘッドと、第 1 駆動機構と、ピールオフ・ローラと、第 2 駆動機構と、を備えた印刷装置であって、

プリントヘッドは、プリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対的に移動可能なプリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、

第 1 駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッド支持部を駆動し、

ピールオフ・ローラは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、プリントヘッドとともに上記平行な方向に移動可能であり、

第 2 駆動機構は、プリントヘッドを、プリントヘッド支持アッセンブリおよびピールオフ・ローラに対して相対的に、プリンタリボン経路に隣接した印刷準備位置と印刷位置との間で移動させ、印刷位置では、プリントヘッドは、プリンタリボン経路上のプリンタリボンと当接し、

カム機構が設けられていて、当該カム機構は、プリントヘッド支持アッセンブリが所定位置へと移動した結果として係合し、かつ係合した場合に、それに起因して、プリントヘッドが、印刷準備位置から、ピールローラおよびプリンタリボン経路から離れた位置へと後退する、印刷装置。

【請求項 5 7】

プリントヘッドと、プリンタリボン駆動機構と、プリントヘッド押当て手段と、コントローラと、を備えた印刷装置であって、

プリンタリボン駆動機構は、プリントヘッドと、印刷される基板が前進する経路と、の間でプリンタリボンを前進させ、

プリントヘッド押当て手段は、プリンタリボン駆動機構内に支持されたりボンに、プリントヘッドを押し当てるものであって、プリントヘッドは、印刷要素のアレイを備えていて、各アレイは、選択的に起動されて、当該アレイと接触するリボン部分からインクを放出させ、

コントローラは、各印刷要素の起動、およびリボンの前進を制御して一連の印刷サイクルを実行し、各印刷サイクルは、印刷段階と非印刷段階とを含んでいて、印刷段階では、プリントヘッドとリボンとが相対的に移動することによって、プリントヘッドが所定のリボン長さに沿って縦断し、非印刷段階では、リボンがプリントヘッドに対して相対的に所定距離だけ前進し、

コントローラは、連続する複数の印刷サイクルにおいて、異なる印刷要素群を選択的に起動するように構成されていて、各印刷要素群は、異なる群が異なるリボン部分と接触することとなるように、プリントヘッド上に配列されていて、

コントローラは、リボンの上記所定距離だけの前進が、リボンの上記所定長さよりも短くなるように、リボンを前進させるように構成されていて、同じ印刷要素群が起動されているすべての 2 つの印刷段階の間のインターバル中に、リボンが、少なくとも上記所定のリボン長さだけ前進することとなるように、印刷要素の各群が起動される、印刷装置。

【請求項 5 8】

テープ駆動機構を制御する方法であって、当該テープ駆動機構は、

少なくとも一方がステッパモータである 2 つのモータと、

テープ・スプールが装着され、それぞれのモータで駆動される 2 つのテープ・スプール支持部と、

スプール支持部に装着された 2 つのスプール間で、テープが少なくとも一方向に搬送されるように、上記モータの起動を制御するコントローラと、を備えてなり、コントローラは、両方のモータを起動させて、テープのスプールをテープ搬送方向へ駆動するテープ駆動

10

20

30

40

50

機構である、制御方法。

【請求項 59】

プリンタに隣接する所定経路に沿って搬送される基板に、プリンタリボンからインクを転写する転写プリンタを制御する方法であって、当該転写プリンタは、プリンタリボン駆動機構と、プリントヘッドと、プリントヘッド駆動機構と、コントローラとを備えていて、プリンタリボン駆動機構は、第1および第2のリボン・スプールの間で、リボンを搬送し、

プリントヘッドは、リボンの片面と接触して、その反対面を所定経路上にある基板に当接させることとなるように配置されていて、

プリントヘッド駆動機構は、所定の基板搬送経路とほぼ平行に延在するトラックに沿ってプリントヘッドを搬送するとともに、プリントヘッドを、リボンに接触するように、あるいはリボンから離れるように移動させ、

コントローラは、印刷の間、プリントヘッドを静止状態でリボンと接触させて、リボンを所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送するようにプログラムされているか、あるいは、プリントヘッドが、リボンおよび所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送されるとともに、印刷の間、リボンと接触するように移動されることとなるようにプログラムされている転写プリンタである、制御方法。

【請求項 60】

スプール間でテープを搬送可能なテープ駆動機構に装着された2つのテープ・スプールの直径を測定する方法であって、

光学的検出システムは、その間に光学経路が形成されるように配置された、少なくとも1つの光エミッタと、少なくとも1つの光検出器と、を含んでいて、

搬送機構は、光学的検出システムの少なくとも一部を支持しているとともに、上記光学経路が、測定されるスプールの配置されている空間を掃くように横切ることとなるように、駆動可能であり、

コントローラは、上記搬送機構の検出部分を制御するものであって、搬送機構の各位置において検出器の出力が変化して、光学経路がスプールで遮断された状態と、光学経路がスプールで遮断されていない状態と、の2つの状態の間の変遷を示し、検出器の出力が変化することで検出された搬送機構位置からスプール直径を計算する、方法。

【請求項 61】

ハウジングと、プリントヘッド支持アッセンブリと、第1駆動機構と、ローラと、第2駆動機構と、コントローラと、を備えた印刷装置のプリントヘッドの位置を調整する方法であって、当該印刷装置は、

プリントヘッド支持アッセンブリ上に上記プリントヘッドが設けられていて、当該アッセンブリは、プリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対的に移動可能で、

第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッド支持部を駆動し、ローラは、使用時に、印刷されるべき基板を、リボン経路側方のプリントヘッドから離れた位置に支持し、

第2駆動機構は、プリントヘッドを、プリントヘッド支持アッセンブリに対して相対的に印刷位置まで駆動し、当該印刷位置では、プリントヘッドの一部が、ローラに、またはプリントヘッドとローラとの間に位置する基板またはリボンのいずれかに圧接し、

コントローラは、第1駆動機構を調節して、ローラの回転軸に関するプリントヘッドの角度位置を調節するものであり、

当該方法においては、

プリントヘッドをローラ近傍に配置して、テスト印刷を行ない、

第1駆動機構を調節することで、ローラの回転軸に関するプリントヘッドの角度位置を変更して、さらなるテストを行ない、

満足できる印刷品質が達成されるまで、調節およびテストが繰り返される、方法。

【請求項 62】

10

20

30

40

50

ハウジングと、プリントヘッド支持アッセンブリと、第1駆動機構と、ピールオフ・ローラと、第2駆動機構と、を備えた印刷装置において、プリンタリボン交換の間におけるプリントヘッドの後退を制御する方法であって、
プリントヘッド支持アッセンブリ上に上記プリントヘッドが設けられていて、当該アッセンブリは、プリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対的に移動可能で、

第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッド支持部を駆動し、
ピールオフ・ローラは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、プリントヘッドとともに上記平行な方向に移動可能であり、

第2駆動機構は、プリントヘッドを、プリントヘッド支持アッセンブリおよびピールオフ・ローラに対して相対的に、プリンタリボン経路に隣接した印刷準備位置と印刷位置との間で移動させ、印刷位置では、プリントヘッドは、プリンタリボン経路上のプリンタリボンと当接するものであり、

当該方法においては、

プリンタリボンの交換が必要となったとき、プリントヘッド支持アッセンブリが所定位置に移動させられ、

プリントヘッド支持アッセンブリが当該所定位置へと移動した結果として係合することとなるようにカム機構を配置し、当該カム機構が係合した場合に、それに起因して、プリントヘッドが、印刷準備位置から、ピールローラおよびプリンタリボン経路から離れた位置へと後退する、方法。

10

20

30

40

50

【請求項63】

プリントヘッドと、プリンタリボン駆動機構と、プリントヘッド押当て手段と、を備えた印刷装置において、印刷工程を制御する方法であって、

プリンタリボン駆動機構は、プリントヘッドと、印刷される基板が前進する経路と、の間でプリンタリボンを前進させ、

プリントヘッド押当て手段は、プリンタリボン駆動機構内に支持されたりボンに、プリントヘッドを押し当てるものであって、プリントヘッドは、印刷要素のアレイを備えていて、各アレイは、選択的に起動されて、当該アレイと接触するリボン部分からインクを放出させるものであり、

当該方法においては、

各印刷要素の起動、およびリボンの前進を制御することで、一連の印刷サイクルが実行され、各印刷サイクルは、印刷段階と非印刷段階とを含んでいて、印刷段階では、プリントヘッドとリボンとが相対的に移動することによって、プリントヘッドが所定のリボン長さに沿って縦断し、非印刷段階では、リボンがプリントヘッドに対して相対的に所定距離だけ前進し、

連続する複数の印刷サイクルにおいて、異なる印刷要素群が選択的に起動され、各印刷要素群は、異なる群が異なるリボン部分と接触することとなるように、プリントヘッド上に配列されていて、

リボンの上記所定距離だけの前進が、リボンの上記所定長さよりも短くなるように、リボンが前進させられ、

同じ印刷要素群が起動されているすべての2つの印刷段階の間のインターバル中に、リボンが、少なくとも上記所定のリボン長さだけ前進することとなるように、印刷要素の各群が起動される、方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、テープドライブおよび印刷装置、並びにその操作方法に関する。さらに詳しくは、キャリアに保持されたインクを使用する転写プリンタにおいて利用される、そのような装置および方法に関する。

【0002】

(背景技術)

転写プリンタにおいては、通常はプリンタリボンと呼ばれていて、その片面にインクを保持するテープがプリンタに装着される。プリントヘッドは、リボンの他方の面に接触して、インクをリボンから目標とする基板(例えば、紙や、可撓性のあるフィルム)へと転写する。工業上の印刷においては、熱転写ラベルプリンタおよび熱転写コーダーを使用して、可撓性のあるフィルムやカードから製造される包装材料等の基板上へ直接印刷を行なう。

【0003】

インクリボンは、通常は、コアの周囲に巻き付けたロール形態でエンドユーザに提供される。エンドユーザは、コアをテープスプール上に押し付けて装着し、自由端を引っ張って、一定長さのリボンを引き出し、当該自由端を他方のテープスプールに係合させる。一般的に、スプールは、簡単に印刷装置に装着することができるカセット上に設けられている。印刷装置は、2つのスプールを駆動する搬送手段を含んでいて、一方のスプールからリボンを解いて、他方のスプールへと巻上げる。印刷装置は、プリントヘッドを通過する所定経路に沿って、2つのスプール間でリボンを搬送する。

10

【0004】

上述のタイプの知られたプリンタは、リボンスプールをどのように駆動するかについての問題に対する広範囲に渡る異なるアプローチに依拠している。幾つかのプリンタはステッパモータに依拠しており、また別のプリンタは、スプールを直接または間接に駆動する直流モータに依拠している。一般的に知られた構成においては、リボンを巻上げるスプール(巻上スプール)のみが駆動され、リボンが引き出されるスプール(供給スプール)における“スリップクラッチ”を利用して抵抗力を付与し、これにより、印刷工程およびリボンの巻き工程においてリボンにテンションが作用することを確保し、また、リボンがリセット時にオーバーランすることを防止している。プリンタを適正に作動させるためには、適切なテンションを維持することが必須の要求である。

20

【0005】

リボン・ロールは、プリンタによって徐々に使用されるので、供給スプールの最初の外径は減少していき、巻上スプールの最初の外径は増大していく。本質的に一定の抵抗トルクを与えるスリップクラッチを利用した構成においては、リボンのテンションは、スプールの直径に比例して変動する。大きな供給スプールを利用して、リボン・ロールの取換え回数を最小限に抑えることが望ましいが、そのことは、とりわけ、高速なりボン搬送が要求される高速度装置においては、大きな問題である。

30

【0006】

リボン・テンションが動的に変動すると、スリップクラッチにより与えられるトルクに対する許容誤差は厳しくなる。スリップクラッチにおける時間経過による磨耗は、当該クラッチにおける抵抗力を変化させるので、そのような許容誤差を維持するのは困難である。クラッチ力が大きすぎると、新しい供給ロールが提供されてから同ロールが空になるまでの全ロール直径領域に渡って、リボンを駆動するリボン搬送システムの力が不適切となる。クラッチ力が小さすぎて、リボンが緩むと、供給スプールのオーバーランが発生する。これらの制約のため、一般的なプリンタ構成においては、リボン搬送システムの加速度、減速度、および最大速度に関する性能において、妥協が見られる。結果として、プリンタの全体的な性能が妥協的である。

40

【0007】

従来印刷装置の代表的な例は、米国特許第4、000、804号明細書、同第4、294、552号明細書、同第4、479、081号明細書、同第4、788、558号明細書、および英国特許第2310405号明細書に記載されている。

【0008】

米国特許第4、000、804号明細書に記載されたシステムは、供給スプールから巻上スプールへとリボンを搬送するものであって、一对の電子モータを備えている。各モータは、それぞれ、対応するスプールシャフトに接続されている。これらのモータは、直流モ

50

ータである。巻上スプールに接続されたモータは、定電流発電機から電流を供給されて、ほぼ一定のトルクでリボン巻上器を巻上げる。供給スプールに接続されたモータは、定電圧発電機から電圧を供給されて、リボン搬送の間にリボンにテンションを付与する。リボンが巻上スプールに完全に巻上げられると、切換えデバイスが2つのスピールの機能を逆転させる。以上の構成においては、リボン搬送の間における供給スプールおよび巻上スピールの直径の変化は考慮されておらず、したがって、リボン巻上器を供給スプールから巻上スプールへ完全に搬送する過程において、リボン・テンションが変動する。

【0009】

米国特許第4、294、552号明細書には、2つのスピールがそれぞれステップモータで駆動される双方向リボン・ドライブが開示されている。巻上スプールはステップモータで駆動されるが、供給スピールのモータには低レベルのドラッグ電流(drag current)が供給されて、リボンのテンションを維持する。各モータは、スプール直径の変動を補償するように積極的に制御されていない。

10

【0010】

米国特許第4、479、081号明細書に開示された構成においては、2つのステップモータが提供されていて、一方は巻上スプールを駆動し、他方は供給スプールに連結されている。フィードバック信号が供給スピールの角速度を指示し、ファンクション・テーブルが巻上スプールに供給すべきステップ・パルスの速度についての情報を与える。巻上スプールを駆動するステップモータによって、リボンが駆動される。他方のモータは、フィードバック・トランスデューサとして機能し、スプール直径の変化を考慮して、巻上スプールを駆動するモータが適切に制御されることを可能とし、リボン速度を一定に保つ。この構成によれば、例えば、安定したリボン搬送速度を達成すべく2つのスピール間に配置されるキャプスタン・ドライブは不要となるが、リボン搬送のためのトルクを提供するために一方のモータのみが駆動される。装置がプッシュ・プル・モードで作動し得るとの示唆はない。すなわち、巻上スプールを駆動するモータがリボン巻上器を引っ張るように作動し、供給スプールを駆動するモータが、関連するスピールをテープ搬送を助ける方向に押し出すこと、についての示唆はない。

20

【0011】

米国特許第4、788、558号明細書に開示されたリボン駆動機構は、2つの直流モータを備えていて、一方が巻上スプールを駆動し、他方が供給スプールを駆動する。リボンは、ステップモータで駆動される別の駆動ローラによって搬送される。供給スピールの直流モータは、ブレーキとして機能するものであって、テープ搬送を助けるものではない。すなわち、この構成は、従来からの構成であって、キャプスタン・ローラを使用してリボン搬送速度が制御される。そのような構成においては、既に説明したように、リボン・スピールの大きさに関連するフィードバック情報を与えて、所望のリボン・テンションを維持することは、比較的簡単なことである。しかしながら、システム全体が複雑となる。

30

【0012】

英国特許第2310405号明細書に開示された双方向のプリンタリボン駆動機構においては、ステップモータが巻上スプールを駆動する。リボン搬送の正確な制御は、アイドルローラを設けることで達成される。アイドルローラは、リボンと当接しながら回転し、したがって、リボン搬送速度を直接計測することが可能である。そのようなアイドルローラおよび関連する構成要素を設けると、システム全体が複雑化し、コストが増大する。

40

【0013】

知られているいずれの構成においても、工業上使用される高速転写印刷システムにおける要求をうまく処理することはできていない。これらいずれの構成においても、2つの方式のうちの一方式で作動する。すなわち、連続的な印刷、または間欠的な印刷である。いずれの作動方式においても、装置は、一連の印刷サイクルを繰返し行なう。各印刷サイクルは、インクが基板へと転写される印刷段階と、装置が次の印刷サイクルに向けた準備を行う非印刷段階と、を含む。

【0014】

50

連続的な印刷では、印刷段階において、静止したプリンタがプリンタリボンに接触させられる。このリボンの反対側の面は、像を印刷すべき基板に接触させられる。(連続的な印刷に関連して、“静止”という語は、プリントヘッドがリボンに当接したり離れたりするのための移動は行なうが、リボン経路に沿ってリボンが進む方向には相対的に移動しない、ということの意味する。) 基板およびプリンタリボンの両方がプリントヘッドを通過して搬送されるが、一般的に、両者が同一速度で搬送される必要はない。一般的には、プリントヘッドを通過して搬送された基板の比較的短い長さ部分に対してのみ印刷は行なわれる。したがって、リボンの浪費を避けるために、印刷操作と印刷操作との間において、リボンの搬送方向を逆転することが必要となる。このように、基板が一定速度で搬送される一般の印刷工程においては、プリントヘッドは、印刷すべき基板領域に隣接した位置にあるときにのみ突出してリボンと接触する。プリントヘッドが突出した直後に、リボンは、例えば基板の搬送速度にまで加速されなければならない。その後、リボン速度は、印刷段階の間、基板と同じ一定速度に維持されなければならない。印刷段階が完了した後、リボンを減速し、逆方向に駆動して、リボンの使用済領域がプリントヘッドの上流側に位置するようにしなければならない。印刷を行なうべき基板の次の領域が近づくと、リボンは、通常の印刷速度に戻るまで加速されなければならない。そして、プリントヘッドが印刷位置にまで進んだとき、前に使用された領域に隣接するリボンの未使用部分がプリントヘッドと基板との間に位置することとなるように、リボンの位置決めが行なわれなければならない。このように、リボンを両方向に、非常に迅速に加速および減速する必要がある。また、リボン駆動システムは、前に使用済となったリボン部分がプリントヘッドと基板との間に位置したときには、印刷操作が行なわれることを避けるために、リボンを正確に位置決めできなければならない。

【0015】

間欠的な印刷においては、基板は、ステップ方式でプリントヘッドを通過して前進する。各サイクルの印刷段階においては、基板およびリボンが静止している(リボンについては、一般的には静止しているが、必ずしも静止している必要はない)。基板、リボンおよびプリントヘッド間の相対移動は、プリントヘッドを基板およびリボンに対して相対的に移動させることで達成される。連続するサイクルの印刷段階と印刷段階との間において、基板が前進して、その印刷すべき次の領域がプリントヘッドの下方に位置する。また、リボンが前進して、その未使用部分がプリントヘッドと基板との間に位置する。プリントヘッドが前進して印刷操作を行なうとき、再度、リボンを迅速かつ正確に搬送して、基板とプリントヘッドとの間に未使用のリボンを常に位置させることが必要となる。

【0016】

リボンの加速、減速、速度、および位置決め精度に関して、高速転写プリンタにおける問題は、知られている駆動機構では、満足できる性能を高い信頼性をもって提供することが困難であるということである。同様の制約は、高速プリンタ以外の適用例においても存在する。したがって、本発明の目的は、高速生産ラインにおける要求に適合できる方法でプリンタリボンを搬送できるテープ駆動機構を提供することである。勿論、本発明のテープ駆動機構は、同様の高性能が要求される他の適用例にも使用可能である。

【0017】

(発明の開示)

本発明のテープ駆動機構は、少なくとも一方がステッパモータである2つのモータと、それぞれのモータで駆動されるテープ・スプールが装着される2つのテープ・スプール支持部と、スプール支持部に装着された2つのスプール間で、テープが少なくとも一方向に搬送されるように、上記モータの起動を制御するコントローラと、を備えてなる。コントローラは、両方のモータを起動させて、テープのスプールをテープ搬送方向へ駆動する。

【0018】

本発明のテープ駆動機構は、2つのテープ・スプールを駆動して、テープ搬送の間にテープを駆動する両方のモータに依拠している。つまり、2つのモータは、プッシュ・プル方式で作動する。これにより、非常に高速な加速および減速が可能となる。搬送されるテ

ブのテンションは、駆動モータを制御して決定されるので、巻上スプールと供給スプールとの間でテープと接触する必要があるいかなる要素にも依存しない。このように、全体として非常にシンプルな機械アセンブリを達成することができる。両方のモータを用いてテープ搬送を行なうので、比較的小さくて、従って低コストでコンパクトなモータを使用することが可能となる。

【0019】

各スプールの実際の回転方向は、スプールへのテープの巻付方向に依存する。もし、両方のスプールが同じ方向に巻かれていれば、両スプールは、同一方向に回転してテープを搬送する。もし、両方のスプールが互いに逆方向に巻かれていれば、両スプールは、逆方向に回転してテープを搬送する。いずれの構成においても、両方のスプールがテープ搬送方向に回転する。

10

【0020】

コントローラは、スプール間でテープを両方向に搬送するようモータを制御するように構成されていることが好ましい。両方のモータがステップモータであってもよい。コントローラは、スプール支持部に装着されたスプール間を搬送されるテープのテンションをモニタリングして、モニタリングされたテンションを所定の限界値と限界値との間に維持するようにモータを制御してもよい。少なくとも一方のモータに供給される電力をモニタリングして、モニタリングされた電力からテープ・テンションの推定値を計算する手段が設けられていることが好ましい。例えば、2つのステップモータが設けられている場合、電源からの電力は、ステップモータの駆動手段に送られる。この駆動手段は、ステップモータの巻線に連続的に電流を供給するものである。電源からの電力は、モータおよび（または）モータ駆動手段に供給される電圧および（または）電流をモニタリングする手段によってモニタリングされる。モータの巻線に供給される電流および電圧は、使用されているモータ駆動手段のタイプや特性とは無関係に、モータに作用する負荷に依存して変動する。このような理由から、ほぼ一定の電圧をステップモータ駆動手段に供給する調整された電源を設けることが好ましく、また、電源からステップモータ駆動手段に供給される電流の大きさをモニタリングすることが好ましい。

20

【0021】

各ステップモータは、それぞれのモータ駆動回路によって起動されることが好ましい。各モータ駆動回路には、それぞれ、低抵抗レジスタが直列接続されていて、これらの低抵抗レジスタを超えることで増加する電圧信号をモニタリングすることで、モータへ供給される電流がモニタリングされる。電圧信号は、デジタル信号に変換されて、マイクロコントローラに供給される。マイクロコントローラは、モータ駆動回路に供給される一連のモータ制御パルスの発生を制御する。所定時間に渡って電流がモニタリングされるが、モニタリングは、テープ搬送速度がほぼ一定である時間帯においてのみ行なわれることが好ましい。上記モニタリングが行なわれる所定時間は、所定のテープ搬送長さに対応している。

30

【0022】

各ステップモータに対して、テープ負荷がない状態での一連のステップ速度のそれぞれにおける消費電力を表すキャリブレーション・データを記録してもよい。また、テープ・テンションの測定値は、モータのステップ速度の測定値、当該ステップ速度に関連するキャリブレーション・データ、およびモータの消費電力を参照して計算してもよい。

40

【0023】

テープスプールの外径を直接モニタリングして、モニタリングした外径を考慮してテープ・テンションを計算してもよい。相互に近い複数の直径のそれぞれに対して、外径をモニタリングしてもよく、それによって、スプールの偏心を検出することができ、したがって、スプールの周囲長を正確に計算できる。

【0024】

テンション t の測定値は、2つのモータに供給される電力の測定値、スプール半径の測定値、および2つのモータのステップ速度に関連するキャリブレーション係数から計算されてもよい。キャリブレーション・スケール係数を使用して、計算されたテンションを

50

より解釈可能な値に変換してもよい。好ましくは、コントローラが制御アルゴリズムを実行して、スプール間に延在するテープ部分に加えられ、あるいは除去されるべきテープ長さを計算し、 t の値を所定の限界値と限界値との間に維持する。また、これによって、ステップモータが制御されて、計算されたテープ長さを、スプール間に延在するテープに加え、あるいは除去する。

代わりの構成として、2つのモータに供給される電流の差を測定して、当該差の値に基づいて、モータのステップ動作を制御してもよい。電流差の測定値は、単純に一方の電流値から他方の電流値を引算した結果であってもよいし、測定された2つの電流値の比に関連するものであってもよい。上記差の値が一連の各許容帯域内（各帯域は、上限値と下限値で規定される）にある間、モータ速度が一定に維持されてもよい。そして、許容帯域は、スプール外径の比率に基づいて調整されてもよい。

制御手段が制御アルゴリズムを実行して、スプール間に延在するテープ部分に対して加えられ、あるいは除去されるべきテープ長さを計算して、差の測定値を上限値と下限値との間に維持してもよい。また、これによりステップモータが制御されて、計算された長さのテープ部分が、スプール間に延在するテープ部分に対して加えられ、あるいは除去される。

【0025】

テープ幅に対応する値が入力されてもよく、上記所定の限界値がこのテープ幅を考慮して調整されてもよい。例えば、制御アルゴリズムがゲイン定数を含んでいて、このゲイン定数を調整することでテープ幅が考慮されてもよい。制御アルゴリズムは、周期的に作動してもよく、その場合には、1つのサイクルにおいては、加えられるべき、または除去されるべきテープ長さが計算され、次のサイクルにおいては、モータが制御されてスプール間のテープ量が調節される。このアプローチは、受け入れられる。その理由は、スプール間のテープ長さは、テンションに無関係な第1の近似値であるが、テープを引き伸ばすということは、スプール間に延在するテープ部分にテープが加えられたとき、当該部分は、テンションがゼロになるまで引伸力を弱めることで、吸収されるということの意味からである。ある一定のテンション下において、細いテープは、太いテープの場合よりも引き伸ばされる。したがって、スプール間にテープを加えたり、除去したりすることによるテンションの変化は、太いテープの場合よりも、細いテープの場合の方が小さい。

【0026】

テンションをモニタリングすると、テンションの測定値が許容出来る下限値を下回った場合に、不良を表示する出力を発生して、例えば、テープの破損を知らせることができる。

【0027】

光学的検出システムを使用して、スプール直径をモニタリングしてもよい。光学検出システムは、その間に光学経路が形成されるように配置された少なくとも1つの光エミッタおよび少なくとも1つの光検出器と、搬送機構と、コントローラと、を備える。搬送機構は、上記光学的検出システムの少なくとも一部を支持していて、測定されるべきスプールが位置している空間を掃くように上記光学経路が移動することとなるように駆動される。コントローラは、上記搬送機構を制御するものであって、搬送機構の各位置を検出する。搬送機構の各位置において検出器の出力が変化して、光学経路がスプールで遮断された状態と、光学経路がスプールで遮断されていない状態と、の2つの状態の間の変遷を示す。そして、検出器の出力が変化することで検出された搬送機構位置から、スプール直径を計算する。

【0028】

エミッタおよび検出器の一方が搬送機構上に設けられていて、他方が、テープ・スプールに対して相対的に固定された位置に配置されていてもよい。代わりの構成として、エミッタおよび検出器の両方を搬送機構上に設け、エミッタと検出器との間に構成されるべき光学経路をミラーによって形成してもよい。このミラーは、搬送機構から離れてスプールの側方に配置されていて、エミッタからの光を反射させて検出器に返すように構成されている。第1位置にある各スプールについてスプール直径を計測し、その後、一方のスプール

10

20

30

40

50

を例えば30°回転させて、再度、各スプールの直径を測定し、これを繰り返してもよい。これにより、スプールの偏心および外周長を正確に評価することができる。

【0029】

本発明は、上記搬送機構が転写リボンプリンタのプリントヘッド搬送機構である場合に特に、有効に適用可能である。そのような装置における各スプールの比率は、直径計測手段の比率に基いて計算できる。比率計算手段は、第1ステッパモータが巻上スプールを駆動できるようにするとともに、第2ステッパモータが供給スプールを駆動できないようにして、第2ステッパモータをジェネレータ手段として機能させる手段と、第2ステッパモータから同モータのモータ速度に比例したパルスレートのパルスを発生させる手段と、発生したパルスを検出して、第2ステッパモータの回転の測定値を生じさせる手段と、第1ステッパモータのステッピングをモニタリングして、第1ステッパモータの回転の測定値を生じさせる手段と、両ステッパモータの回転の測定値を比較して、両スプールの外径の比率を計算する手段と、を含んでいる。

10

【0030】

テープ駆動機構の多数の操作サイクル（その間、テープはスプール間を搬送される。）の後で、少なくとも一方のスプールの最新の直径が、最初にモニタリングした両スプールの直径比率、2つのスプール直径における電流比率、および少なくとも一方のスプールの最初にモニタリングした直径、から計算されてもよい。

【0031】

プリンタに隣接する所定経路に沿って搬送される基板に、インクをプリンタリボンから転写する転写プリンタに対して、本発明のテープ駆動機構が組み込まれた場合には、上記テープ駆動機構は、第1および第2のリボン・スプール間でリボンを搬送するプリンタリボン駆動機構として作用する。そして、プリンタは、さらに、プリントヘッド、プリントヘッド駆動機構、およびコントローラを備える。プリントヘッドは、リボンの片面と接触して、その反対面を、所定経路上にある基板に対して押し付けるように構成されている。プリントヘッド駆動機構は、プリントヘッドを、所定の基板搬送経路とほぼ平行に延在するトラックに沿って搬送するとともに、プリントヘッドを、リボンと接触するように、あるいはリボンから離れるように移動させる。コントローラは、プリンタリボン駆動機構およびプリントヘッド駆動機構を制御する。コントローラは、印刷の間、プリントヘッドを静止状態でリボンと接触させて、リボンを所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送するようにプログラムされるか、あるいは、プリントヘッドが、リボンおよび所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送されるとともに、印刷の間、リボンと接触するように移動されることとなるようにプログラムされる。

20

30

【0032】

駆動機構が双方向のもので、リボンが第1スプールから第2スプールへと、または、第2スプールから第1スプールへと搬送されてもよい。

【0033】

トラックに沿って移動可能なプリントヘッド・キャリッジ上にプリントヘッドが設けられている場合には、交換可能な第1および第2のキャリッジが設けられていてもよい。両キャリッジは、以下を実現できるような形状とされている。すなわち、一方のキャリッジがトラック上の所定位置にある場合には、基板搬送経路に沿って一の方向に移動する基板に対する印刷が可能となるように、プリントヘッドは配置される。また、他方のキャリッジがトラック上の所定位置にある場合には、基板搬送経路に沿って他の方向に移動する基板に対する印刷が可能となるように、プリントヘッドは配置される。

40

【0034】

ハウジング、プリントヘッド、第1駆動機構、ローラ、第2駆動機構、およびコントローラを備える印刷装置に対して、テープ駆動機構が組み込まれてもよい。プリントヘッドは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、当該アッセンブリは、リボンがテープ駆動機構によって駆動されるプリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対移動可能である。第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッ

50

ド支持部を移動させる。ローラは、使用時に、印刷されるべき基板を、リボン経路の側方において、プリントヘッドから離れた状態に支持する。第2駆動機構は、プリントヘッドの一部がローラに圧接し、あるいは、基板またはリボンがプリントヘッドとローラとの間に位置するまで、プリントヘッド支持アッセンブリに対して相対的に、プリントヘッドを移動させる。コントローラは、第1駆動機構を調節して、ローラの回転軸に関するプリントヘッドの角度位置を調節する。

【0035】

プリントヘッドは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられることが好ましい。当該アッセンブリは、リボンがテープ駆動機構によって駆動されるプリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対移動可能である。第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的に、プリントヘッド支持部を移動させる。ピールオフ・ローラが、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、プリントヘッドとともに上記平行方向に移動可能である。第2駆動機構は、プリンタリボン経路に隣接する印刷準備位置と、プリントヘッドが経路上のプリンタリボンに当接する印刷位置と、の間において、プリントヘッド支持アッセンブリおよびピールオフ・ローラに対して相対的に、プリントヘッドを移動させる。カム機構が設けられていて、当該カム機構は、プリントヘッド支持アッセンブリが所定位置まで移動した結果として係合し、かつ係合したとき、当該係合に起因して、プリントヘッドは、印刷準備位置から遠ざかって、ピールローラおよびプリンタリボン経路から離れた位置へ移動する。

10

【0036】

カム機構は、ハウジング内に設けられていてスロットを規定するプレートと、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられた回動部材から延在するピンと、から構成されていてもよい。プリントヘッド支持アッセンブリが上記所定位置まで移動したことの結果として、ピンがスロット内に係合すると、回動部材が、同部材がプリントヘッドを支持する第1位置から、ピールローラおよびプリンタリボン経路から離れた位置へとプリントヘッドが自由移動できることとなる第2位置へ、と回転する。

20

【0037】

回動部材は、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられた移動可能部材上に設けられていてもよい。回動部材が第1位置にあるときに、移動可能部材が退避位置から突出位置へと移動すると、それに起因して、プリントヘッドが印刷準備位置から印刷位置へと移動する。

30

【0038】

印刷装置は、さらに、駆動機構に支持されたリボンへとプリントヘッドを当接させる手段と、コントローラとを含んでもよい。プリントヘッドは、印刷要素のアレイを備えていて、印刷要素のそれぞれが選択的に起動されて、当該要素に当接するリボン部分からインクを放出させる。コントローラは、印刷要素の起動、およびリボンの前進を制御して、一連の印刷サイクルを実行する。各印刷サイクルは、印刷段階と非印刷段階とを含んでいて、印刷段階においては、プリントヘッドとリボンとの相対移動に起因して、プリントヘッドが所定のリボン長さ部分を縦断する。非印刷段階においては、リボンは、プリントヘッドに対して相対的に所定距離だけ前進する。コントローラは、連続する印刷サイクルにおいて、異なる印刷要素群を選択的に起動するように構成されている。それぞれの印刷要素群は、異なる群が異なるリボン部分と当接することとなるように、プリントヘッドに配置されている。また、コントローラは、リボンの上記所定距離の前進が、リボンの上記所定長さよりも短くなるよう、リボンを前進させるように構成されている。同じ印刷要素群が起動されているすべての2つの印刷段階の間のインターバル中において、リボンが少なくとも上記所定長さだけ前進することとなるように、各印刷要素群は起動される。リボンの上記前進距離がリボンの上記所定長さの半分となるように、2つの印刷要素群が提供されていてもよい。

40

【0039】

上述したように、連続的な印刷システムと間欠的な印刷システムの間には、根本的な相

50

違がある。これまでの工業上の適用においては、印刷装置は、連続的な印刷に使用できるか、または間欠的な印刷に利用できるかであって、1つの印刷装置で両方の機能を実行できるものはない。これら2つの適用例に要求される2つのタイプの印刷装置間における根本的な相違は、一方（連続的印刷）においては、プリントヘッドが静止している（静止という語は、上述した意味で用いている）が、他方（間欠的な印刷）においては、プリントヘッドが移動可能でなければならない、ということである。その結果、特定の生産ラインが、例えば間欠的な印刷ラインから、連続的な印刷ラインへと転換される場合には、印刷のための装備をすべて取り替える必要がある。これは、そのような装備のユーザに、かなりのコスト負担を強いる。

【0040】

本発明の1つの目的は、上に概略的に説明した問題を除去または軽減することである。

【0041】

本発明の第2の局面によれば、プリンタに隣接する所定経路に沿って搬送される基板に、プリンタリボンからインクを転写する転写プリンタが提供される。この転写プリンタは、プリンタリボン駆動機構と、プリントヘッドと、プリントヘッド駆動機構と、コントローラとを備える。プリンタリボン駆動機構は、第1および第2のリボン・スプールの間で、リボンを搬送する。プリントヘッドは、リボンの片面と接触して、その反対面を所定経路上にある基板に当接させることとなるように配置されている。プリントヘッド駆動機構は、所定の基板搬送経路とほぼ平行に延在するトラックに沿ってプリントヘッドを搬送するとともに、プリントヘッドを、リボンに接触するように、あるいはリボンから離れるように移動させる。コントローラは、プリンタリボンおよびプリントヘッド駆動機構を制御する。コントローラは、印刷の間、プリントヘッドを静止状態でリボンと接触させて、リボンを所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送するようにプログラムされるか、あるいは、プリントヘッドが、リボンおよび所定の基板搬送経路に対して相対的に搬送されるとともに、印刷の間、リボンと接触するように移動されることとなるようにプログラムされる。

【0042】

このように、本発明の第2の局面により、連続的な印刷および間欠的な印刷の両方に使用するのに十分に多機能な印刷装置が提供される。

【0043】

上記本発明の第2局面の転写プリンタは、前述した本発明の第1局面における特徴のいずれか、またはその全てとともに組み合わせて使用することができる。特に、駆動機構は、双方向であって、2つのステッパモータを含んでいてもよい。2つのステッパモータは、それぞれが第1および第2のリボン・スプールの一方をテープ搬送方向に駆動する。リボン・テンションをモニタリングして、モニタリングされたテンションが所定の限界値と限界値との間に維持されるようにステッパモータを制御してもよい。プリントヘッド駆動機構は、プリントヘッドに連結されたさらに別のステッパモータを含んでいてもよく、プリントヘッドは、トラックに沿って移動可能なキャリッジ上に設けられていてもよい。さらに、相互に交換可能な第1および第2のキャリッジを設けて、基板搬送経路に沿ういずれの方向に移動する基板に対しても印刷可能としてもよい。プリントヘッドに隣接して設けられたピールオフ・ローラは、プリントヘッドに対して、その位置を反転させることが可能であってもよい。

【0044】

概略的に上述したように、プリンタリボン等のテープを2つのスプール間で搬送するのに使用されるテープ駆動機構においては、テープを一方のスプールから他方のスプールへと搬送するうちに、各スプールの直径が変化していく。このことは、2つのスプールの相対速度に大きな影響を与えるが、テープをテンション下に維持する場合には、当該相対速度を維持しなければならない。この影響を考慮して、多様な試みがなされてきた。例えば、米国特許第4、479、081号明細書に記載されたものである。しかしながら、知られている試みのいずれもが、2つのモータがプッシュ-プル方式で作動する構成において、

10

20

30

40

50

スプール直径の信頼できる正確な測定値を得て、それにより、駆動モータ速度の正確で適切な制御を可能とする、には満足できるものではない。知られたシステムの幾つかは、初期状態が常に同じ（例えば、外径が既知の新しい供給スプールが、空の巻上スプールに接続される）であるテープ駆動機構に対してうまく機能する。しかしながら、多くの適用例においては、殆どの場合、使用者が装置に装着するテープは、その一部が使用済であって、初期の外径が既知である供給スプールの一部分が巻上スプールに巻上げられたものである。

【0045】

本発明の目的の1つは、以上のような問題を除去または軽減することである。

【0046】

本発明の第3の局面により、スプール間でテープを搬送可能なテープ駆動機構に装着された2つのテープ・スプールの直径を測定する装置が提供される。この測定装置は、光学的検出システムと、搬送機構と、コントローラと、を備える。光学的検出システムは、その間に光学経路が形成されるように配置された、少なくとも1つの光エミッタと、少なくとも1つの光検出器と、を含む。搬送機構は、光学的検出システムの少なくとも一部を支持しているとともに、上記光学経路が、測定されるスプールの配置されている空間を掃くように横切ることとなるように、駆動可能である。コントローラは、上記搬送機構を制御するものであって、搬送機構の各位置を検出する。搬送機構の各位置において検出器の出力が変化して、光学経路がスプールで遮断された状態と、光学経路がスプールで遮断されていない状態と、の2つの状態の間の変遷を示す。そして、検出器の出力が変化することで検出された搬送機構位置から、スプール直径を計算する。

10

20

【0047】

本発明の第3局面によれば、スプールのサイズを正確に測定することが可能となる。移動可能なプリントヘッドを備えた転写プリンタ等の装置においては、移動可能な構成要素は、移動可能なプリントヘッド上に簡単に設けることができ、したがって、装置の通常機能に関して必要となる構成要素に加えて、追加的な電気機械的構成要素は必要とされない。

【0048】

上記本発明の第3局面の装置は、前述した本発明の第1および第2の局面における特徴のいずれかと組み合わせて使用することができる。

30

【0049】

例えば転写プリンタにおいて使用されるプリントヘッドは、特に高速印刷において、高品質の印刷を実現するためには、印刷される基板を支持するプラテンに対して、正確に位置決めされなければならない。僅か数°の角度のズレが、印刷の品質に大きく影響する。この問題を解決するための従来のアプローチにおいては、適当な支持アッセンブリ上の正確な公称位置にプリントヘッドを配置した後、テスト印刷を行って印刷品質を確認し、そして、プリントヘッドの位置を機械的に調整して、印刷品質が最大限とされる。この場合、設置者は、例えばスペーサを用いて、非常に細かな機械的調整を行わなければならない。これは、非常に時間のかかる作業である。

【0050】

本発明の目的の1つは、以上のような問題を除去または軽減することである。

40

【0051】

本発明の第4の局面によれば、ハウジングと、プリントヘッドと、第1駆動機構と、ローラと、第2駆動機構と、コントローラと、を備えた印刷装置が提供される。プリントヘッドは、プリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対的に移動可能なプリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられている。第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的にプリントヘッド支持部を駆動する。ローラは、印刷されるべき基板を、リボン経路側方のプリントヘッドから離れた位置に支持する。第2駆動機構は、プリントヘッドを、プリントヘッド支持アッセンブリに対して相対的に印刷位置まで駆動する。印刷位置では、プリントヘッドの一部が、ローラに、またはプリントヘッドとローラとの間に位置す

50

る基板またはリボンのいずれかに、圧接する。コントローラは、第1駆動機構を調節して、ローラの回転軸に関するプリントヘッドの角度位置を調節する。

【0052】

ローラに、またはプリントヘッドとローラとの間に位置する基板またはリボンのいずれかに、圧接する上記プリントヘッドの一部は、選択的に起動可能な印刷要素を含むプリントヘッド部分であることが好ましい。印刷要素は、上記プリントヘッドの一部に沿って、例えば、プリントヘッドのエッジに沿って、線形に配置されていてもよい。また、印刷要素は、プリントヘッドのエッジに非常に近接して、平行に配置されていてもよい。

【0053】

操作において、最初に設置者は、プリントヘッドの位置を、高品質の印刷が期待できる通常位置に合わせる。その後で、テスト印刷を行なって、印刷の品質を評価する。さらに、プリントヘッド支持部をハウジングに対して移動させた後、次の印刷を行なう。以上の操作を、印刷品質が最大限となるまで繰り返す。設置者は、支持部上でのプリントヘッドの位置を微調整する必要はない。

10

【0054】

上記本発明の第4局面の印刷装置は、前述した本発明の第1、第2、および第3の局面における特徴のいずれかと組み合わせて使用することができる。

【0055】

多くのテープ駆動機構、特にリボン印刷装置においては、新しいプリンタリボンの搭載は、プリンタリボンを非線形の経路に沿って正確に位置合わせしなければならないので、困難な工程となる。交換用プリンタリボンは、関連する印刷装置に所定の向きで簡単に装着できるように設計されたカセット内に装着されることが多い。そのような構成においては、一般的に、カセット上の支持部間に延在するリボンの長さ部分を、プリントヘッドとピールオフ・ローラとの間に位置合わせすることが必要となる。プリントヘッドおよびピールオフ・ローラが互いに離れるように移動して、リボン挿入のために十分広いトラックを提供することが可能でない限り、このことを達成するのは困難である。

20

【0056】

カセットが印刷装置に装着されるときに作動するレバー機構を用いて、プリントヘッドまたはピールオフ・ローラを移動させることができる構成を提供することは知られている。例えば、カセットが機械的なラッチで所定位置に保持されている場合、ラッチを解除すると、プリントヘッドおよびピールオフ・ローラが互いに離れるように移動する。一方、ラッチが係合している場合には、両者が一体となって印刷準備位置へと移動する。

30

【0057】

そのような構成は、性能という点では満足できるものであるが、貴重な空間がレバー機構で占められて、大きな直径のテープ・スプールについて利用できる空間が少なくなるという点では不利である。

【0058】

本発明の目的の1つは、以上のような問題を除去または軽減することである。

【0059】

本発明の第5の局面によれば、ハウジングと、プリントヘッドと、第1駆動機構と、ピールオフ・ローラと、第2駆動機構と、を備えた印刷装置が提供される。プリントヘッドは、プリンタリボン経路と平行な方向に、ハウジングに対して相対的に移動可能なプリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられている。第1駆動機構は、ハウジングに対して相対的にプリントヘッド支持部を駆動する。ピールオフ・ローラは、プリントヘッド支持アッセンブリ上に設けられていて、プリントヘッドとともに上記平行な方向に移動可能である。第2駆動機構は、プリントヘッドを、プリントヘッド支持アッセンブリおよびピールオフ・ローラに対して相対的に、プリンタリボン経路に隣接した印刷準備位置と印刷位置との間で移動させる。印刷位置では、プリントヘッドは、プリンタリボン経路上のプリンタリボンと当接する。カム機構が設けられていて、当該カム機構は、プリントヘッド支持アッセンブリが所定位置へと移動した結果として係合し、かつ係合した場合に、それに起因

40

50

して、プリントヘッドが、印刷準備位置から、ピールローラおよびプリンタリボン経路から離れた位置へと後退する。

【0060】

本発明の第5局面の構成によれば、プリンタリボンを保持するカセットが交換されるとき、電気信号を発生させて、プリントヘッド支持アッセンブリを所定位置（“ドック”位置）へと移動させることができる。これにより、自動的にプリントヘッドがピールオフ・ローラから離れるように後退して、プリントヘッドとピールローラとの間に簡単にテープを装着することができる。

【0061】

上記本発明の第5局面の印刷装置は、前述した本発明の第1、第2、第3、および第4の局面における特徴のいずれかと組み合わせて使用することができる。 10

【0062】

印刷装置に関連する他の課題は、連続する印刷サイクルの印刷段階と印刷段階との間のインターバルにおいて、十分なテープ搬送速度を得ることである。幾つかの例においては、1つの印刷サイクルの間にプリントヘッドによって縦断されるリボン長さに等しい距離だけ、プリンタリボンを搬送するのに要する時間が、全体的な装置速度に対する制限要因となっている。連続する2つの印刷サイクルの間にリボンを前進させる距離を減じることができれば、有利である。

【0063】

本発明の第6の局面によれば、プリントヘッドと、プリンタリボン駆動機構と、プリントヘッド押当て手段と、コントローラと、を備えた印刷装置が提供される。プリンタリボン駆動機構は、プリントヘッドと、印刷される基板が前進する経路と、の間でプリンタリボンを前進させる。プリントヘッド押当て手段は、プリンタリボン駆動機構内に支持されたリボンに、プリントヘッドを押し当てる。このプリントヘッドは、印刷要素のアレイを備えていて、各アレイは、選択的に起動されて、当該アレイと接触するリボン部分からインクを放出させる。コントローラは、各印刷要素の起動、およびリボンの前進を制御して、一連の印刷サイクルを実行する。各印刷サイクルは、印刷段階と非印刷段階とを含んでいて、印刷段階では、プリントヘッドとリボンとが相対的に移動することによって、プリントヘッドが所定のリボン長さだけ反対方向に移動する。非印刷段階では、リボンがプリントヘッドに対して相対的に所定距離だけ前進する。コントローラは、連続する複数の印刷 20
30
サイクルにおいて、異なる印刷要素群を選択的に起動するように構成されている。各印刷要素群は、異なる群が異なるリボン部分と接触することとなるように、プリントヘッド上に配列されている。さらにコントローラは、リボンの上記所定距離だけの前進が、リボンの上記所定長さよりも短くなるように、リボンを前進させるように構成されている。同じ印刷要素群が起動されているすべての2つの印刷段階の間のインターバル中に、リボンが、少なくとも上記所定のリボン長さだけ前進することとなるように、印刷要素の各群は起動される。

【0064】

印刷要素が2つの群を構成している場合（例えば、線形のプリントヘッドを横断してピクセルが1つおきに交互に配置されている場合）には、1つの印刷サイクルにおいて1つの群を用いて像が印刷され、リボンは、第1サイクルにおいてプリンタによって縦断されるリボン長さの半分の長さだけ前進させられる。第2サイクルにおいては、他方の群を用いて第2の像が印刷され、リボンは、再度、プリントヘッドの縦断距離の半分の長さだけ前進させられる。そして、第3の印刷サイクルにおいては、第1群が起動され、以下、同様に繰り返される。このように、連続する印刷サイクルと印刷サイクルとの間における最大のテープ搬送距離は、従来の印刷システムにおいて必要とされていたものの半分とすることができる。 40

【0065】

上記本発明の第6局面の印刷装置は、前述した本発明の第1、第2、第3、第4、および第5の局面における特徴のいずれかと組み合わせて使用することができる。 50

【0066】

印刷要素が3群に構成されている場合には、連続するサイクル間におけるテープの前進距離は、1サイクル中にプリントヘッドにより縦断されるリボン長さの1/3に抑えることができる。

【0067】

(発明を実施するための最良の形態)

本発明の具体例を、添付の図面を参照して、例示として説明する。

【0068】

図1に概略的に示した本発明のプリンタは、破線で示したハウジング1を備える。ハウジング1は、第1シャフト2および第2シャフト3を保持している。ハウジングには、移動可能なプリントヘッド4も装着されていて、プリントヘッド4は、矢印5で示したように、直線トラックに沿って移動可能である。プリンタリボン6は、スプール7から延びて、ローラ9および10を経て、第2スプール11へと至る。スプール7は、シャフト2で駆動されるマンドレル8に支持されていて、スプール11は、シャフト3で駆動されるマンドレル12に支持されている。リボン6は、ローラ9と10の間において、プリントヘッド4の前面に延びる経路を通過する。基板13は、その上でプリントが行なわれるものであるが、ローラ9と10の間において、リボン6と平行な経路を移動する。このとき、リボン6は、プリントヘッド4と基板13との間に位置する。

10

【0069】

シャフト2はステッパモータ14で駆動され、シャフト3はステッパモータ15で駆動される。別のステッパモータ16は、その直線トラック上で、プリントヘッド4の位置を制御する。後に詳述するように、コントローラ17は、ステッパモータ14、15、16のそれぞれを制御し、これらのステッパモータは、矢印18で示したように、プリンタリボン6を両方向に駆動することが可能である。

20

【0070】

図1に示した形態では、スプール7および11は同一方向に巻かれており、したがって、同じ方向に回転することでテープを移動させる。図1Aは、図1のドライブ・システムに対する変形例を示しており、両スプールは反対方向に巻かれている。つまり、反対方向に回転することでテープを移動させる。このように、第1スプール7が時計方向に回転し、第2スプール11が反時計方向に回転することで、第1スプール7から第2スプール11へとプリンタリボン6を搬送する。

30

【0071】

後に詳述するように、図1に概略的に描いたプリンタは、連続的な印刷および間欠的な印刷の両方に対して使用することができる。連続的な印刷では、基板13は連続的に移動する。印刷サイクルの間、プリントヘッドは静止しているが、リボンが移動し、サイクルの進行に伴って新しいリボンがプリントヘッドへと供給される。

これに対して、間欠的な印刷においては、各印刷サイクル中、基板は静止している。基板とプリントヘッドとの間に要求される相対的な移動は、印刷サイクル中にプリントヘッドが移動することで実現される。印刷サイクル中、プリントヘッドはほぼ静止している。いずれの印刷においても、印刷サイクルと印刷サイクルとの間において、リボン6を迅速に進め、あるいは戻し得ることが必要となる。これにより、新しいリボンがプリントヘッドへと供給して、リボンの浪費を最小限に抑えることができる。印刷装置の作動速度は決まっており、また、すべての印刷サイクルにおいて、プリントヘッドと基板との間に新しいリボンが供給されるべきこと、を考慮すれば、両方の方向にリボン6を高速に加速させることができ、かつプリントヘッドに対してリボンを正確に位置決めできることが必要となる。図1に示した構成では、基板は、矢印19で示したように右方向にのみ移動する。しかし、後述するように、この装置は、図1において左方向に移動する基板への印刷に、迅速に適合させることが可能である。

40

【0072】

図1の概略図でその概要を説明したプリンタを構成する電気機械的要素を、図2、3、4

50

を参照して説明する。プリンタハウジング 1 はケーシング 20 を備え、ケーシング 20 内では、カバープレート 21 の後方に、後述する多様な電子部品が収容されている。シャフト 2 および 3 は、カバープレート 21 の開口を通過して突出しており、ガイドピン 9 a および 10 a は、カバープレート 21 から突出している。プリントヘッド 4 は、カバープレート 21 の上方に設けられている。プリントヘッド 4 は、カバープレート 21 に対する相対位置が固定された直線トラック 22 に沿って移動可能なアッセムブリの一部である。プリントヘッド・アッセムブリの位置を制御するステップモータ 16 は、カバープレート 21 の後方に配置されているが、プーリーホイール 23 を駆動する。プーリーホイール 23 は、別のプーリーホイール 25 との間に延びるベルト 25 を駆動する。このベルトは、プリントヘッド・アッセムブリに固定されている。

10

したがって、図 4 において、プーリー 23 が時計方向に回転すると、プリントヘッド・アッセムブリは図 4 中左側へと駆動される。反対に、図 4 において、プーリー 23 が反時計方向に回転すると、プリントヘッド・アッセムブリは図 4 中右側へと駆動される。プーリーホイール 23、25 および直線トラック 22 は、カバープレート 21 から上方に延びる硬質ブラケット 26 上に設けられている。

図 2 は、シャフト 2 および 3 に取り付けられたドライブディスクを示している。ドライブディスクは、半径方向に間隔をおいたソケットを規定していて、これがリボンスプール 8 および 12 と係合する。図 4 では、ドライブディスクは取り外されていて、ステップモータ 14 および 15 の上面が示されている。

【0073】

20

図 3 には、カセットに支持されたプリンタリボンを示している。このカセットは、図 2 のプリンタに装着される。中空のローラサポート 9 b および 10 b は、それぞれが図 2 に示されるピン 9 a および 10 a を受け入れる。ピン 9 a と中空ローラ 9 b とが一体となって図 1 中のローラ 9 を構成し、ピン 10 a と中空ローラ 10 b とが一体となって図 1 中のローラ 10 を構成する。スプール 7 および 11 は、マンドレル 8 および 12 に支持されている。マンドレル 8 および 12 は、中空ローラ 9 b、10 b を備えた共通のカバープレート上に設けられた回転可能なシャフトに圧入されている。この回転可能なシャフトは、シャフト 2、3 で駆動されるドライブディスク上に規定されたソケットと係合するピンを規定している。したがって、カセットを所定位置に装着すると、リボンは、2つのスプール 7 および 11 の間で搬送される。

30

【0074】

ハウジング・カバープレート 21 (図 2) は、また、直立するリア・ブラケット 27 を支持している。リア・ブラケット 27 には、一对のエミッタ 28、29 が支持されている。これら 2つのエミッタは、後に詳述するように、プリントヘッド・アッセムブリとともに移動可能なレシーバと協働する。

【0075】

プリントヘッド・アッセムブリ 4 は、図 2 および図 4 では“ドック位置”にある。そして、図 5 の位置では、ローラ・プラテン 30 (連続モードにおいて、連続的に移動する基板と協働する) 上での印刷に備えている。また、図 6 の位置では、プリントヘッドは、基板上での印刷に備えている。この基板は不動であって、不動のフラット・プラテン 31 の前方に位置している。図 2 および図 4 に示した位置では、プリントヘッド 4 のエッジ 32 は、ローラ 9 および 10 間のリボン経路から離れた位置に引っ込んでいるが、ピールオフ・ローラ 33 は、リボン経路に関してプリントヘッド 4 とは反対側の位置にある。これにより、新しいリボンカセットの装着が容易になる。

40

対照的に、図 5 および図 6 に示した印刷準備位置では、プリントヘッド 4 は前方に移動していて、そのエッジ 32 は、ローラ 33 の外端を僅かに超えて突出している。したがって、印刷準備位置では、プリントリボンはエッジ 32 の周囲を通過し、ローラ 33 によって、その下方にある基板から離れるようにされる。

【0076】

プリントヘッド 4 (従来の形態を有している) のエッジ 32 は、それぞれが選択的に作動

50

可能な加熱要素のアレイを保持している。リボン6がヘッド4と基板13との間に挟み込まれたとき、作動した加熱要素に隣接するインクが溶けて、基板に転写される。したがって、加熱要素を適当に制御することで、リボン6に保持されたインクの小部分を基板13へと転写できる。このようなインクの小部分のそれぞれが、印刷されるべき像の中の1つのピクセルを規定していると考えられる。

【0077】

図2～図9のすべてを参照して、プリントヘッド・アッセンブリおよび当該アッセンブリが装着されるスライダの詳細な構造を説明する。図9は、隣接位置へと前方に引かれたプリントヘッド・アッセンブリを示している、これにより、当該アッセンブリに関連する要素を明らかにしている。図9は、直線トラック22が設けられた直立ブラケット26に形成されたスロット34を最もよく示している。プリントヘッド・キャリッジ36を保持するスライダ35は、直線トラック22上に設けられている。スライダ35およびトラック22は、高精度製品であって、ブラケット26に対するプリントヘッド・キャリッジ36のスムーズかつ低摩擦の平行移動を実現する。プリントヘッド・キャリッジ36上には光学的な検出器37が設けられていて、この検出器37は、ブラケット26に形成されたスロット34に位置合わせされている。検出器37は、後述するように使用されて、エミッタ28および29からの光を検出する。このとき、検出器27とエミッタ28、29との間の障壁となり得るのは、プリンタに装着した、例えば図3に示したカセット内のリボンスプールのみであることが、スロット34の存在によって保証される。カセットは、カセット本体に組み込まれた永久磁石（不図示）によって、図3に示した構成要素に対して相対移動しないように固定されている。この永久磁石は、ブラケット26の頂部に設けられた円形のスチールキーパー38と協働する。カセットを所定位置に固定するための別の構成として、機械的なラッチ・アッセンブリを利用することも勿論可能である。

10

20

【0078】

プリントヘッド・キャリッジ36は、プリントヘッド4を有するプリントヘッド・アッセンブリを保持している。プリントヘッド4は、回動ピン40の回りに回動可能に取り付けられた回動プレート39にボルト固定されている。回動ピン40は、プリントヘッド・キャリッジ36にボルト固定されたプレート41に設けられている。スプリング42が回動プレート39をプレート41に向かって付勢している、障害物が何もなければ、プリントヘッド4は、プリントヘッド・キャリッジ36に対して、図4に示した相対位置に位置する。ピールオフ・ローラ33は、プリントヘッド・キャリッジ36にボルト固定されたアーム43上の所定位置に固定されている。

30

【0079】

空気ドライブユニット44は、プリントヘッド・キャリッジ36に形成されたスロット内にスライド係合して、ピストン45を駆動する。図8は突出位置にあるピストン45を、図7は退避位置にあるピストン45を、それぞれ示している。空気ドライブユニット44は、空気入口46（図2）に接続された可撓性のある空気供給ライン（不図示）に接続されている。入口46に接続されたチューブ47は、プリントヘッド・キャリッジ36内の開口を通過して、空気ドライブユニット44と連通している。空気ドライブユニットのピストン45は、回動ピン49でU字ブラケット50に連結されたU字状部材48に圧接する。ブラケット50が保持しているピン51（図9）は、カムプレート53のスロット52内に係合する。ブラケット50は湾曲コーナ54を規定している、この湾曲コーナ54は、図7および図8に示しているように、プレート39上に規定された湾曲面55上に当接する。しかしながら、ピン51がスロット52のブラインドエンドに受け入れられて、その内部へと押圧されると、プレート39がプレート41に向かって回動可能となり、プリントヘッド4が図2および図4に示したドック位置に位置する。

40

【0080】

ブラケット50は、レバー50a（図7）に連結されたスプリング（不図示）によって、通常は図7に示した位置にくるように付勢されている。その後、加圧エアが空気ドライブ44に供給されると、アッセンブリは図8の位置にくる。図8の位置では、プリントヘッ

50

ド4のエッジ32がピールオフ・ローラ33を超えて突き出ていることが分かる。空気ドライブユニット44がオフとなって、U字状部材48が図7の位置に戻ると、キャリッジが移動してピン51がスロット52内に入る。同じ方向にキャリッジがさらに移動すると、ピン51はスロット52のブラインドエンドに入る。これにより、ブラケット50は回転ピン49を中心として回転して、もはやプリントヘッド4がドック位置へ戻ろうとする移動を妨げることはない。

キャリッジが逆方向に移動すると、ピン51の作用によってブラケット50が回転して再びスロットから出てきて、プリントヘッド4を図7の位置へと押圧する。図7の位置は、“印刷準備位置”に対応している。また、図8の位置は、“印刷位置”に対応している。

【0081】

図10は、プリントヘッド・キャリッジ36の斜視図であって、装置組上げ状態において、空気ドライブユニット44を受け入れるソケットを示している。開口56は、空気入口チューブ47(図7)を受け入れるために設けられている。舌状部57は、プリントヘッド・キャリッジ36の下縁から突出していて、図示しない方法で当該キャリッジ36をベルト24に取り付けるのに使用される。

【0082】

図1～図10に示した具体例では、印刷が行なわれるべき基板は、図5に関して、左から右へとプリントヘッドを通過するように、または、印刷時にプリントヘッドが図35のプラテン31に関して右から左へ移動するように、構成されていた。ピールオフ・ローラ33は、すべての段階において、印刷エッジ32の下流側に位置している。種々の状況があるが、上記構成では都合が良くない場合には、エッジ32とピールオフ・ローラ33との相対位置を逆にして、プリントヘッド4を反対向けでもよい。図示した装置において、図10のプリントヘッド・キャリッジ36を、図11のプリントヘッド・キャリッジ58に交換すれば、このことは簡単に達成できる。

図12は、その結果得られるアッセンブリを示している。プリントヘッド・キャリッジ58もまた、空気ドライブユニット44を受け入れるソケット59、および空気入口チューブ47を受け入れる開口60を規定している。図11のプリントヘッド・キャリッジ58は、図10のプリントヘッド・キャリッジ36に対して、鉛直面に関して鏡像関係にある。

【0083】

図12を参照すると、プリントヘッド4とピールオフ・ローラ33との位置が逆になっていることに加えて、カムプレート53が図1～図10の具体例での位置に対して180°回転してマグネット38の反対側に取り付けられていることが分かる。ピールオフ・ローラ33が取り付けられているアーム43もまた移動させられていて、引き続き、カバープレート21に隣接した位置にある。

【0084】

上述のプリンタ構成によって、多くの非常に優れた利点をもたらされる。第1に、1つの装置を使用して、連続的な印刷および間欠的な印刷の両方が可能となる。生産ラインを、印刷の一形態から他の形態へと変更することは、新しいプリンタの購入が必要であることを意味しない。

第2に、ただ1つの構成要素(択一的に使用される図10および図11のプリントヘッド・キャリッジ)の追加を含む比較的軽微な変更によって、1つの装置を左方向への印刷にも、右方向への印刷にも使用することが可能となる。ここでは、図2の例が“右方向への印刷”であり、図12の例が“左方向への印刷”である。

第3に、リボン交換が簡単である。それは、ドック位置においてプリントヘッド4は、ピールオフ・ローラ33から離れるように自動的に引っ張られていて、広いトラックを提供しているからである。この広いトラックには、カセットに保持された交換用プリンタリボンを挿入することができる。

【0085】

図13、14、15、16を参照して、図1～図12で説明した装置を用いてプリンタリ

10

20

30

40

50

ボンを有効に使用するための異なる方法を説明する。これらのすべての方法は、リボンの浪費が最小限となるようにリボンがプリントヘッドに供給され得るといふ、高い精度に依拠している。

【0086】

図13を参照すると、リボンは、その長手方向が矢印61で示されている。矢印方向において、オーバーラップする領域を伴った6つの個別の印刷操作が終了している。これらの6つの領域は、62~67で示されている。領域62の後半分は、領域63の前半分とオーバーラップし、領域63の後半分は、領域64の前半分とオーバーラップし、以後同じである。基板への印刷において、領域62が印刷されると、リボンは当該領域の長さの半分だけ前進する。さらに、領域63が印刷されると、再度リボンは、当該領域の長さの半分だけ前進する。以後同じである。

10

【0087】

このようにオーバーラップした印刷領域は、連続的な印刷工程および間欠的な印刷工程の両方に使用することができる。上述の構成では、隣接する領域は、その半分の長さだけオーバーラップしているが、他のオーバーラップ割合を採用することも可能である。隣接する印刷領域がオーバーラップしている場合、隣接する2つの印刷領域とオーバーラップする1つのリボン領域は、当該2つの印刷領域の一方においてのみ使用されるリボン部分のみに基づいて印刷が進行することが確実となるような方法で使用されることが重要となる。このことは、すべての一印刷領域内において、リボンの1つおきの部分のみを選択することで達成できる。例えば図14に示したように、プリントヘッド上の隣接する加熱要素(ピクセル)がリボン領域68および69で現されるとすると、リボン領域68を1つの印刷領域に対して使用し(例えば領域62)、リボン領域69をそれに隣接する印刷領域に対して使用する(領域63)。このようにして、プリントヘッド上で隣接するピクセル間のスペースを十分に小さくして、1つおきに位置するピクセルのみを使用して十分高品質の像を印刷することができる。また、1つの像を印刷するためにすべてのピクセル要素が使用され、かつ印刷領域間にオーバーラップが存在しない場合に比較して、1つのリボンから2倍の像を形成することが可能となる。しかも、連続する印刷サイクルにおいて、印刷段階と印刷段階との間でリボンが前進すべき距離が半分になる。これによって装置の作動速度が速くなるので、幾つかの適用例においては有利となる。

20

【0088】

この利点を示すために、図15は、基板上への従来の印刷を示して、連続するサイクルとサイクルとの間においてオーバーラップは存在しない。それに対して、図16では、オーバーラップに依拠した同様の操作を示している。

30

【0089】

図15を参照すると、基板70上には、連続して像71および72が印刷されている。下方に示したのはプリンタリボン73であって、その領域74および75は、像71および72を印刷するのに使用されている。リボンの搬送長さは矢印76で示されていて、1つの像の2倍の長さに等しい。

【0090】

図16を参照すると、オーバーラップを利用して印刷する場合に、連続する印刷段階と印刷段階との間において、リボン消費の削減およびリボン搬送距離の削減の両方がどのようにして達成されるのかが示されている。図16における領域74および75のそれぞれが、図15中での対応する領域の半分の長さであって、したがって搬送距離も半分となることが分かるであろう。迅速なリボン搬送が要求される幾つかの適用例においては、連続する印刷段階と印刷段階との間でリボンを搬送すべき距離を半分にすることによって、装置の高速作動能力を著しく向上させることができる。また、2群を超える印刷要素を使用すれば(例えば3群)、必要なリボン搬送長さは像の長さの僅か1/3になる。このように、プリンタリボンの搬送距離および画質は相反する要求であるが、本発明のこのような態様によれば、そのような装置の操作者に対して向上した柔軟性を提供することができ、幾つかの適用例においては経済的に著しく有利となる。

40

50

【0091】

図13～図16を参照して説明した利点は、基板およびプリントヘッドに対するプリンタリボンの相対的な位置決めが高精度で行なわれる場合にのみ達成できる。テープの加速、減速、速度、および位置の正確な制御を達成するための従来のアプローチは、フィード・スプールとサプライ・スプールとの間にあるキャプスタン・ローラに依拠してきた。しかしながら、本発明においては、全く異なるアプローチに依拠している。すなわち、リボン・スプールを駆動するステッパモータ14および15(図1)のドライブを正確に制御することである。これらのステッパモータは、プッシュプルの双方向モードで作動する。すなわち、スプールとスプールとの間をテープが一方向に移動するとき、両ステッパモータは、その方向に駆動される。逆に、リボンが逆方向に駆動されるとき、両ステッパモータは同じく逆方向に駆動される。2つのステッパモータに対する駆動を同じにするには、両スプールの直径を知る必要がある。このことは、例えば図2に示した発光素子28、29および光検出器37を使用することで達成できる。

10

【0092】

図17は、発光素子28、29および光検出器37をどのように使用して、スプール直径を測定するのかを説明している。検出器37は、プリントヘッド・キャリッジ36上に設けられていて、線76で示した位置と線77で示した位置との間で移動可能である。図17において、検出器37が線76で示した位置から右側へと移動すると、まずエミッタ28が起動する。検出器37は、最初はスプール7によってできる影の中にあるが、線78aで示される面を超えると直ちに出力を出す。この出力は、検出器37が線78bで示される面を超えると出なくなる。その後、検出器37は、線77で示した位置まで前進する。検出器37は、エミッタ28がオフとなって、エミッタ29がオンになった後で、元の位置に戻る。検出器37は、最初はスプール11によってできる影の中にあるが、線79aで示される面に達すると直ちに出力を出す。この出力は、検出器37が線79bで示される面を超えると出なくなる。検出器の移動に関して、検出器37が面78a、78b、79a、79bと交差する位置は、以上のようにして測定することができる。

20

2つのスプールの回転軸間の距離Aは既知である。検出器37が移動するトラックと、エミッタ28および29が配置された面と、の間の垂直距離Bは既知である。シャフト2および3の軸から検出器37が移動するトラックまでの垂直距離Cも既知である。これらの距離から、スプール7および11の直径D1およびD2は、簡単な三角法を利用して求めることができる。

30

【0093】

2つのエミッタ28、29を使用することで、スプール直径とは無関係に、いかなる1つのスプールに対しても、少なくとも1つのエミッタによって作り出される影を検出器37で確実に検出することができる。しかしながら、1または2以上のエミッタと、1または2以上の検出器と、を使用した他の構成を採用してもよい。

【0094】

もし、面78a、78b、79a、79bが検出器37の移動方向に垂直であれば、スプール直径を求める計算は幾分か簡単になるであろう。このことは、例えば、エミッタ28、29に代えて、プリントヘッド・キャリッジ36の移動方向と平行に延在するミラーを採用し、トランスミッターおよび検出器の両方をプリントヘッド・キャリッジ36上に配置することで達成される。検出器は、当該検出器とエミッタとの両方がミラーに対して垂直な面上にある場合にのみ光を検出する。そのような構成は、必要となる三角法という観点からは簡単と言えるが、トランスミッターまたは検出器が故障した場合に、それが、検出器が一方のスプールの影の中に位置すると判断され得るという点で不利である。

40

【0095】

各スプールの直径が既知であるので、両スプールをプッシュプル方式で駆動することができ、その結果、2つのステッパモータの回転速度を適切に制御することで、高速な加速および減速を達成できる。しかしながら、2つのスプール間におけるリボンのテンションを綿密に制御して、テンションが過大になつたり(その場合には、スプール上にリボンが過

50

度に強く巻き付けられたり、あるいはリボンが破損することにつながる)、過小になったり(その場合には、リボンが緩くなる結果として、位置制御が不能となる)することを回避しなければならない。そのような事態を回避するために、ステップモータを参照することで、時間経過に伴うスプール直径の変化がモニタリングされ、ステップモータに流れ込む電流を参照することで、リボンのテンションが直接モニタリングされる。

【0096】

本発明の一具体例においては、例えば図1～図10で説明した装置に新しいカセットが装着された場合、一方のカセット・シャフトは、殆ど空のスプール(巻上スプール)を支持し、他方のカセット・シャフトは殆ど満載のスプール(供給スプール)を支持するであろう。以後の説明では、巻上スプールに関連するステップモータを巻上モータと、他方のステップモータを供給モータと呼ぶ。

10

【0097】

最初、巻上モータが起動されて、2つのスプール間に延びるリボンのたるみが除去される。その後、図17を参照して説明した光学システムによってプリントヘッドのスキャンが行なわれて、初期のスプール直径が推測される。次に、供給モータを起動して、供給スプール回りのリボンにテンションをかける。次に、巻上モータを起動して、供給スプールからリボンを引き出す。巻上スプールを駆動するモータのステップ数がモニタリングされる。他方のモータは停止しないが、逆起電力(back-emf)が発生する結果、パルスが生成されて、このパルスがカウントされる。各スプールが数回転した後、巻上モータのステップ数および供給モータにより生じるパルス数がカウントされて、このカウント数を用いて、2つのスプール直径の比率が求められる。この後、リボンは、制御された停止位置(controlled halt)へと運ばれる。両モータは、オーバーランを防ぐべく、制御された方法で減速される。このように、供給モータは、パルス駆動により減速される。モータ回転と同期して減速パルスを供給モータに適用することは、当該モータの1巻きにおいて生成される反起電力をモニタリングし、当該巻き動作に対して適当なタイミングで減速トルクを負荷することで達成される。スプールから延びるリボンのテールが図17で説明したスキャン構成の光学経路を遮る機会を最小限とするためには、巻上スプールが多数回転することが必要となる。その後、さらなる光学的スキャンが両方向に行なわれ、スプールを停止させた状態で、巻上スプールの直径が測定される。この後、モータを適当なステップ数だけ(このステップ数は一定である。)ステップさせることでスプールがステップモータの軸回りに30°回転する毎に、光学的スキャンが繰り返される。これにより、スプール(完全な円ではない)の寸法マップが作成され、このマップを使用して、リボンの各フィールドにおいてそれぞれ回転する円弧について各スプールの平均半径が計算される。さらに、これらの半径を使用して、スプール軸回りの直径の変動が計算される。これにより、各スプールの円周、およびそのスプールを駆動するモータの所定数ステップによる前進の効果を、正確に測定することが可能になる。例えば、計算で得られた異なる半径を使用して、ステップ速度、および各モータによって適切な方法でスプールを駆動するのに必要なステップ数を計算することができ、これにより、リボンを所定距離だけ送ることができる。これらの半径およびステップ速度は、例えば後に説明するような、テンションをモニタリングするための計算に使用することもできる。

20

30

40

【0098】

その後、同様の光学的スキャンが両方向について行なわれて、供給スプールの半径が計算される。この情報は、前に計算したスプール直径の割合と組み合わせられて、スプールの寸法および形状に関する正確なデータのセットを与える。供給スプールから巻上スプールへと送られたリボンは、この後、供給スプールへと巻き戻されて、リボンの浪費を回避する。

【0099】

一般に、ステップモータは、2つの矩形巻きコイルを備えている。電流は、一連のパルスとして、かつ両方の意味(正および負)において、一方または両方のコイルに供給されて、モータ軸のステップ前進が達成される。これらのコイルに固有の電氣的時定数とは無関

50

係に適度な性能を達成するために、当該モータの通常レシオによりもかなり大きな電圧を負荷することで、ステッパモータをオーバードライブすること、および所望のモータ電流が達成されたときにこの電圧をパルス幅変調すること、が良く知られている。例えば、2アンペアの電流を供給可能な3.6ボルトのモータに対して、36ボルトを印加する。これにより、代表的には数10マイクロ秒で、モータ内の電流が急激に増大する。そのような電圧を印加してオーバードライブを行なうと、比較的短時間の電圧印加時間同士の間、比較的長い電圧が印加されない時間を割り込ませて分割することができる。その結果、電源からモータへ流れる電流は、劇的に円滑となる。さらに、モータが実行する機能に関してゼロ負荷の下で同モータが作動する場合（プリンタリボンのテンションがゼロである場合と等価）であっても、モータに供給される電流は、モータ回転速度、モータの特定の特性（効率等）、およびモータ駆動回路の特定の特性（ゲインおよびオフセットの不一致）等の多様な要素の関数となる。したがって、モータ負荷ではなくこれらの要素に関連した電流の変動を考慮して、モータのキャリブレーションを行なう必要がある。

10

20

30

40

50

【0100】

各モータは、一連の異なる速度において、ゼロ負荷の下で駆動してキャリブレーションが行なわれる。例えば、毎秒125ステップ、250ステップ、および375ステップに対応する速度であり、以後、125ステップずつ増加させていって、毎秒5000ステップに対応する速度までキャリブレーションを行なう。これにより、リボンを前進させるときに要求されるリボン速度の全体がカバーされる。この範囲は、全体として、100～600mm/秒のリボン搬送速度に対応する。この工程は何回（例えば20回）も繰り返され、その結果の平均を使用して、各モータの各ステップ速度に対するキャリブレーション係数Xが計算される。次の関係が利用される。

【0101】

$$X = N / V$$

ここで、

Xは、モータのあるステップ速度におけるキャリブレーション係数である。

Vは、あるステップ速度において測定された平均のモータ作動値である。

Nは、一定の正規化またはスケール係数である。

【0102】

上式を用いて、各モータに対して、所定の各ステップ速度毎に、一連の値Xが計算される。あるステップ速度で装置が使用されているとき、上記係数Xのうちの1つが選択されて、リボン・テンションの計算に使用される。または、与えられたステップ速度に対するXの値が、当該ステップ速度に最も近い所定の2つのステップ速度に対するXの値から内挿法を利用して計算される。

【0103】

図18は、モータ・キャリブレーションの間、およびその後におけるリボン・テンションの制御の間の両方における、Vの値の計算を説明している。図18を参照すると、調節された電源80によって、第1駆動回路81および第2駆動回路82が起動している。電源80から駆動回路81への電流の供給は、低抵抗レジスタ83を介して行なわれる。レジスタ83を超えることによる電位の増加はレベルトランスレータ84に印加される。同様に、駆動回路82への電流の供給は、低抵抗レジスタ85を介して行なわれ、レジスタを超えることによる電位の増加はレベルトランスレータ86に印加される。レベルトランスレータ84および86からの出力は、A/D変換器87および88に送られ、A/D変換器87および88からの出力は、マイクロ・コントローラ89に送られる。マイクロ・コントローラ89は、パルス形式の出力90を第1駆動回路81へ、パルス形式の出力91を第2駆動回路82へ、それぞれ送る。各駆動回路は、円筒92および93で表されたステッパモータを起動し、各ステッパモータは、スプール94および95を駆動する。

【0104】

モータをキャリブレーションする間、ステッパモータ92および93の出力軸にスプールは装着されていない。各モータについて、あるステップ速度におけるA/D変換器87、

88の出力が記録されるので、予め選択された各ステップ速度における各モータのXおよびVを知ることができる。その後、これらの値が後述するように使用されて、スプール94と95の間におけるリボン・テンションを直接的にモニタリングできる。これらのスプールは、ステップモータ92および93の出力軸に装着されたものである。

【0105】

テンションの計算に使用する式は次の通りである。ここでは、モータ92がプルで、モータ93がプッシュであるとしている。

【0106】

$$V_1 X_1 = (N + r_1 t X_1) f(T) \quad (1)$$

$$V_2 X_2 = (N - r_2 t X_2) f(T) \quad (2)$$

ここで、

V_1 は、選択された一定のステップ速度でのリボン送りに対するA/D変換器88の出力である。

V_2 は、リボンを送る間におけるA/D変換器87の出力である。

r_1 は、スプール94の半径である。

r_2 は、スプール95の半径である。

X_1 は、選択された一定のステップ速度についての、モータ92のキャリブレーション係数である。

X_2 は、モータ93のステップ速度について、モータ93のキャリブレーション係数である。

N は、モータ・キャリブレーション時のスケーリング係数である。

t は、リボンのテンションである。

$f(T)$ は、温度に関連した関数である。

【0107】

測定値である V_1 および V_2 に影響を与える温度変化は、一般的に、両方のモータに対して同程度の影響を与える。したがって、式(1)を式(2)で割ると、関数 $f(T)$ を消去できる。したがって、その式を解いて、以下のようにテンション t を求めることができる。

$$t = N \left(\left(V_1 / X_2 \right) - \left(V_2 / X_1 \right) \right) / \left(V_2 r_1 + V_1 r_2 \right) \quad (3)$$

【0108】

このように、各モータの与えられた全てのステップ速度に対して、適切なキャリブレーション係数を見つけて、それを使用して、リボン・テンション t の値を求めることができる。求められた t の値が大き過ぎる場合(所定の限界値を超えている)には、一方または両方のモータに対して小ステップでの調整を行なって、スプール間に延在するリボン部分に対して短かなリボン部分を加える。求められた t の値が小さ過ぎる場合(別の所定の限界値を下回っている)には、スプール間に延在するリボン部分から一定の長さ部分を除去することができる。スプール間に延在するリボン部分に加えられ、またはそこから除去されるリボンの補正量を決定するのに使用される制御アルゴリズムは、従来から知られたものであって、例えば、PID制御(proportional integral derivative control)として知られたアルゴリズムである。このアルゴリズムは、測定されたテンション t を、所定の上限値および下限値(いわゆるデッドバンド)と比較することを可能とする。そして、測定されたテンションがこれらの限界値の外にある場合には、測定されたテンション t と、上記上限値および下限値の間に設定したテンションの公称要求値(nominal demand)との差が計算される。この計算結果は、エラー信号とされる。次に、このエラー信号は、積分係数および微分係数、並びに比例ゲイン定数を含むPIDアルゴリズムによって数学的に処理される。この数学的処理によって、次のリボン送りの際に、スプール間に延びるリボン部分に追加すべき、またはそこから除去すべきリボンの“補正量”が求められる。このようなりボンの追加または除去により、リボンのテンションが許容限度内に維持される。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 9 】

より詳細には、エラー（公称テンションと測定テンションとの差）を計算し、このエラーをリボン幅に依存するゲイン係数で割算することで補正值が計算される。ゲイン係数が大きくなると、公称テンションが増加するので、システムはタイトになるであろう。ゲイン定数は、異なるリボン幅を考慮して変化するので、ゲイン係数は、リボン幅にも依存する。何故なら、細いリボンに対して大きな引張りを生じさせるテンションでも、太いリボンに対しては、小さなテンションしか生じさせず、したがって、スプール間に延在するリボン部分に対してリボンを追加あるいは除去することの効果は、リボンの剛性に大きな影響を受けるからである。連続するサイクルは、ゲイン係数を公称値 100（きつい）から公称値 80（緩い）へと調整する。最初の読みから、“きつい”または“緩い”読みが連続する毎に、0.1 mm の追加的な補正が加えられる。エラー・アキュムレータが備えられていて、補正の積算（“きつい”に対する補正はマイナスで、“緩い”に対する補正はプラスである）が +2 mm または -2 mm を超えると、さらに 0.1 mm の補正が追加される。これらは、システムを安定作動させるための 2 つの積算要素であって、リボン・テンションを公称テンションに、またはそれに近い値に維持する。

10

【 0 1 1 0 】

モータ・フィード・システムは、補正を 2 つのモータに均等に分けて、リボン上で印刷部と印刷部との間に大きな間隔が生じること、あるいは印刷部同士が重なってしまうことを回避する。これを、システムはステップの数を計算することで行なう。当該ステップの数は、最大の実直径のステップモータについては、補正量の半分が当該ステップ数に達する。これらのステップは、（既知のスプール直径に依拠して）距離として再度計算され、最初の補正量から引算される。この結果得られた値を使用して、より小さな直径のスプールを駆動するモータに対する補正量が計算される。より小さな直径のスプールを駆動するモータは、最小のステップサイズを有する（各ステップをリボン長さに換算した場合）ので、残りの距離を最も正確に送ることができる。このようにして、機構は、最初の補正により要求される量にできるだけ近い補正量によってテンションを調整する。

20

【 0 1 1 1 】

上記方法によって極端に低いテンションの読みが計算された場合には、制御システムによってこの事態がコンディション不良であると、例えばリボンが破断したと、またはリボンが極端に緩くなってシステムが殆ど適正に制御できなくなったと、判断されることが好ましい。そのような状況では、制御システムは、所定の下限値を“リボン破損”として出力でき、この結果、テンションの測定値がこの下限を下回ったときに、制御システムは、印刷工程を停止し、適当に故障を知らせ、警告メッセージを出力できる。このように、システムは、追加のセンサ構成を必要とせず、価値ある“リボン破損”の検出を提供できる。

30

【 0 1 1 2 】

図 19 は、図 18 の回路内のスプール 94 および 95 の直径の比率を計算する回路を示している。電源 80（図 18）の正の電源レール 96 が、4 つの巻線 97、98、99、100 に電流を供給する。電流は、トランジスタ 101 に引かれて巻線 97 ~ 100 を通過する。トランジスタ 101 は、モータ制御部および順序論理回路 102 によって制御される。ステップ速度は、ライン 103 上の入力によって制御される。また、ライン 104 上の入力によって、駆動のオン・オフが制御される（ライン 104 上の入力が高位のときにオンで、入力が低位のときにオフ）。上述したように、モータ 92 がプルであれば、当該モータに対する駆動回路 108 がオンとなり、したがって、駆動されているスプール（94）の回転角度が分かる。プルされている側のモータ（93）に対する駆動回路はオフとなっている（ライン 104 上の入力が低位である）。このように、モータ 93 はジェネレータとして作用し、モータ巻線 97 ~ 100 のそれぞれを通して逆起電力が生じる。図 19 のボックス 108 内に収容されているコンポーネントは、図 18 中のモータ駆動回路 81 および 82 の一方に対応する。巻線 100 を超えることで増加する電圧はレベルトランスレータ回路 105 に負荷され、当該回路からの出力は、ゼロ交差検出器 106 へ送られ

40

50

る。ゼロ交差検出器 106 の正の入力には基準電圧が供給されている。ゼロ交差検出器 106 からの出力は、ライン 107 上の一連のパルスである。これらのパルスは、図 18 中のマイクロ・プロセッサ 89 に送られる。駆動モータ 92 が既知の角度だけ回転する間、モータ 93 からのこれらのパルスをカウントすることで、スプール直径の比率を計算することができる。

【0113】

図 18 を参照して説明したリボン・テンションのモニタリング方法は、駆動回路 81 および 82 に供給される電流のサンプリングに依拠している。このサンプリングは、レジスタ 83 および 85 を超えることで増加する電圧をサンプリングすることで行なわれる。好ましくは、リボンが一定速度で前進している間においてのみ電流が検出される。間欠的な印刷システムにおいては、各印刷操作後におけるプリントヘッドのリターン・ストロークの間に電流がモニタリングされる。プリントヘッドがリターンする間、リボンもまた移動する。したがって、リボンは一定速度まで加速されなければならない、電流がモニタリングされている当該定速の間、前進しなければならない、減速されて、リボンの消費が最小限となるように位置決めされなければならない。間欠的な印刷操作においてこのような方法でリボンを駆動するのは、比較的単純なことである。何故なら、リボンの必然的な移動を、電流をモニタリングすることができる定速移動時間に合わせれば足りるからである。

連続的な印刷装置においては、リボンが基板速度に関連する速度で移動するので、問題は異なる。50 mm / 秒未満のリボン速度は、利用することが困難である。何故なら、インクは、基板にしっかりと定着する前に冷える傾向があり、50 mm / 秒を超える広い範囲の基板速度を実現しなければならないからである。しかしながら、リボンを節約するために、連続する印刷工程と印刷工程との間において、常に一定量のリボンが供給スプールへと戻される。一定速度で十分な時間をもってリターン方向へ移動できるような方法で、リボンが戻されることを確実にする必要があり、それによって、モータ電流が正確に測定できる。このことを実現するために、リボンを“オーバーリターン”させる必要がある。つまり、次の印刷工程の前にリボンを前進させて、このオーバーリターンを補償する。連続的な印刷および間欠的な印刷の両方において、オーバーリターンを利用することで、各印刷工程のテンション測定部分において、十分なリボンを搬送して正確な測定が行なわれることを確実にすることができる。

【0114】

例えば、リボンが一定速度で少なくとも 10 mm の距離だけ移動している時間中、モータ電流をサンプリングすることが好ましい。例えば、連続するサンプルとサンプルとの間のインターバルをモータの 1 ステップの 1 / 4 に対応させて、電流を規則的なインターバルでサンプリングすることができる。サンプル同士を加算して、その合計値をサンプルの数で割算する。これにより、平均電流が得られる。この平均電流は、関連するステッパモータにより引き出される電力をほぼ正確に表す。

【0115】

上記具体例において説明したステッパモータに供給される電流の波形を分析すると、パルス幅変調によるモータ制御において本来的に生じる電流の変動に加えて、波形中に実質的な偏差量が存在することが示される。これが意味することは、各サンプルが、モータにより引き出される電力を表してはいない、ということである。モニタリングされた信号を、平均化する前にローパスフィルタ（図示せず）に通せば、その電力をより正確に表す値を得ることができる。

【0116】

図 19 は、リボンが消費される間に变化していくスプール直径をモニタリングするための 1 つのアプローチを示している。しかしながら、別のアプローチも可能であり、そのようなアプローチを図 20 を参照して説明する。

【0117】

図 20 において、 A_r 、 A_s は、それぞれ、スプール 7 および 11 の面積である（図 1 参照）。 d は、各スプールの内径である。 D_r 、 D_s は、与えられた時刻における各スプー

10

20

30

40

50

ルの外径である。

【0118】

したがって、

$$A_r + A_s = \text{一定} \quad (4)$$

$$A_r = (D_r / 2)^2 - (d / 2)^2 \quad (5)$$

$$A_s = (D_s / 2)^2 - (d / 2)^2 \quad (6)$$

式(5)および(6)を式(4)に代入すると、

$$D_r^2 + D_s^2 = \text{一定} = D_r c^2 + D_r s^2 \quad (7)$$

【0119】

ここで、 $D_r c^2$ および $D_r s^2$ は、それぞれ、最初のキャリブレーション時における、巻上スプールおよび供給スプールの直径である。 10

現在の直径比率： $R = D_r / D_s$

これを变形すると、 $D_s = D_r / R$

また、 $D_r = R D_s$

【0120】

これらを式(7)に代入すると、

$$D_r^2 = D_r^2 / R^2 = D_r c^2 + D_s c^2 = R c^2 D_s c^2 + D_s c^2 \\ = D_s c^2 (R c^2 + 1)$$

ここで、 $R c$ は、最初のキャリブレーション時における、供給リール直径に対する巻上リール直径の比率である。 20

したがって、 $D_r^2 (R^2 + 1) / R^2 = D_s c^2 (R c^2 + 1)$ 、であり、

$$D_r^2 = [R^2 / (R^2 + 1)] [D_s c^2 (R c^2 + 1)]$$

【0121】

したがって、最初のキャリブレーション時におけるスプール直径比($R c$)、供給スプールの直径比($R c$)、キャリブレーション時における供給スプールの直径比($D_s c$)、および現在のスプール直径比(R)が分かっているならば、一方または両方のスプールの現在の直径 D_r または D_s を求めることができる。

【0122】

幾つかの適用例においては、実質的に空の巻上スプールと、実質的に満載で外径が既知である供給スプールと、保持しているカセットのみを使用することが可能である。そのような場合、初期のスプール直径を測定する必要はない。しかしながら、一般的に、スプール直径を直接測定することが大変好ましい。何故なら、装置の操作者は、少なくともある状況においては、標準的ではないスプール形状のカセット(例えば、以前にリボンの一部が使用されてしまったもの)を使用することが有り得るからである。 30

【0123】

図18および式(1)~(3)を参照して上述したアプローチに対する別例として、2つのモータに引き込まれる電流の差に基いて、リボン・テンションの概略値を求めることが可能である。この差電流は、2つのモータ間におけるリボン・テンションの大きさの関数であって、制御パラメータとして使用することが可能である。例えば、電流の差の大きさが許容できる誤差帯域から外れた場合に、前に求めたスプール外径比を調整して、2つのモータの駆動速度を少し変化させる。この速度調整によって、スプール直径比の最新値の補償される。スプール直径が変化すると、電流差の最大値およびその許容誤差範囲も変化する。特定の状況における適切な値は、実験で求めることができ、それらは、電流の最大差のプロファイル・テーブルに記録される。このテーブルは、必要に応じて参照可能である。 40

【0124】

上の説明では、リボン幅について言及していない。リボン幅とは、進行方向に対する直交方向におけるリボン寸法である。リボン幅の値を手作業で入力するという選択肢をユーザに与えることが適切である。これにより、システムは、テープ幅に依存する装置特性を考慮して、所定の許容限度および上述のPID制御ゲイン定数を調節できるようになる。例 50

えば、システムは、テンションの測定値 t (式(3)) に対して異なる目標限界値を選択できるようになる。

【0125】

先に議論したように、転写プリンタにおいては、特に高速印刷時に、高品質の印刷を実現するためには、印刷が行なわれる基板を支持するプラテンに対して、プリントヘッドを正確に位置決めする必要がある。説明した本発明の具体例では、プリントヘッドを移動可能なキャリッジ上に配置することで、プリントヘッドの角度を最適化するためのそのような機械的調整を不要としている。

【0126】

図21は、図5に示したローラ30、プリントヘッドのエッジ32、およびピールオフ・ローラ33を示している。線109は、隣接するカバープレート21の端縁を示している。破線110は、ローラ30上のプリントヘッド・エッジ32に最も近い点における接線を示している(印刷中においては、基板およびプリンタリボン、エッジ32とローラ30との間に位置する)。線111は、ローラ30の回転軸112から延びる半径を示している。線113は、軸112を通過して端縁109と平行に延びる想像線である。線113は、軸112を通過して延びる基準方向に過ぎない。そこから、角度114に対応する半径111の回転位置を決定することができる。

10

【0127】

角度115は、接線110に対するプリントヘッドの傾斜角である。この角度は、印刷の品質に関して重要であって、一般的には、例えば30°の公称値から1または2°の範囲内となるように製造業者によって決められる。しかしながら、異なるプリントヘッドは異なる特性を示し、角度115に対して1または2°の微調整が可能であることが望ましい。

20

【0128】

角度115は、第1に、その支持構造上でのプリントヘッドの位置に依存し、第2に、接線110の位置に依存する。仮に、プリントヘッドが図21において右側へと移動したとすると、ローラの回転軸に対するプリントヘッドの角度位置が変化する。角度位置は、角114の大きさで表される。角114が増加すると、角115は減少する。同様に、プリントヘッドが図21において左側へと移動したとすると、ローラの回転軸に対するプリントヘッドの角度位置を表す角114は減少し、角115が増加する。この関係により、設置者は、単に印刷中にトラック22(図2参照)上でのキャリッジ36の位置を調整することで、プリントヘッド角度を調整することが可能となる。したがって、設置者は、最初は、角度114がほぼ90°である公称位置にプリントヘッドを位置決めする。その後、テスト・プリント・ランを行なって印刷品質を評価し、プリントヘッドをトラックに対して移動させ、次のプリント・ランを行なう。印刷品質が最良となるまで、これを繰り返す。設置者は、プリントヘッドをその支持部上で位置決めするために、機械的調整を行なう必要はない。

30

【0129】

図13~図16を参照して説明した印刷方法によれば、連続する印刷サイクルにおいて、連続する印刷工程と印刷工程との間でプリンタリボンが前進すべき距離を減じることで、印刷速度を高めることが可能となる。図22は、左手において、印刷された基板の外観を示している。また、図22は、これと関連させて、1回目、2回目、3回目、4回目の印刷後におけるプリンタリボンのそれぞれの外観を示している。交互に繰り返す各像は、僅かにズレた印刷線から構成されていることが分かる。このズレによって、図13~図16を参照して説明したように、プリントヘッドがリボンの横断方向に移動して、プリンタリボンの幾分オーバーラップした部分から連続的に像を作り出すことが可能になる。一定の基板速度について、プリンタリボンの前進速度、および像再生速度は、2倍とすることが可能である。ここで、“印刷サイクル”という語は、プリントヘッドを最初にプリンタリボンに圧接させ、インクをリボンから転写させて、第1像の生成を開始してから、プリンタリボンを再度プリンタリボンに圧接させて、第2像を生成するためのインクの転写を初

40

50

期化するまでのインターバルにおいて行なわれる全サイクルを意味する。

連続的な印刷装置に関連した印刷サイクルにおいて、全印刷サイクルは、最初の印刷段階、およびその次の非印刷段階を含む。最初の印刷段階では、プリントヘッドは静止していて、プリンタリボンが搬送される。基板は、プリントヘッドを通過しながら印刷される。その次の非印刷段階においては、基板は、プリントヘッドを通過して搬送され続ける。プリントヘッドがプリンタリボンとの接触状態から引き戻されて、プリンタリボンの搬送方向が逆転される。そして、プリンタリボンは、基板方向へ移動するまで、再度前方へと送られる。その後、次の印刷サイクルの印刷段階が初期化される。

間欠的な印刷装置に関連した印刷サイクルにおいて、印刷サイクルは、基板およびリボンを静止させて（システムがスリップ印刷に依拠しない限り）初期化される。サイクルの印刷段階においては、プリントヘッドは、リボンおよび基板を横切って前進する。その後、プリントヘッドは印刷テープから引き離されて、その初期位置に戻る。そして、基板およびプリンタリボンが前進して、次の印刷サイクルを初期化する準備を行なう。

10

【0130】

このように、各印刷サイクルにおける印刷段階において、静止またはゆっくりと移動するプリンタリボンに対してプリントヘッドが移動した結果として、または、プリントヘッドに対してプリンタリボンが移動した結果として、プリントヘッドは、リボンの所定長さ部分を縦断して移動する。その後、プリンタリボンは、所定距離だけ前進する。この所定距離の大きさは、多くの適用例において、装置全体中での最大速度に対する制限要因となる。知られているプリンタにおいては、一般的に、リボン前進の所定距離は、プリントヘッドにより縦断されるリボンの所定長さと同様もしくは同じ長さである。

20

説明した装置は、リボン前進の所定距離が、リボンがプリントヘッドによって縦断される距離よりも小さくなるように、作動させることが可能である。

【0131】

図22を参照すると、図中左手には、基板上に印刷された4つの連続する像が示されている。各像は同じである。図22中右手には、オリジナルの像が示されていて、この像が基板上に再現されている。その間の4つの部分は、図22中の左手に示した4つの像を印刷した後におけるプリンタリボンの外観を示している。間欠的な印刷モードである場合、基板は、連続する印刷サイクルと印刷サイクルとの間のそれぞれにおいて等しい距離だけ前進する。各印刷サイクルにおいて、基板はリボンと同様に静止している。

30

各印刷サイクルは、最初の印刷段階と、それに続く次の段階とを含んでいる。最初の印刷段階においては、プリントヘッドは、基板に形成される像の長さに対応するリボン長さだけ、プリンタリボンを掃くように縦断する。次の段階では、プリントヘッドは最初の位置に戻り、リボンは、印刷段階においてプリントヘッドに掃かれるリボン長さの半分に相当する距離だけ前進する。

最初の印刷段階においては、プリントヘッドに支持されている印刷要素の半分だけが起動されていて、したがって、基板上に形成される像は、一連の平行線で構成されている。

次の印刷段階では、プリントヘッドは、像の長さに対応する距離だけ、再度テープを掃くように縦断する。しかし、この動作の間、第1の印刷サイクルにおいて起動されていた印刷要素と接触していたテープ部分とは異なるテープ部分と接触するプリントヘッドの印刷要素が起動されている。第2の印刷サイクルの終わりに、プリントヘッドは再び初期位置に戻り、リボンは、基板上に形成される像の長さの半分に相当する距離だけ前進する。

40

図22中の左から数えて、第2、第3、第4、および第5の部分は、それぞれ、第1、第2、第3、および第4の印刷サイクルが完了した後における、プリンタリボンの外観を示している。基板上に形成されたすべての像は実質的に同じであり、基板上で連続する像間において唯一異なる点は、1つの像を構成する線が、隣接する他の像を構成する線に対してズレていることだけである。

【0132】

図22に示された出力は、印刷要素が線形アレイに配置されていて、当該アレイ中の奇数の印刷要素が1つのグループに対して割り当てられ、同アレイ中の偶数の印刷要素が他の

50

グループに対して割り当てられてなるプリントヘッドを使用して、作り出されたものである。これにより、各印刷サイクルにおいてリボンが前進する距離が、各サイクルにおいてインクが放出されるリボン長さの僅か半分となるようにして、上記グループが繰り返されることが可能となる。印刷要素は、3つ、4つ、またはそれ以上のグループに配列されることも可能であって、各グループは所定のサイクルにおいて起動される。例えば、3グループ配列の場合であれば、各印刷サイクルにおいてリボンが前進する距離は、各サイクルにおいてプリントヘッドに掃かれるリボン長さの僅か1/3とすることができる。

【0133】

間欠的印刷を主体として本発明の態様を詳細に説明したが、同様の技術が連続的な印刷装置に対しても適用可能である。連続的な印刷装置においては、静止したリボンに対してプリントヘッドを移動させるのではなく、静止するヘッドの前でリボンを移動させる結果として、プリンタリボンとプリントヘッドとの相対的な移動が実現される。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるプリンタリボン・ドライブ・システムの概略図である。

【図1A】図1のドライブ・システムの変形例である。

【図2】図1のリボン・ドライブ・システムにおけるプリンタ・ドライブ・アセンブリの斜視図である。

【図3】図2のアセンブリに装着されるプリンタ・リボン・カセットの斜視図である。

【図4】図2のドライブ・アセンブリを示すさらなる図である。

【図5】図2のドライブ・アセンブリを示すさらなる図である。

20

【図6】図2のドライブ・アセンブリを示すさらなる図である。

【図7】図2のドライブ・アセンブリを示すさらなる図である。

【図8】図2のドライブ・アセンブリを示すさらなる図である。

【図9】図2のドライブ・アセンブリを示すさらなる図である。

【図10】図2のドライブ・アセンブリに組み込まれるプリントヘッドを支持するキャリッジの斜視図である。

【図11】図10のキャリッジに対する別例を示す斜視図である。このキャリッジは、図2のドライブ・アセンブリの構成要素の位置を逆にする場合に使用される。

【図12】図11の別例に係るキャリッジを使用して構成要素の位置を逆にしたドライブ・アセンブリを示す図である。

30

【図13】図2のドライブ・アセンブリを使用したインターリーブ方式の印刷を説明する説明図である。

【図14】図2のドライブ・アセンブリを使用したインターリーブ方式の印刷を説明する説明図である。

【図15】図2のドライブ・アセンブリを使用したインターリーブ方式の印刷を説明する説明図である。

【図16】図2のドライブ・アセンブリを使用したインターリーブ方式の印刷を説明する説明図である。

【図17】プリンタリボンのスプール直径を光学的に測定するシステムを概略的に説明する説明図である。

40

【図18】図2のドライブ・アセンブリに組み込まれたステップモータの電力消費をモニタリングする回路を概略的に示す説明図である。

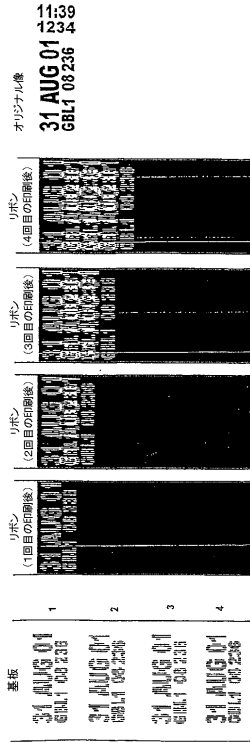
【図19】図2のドライブ・アセンブリに装着されたりボンスプール間におけるチャージレシオをモニタリングする回路を概略的に示す説明図である。

【図20】リボンスプールの直径をモニタリングする別のアプローチを示す説明図である。

【図21】本発明によるプリントヘッドの角度調整を説明する説明図である。

【図22】本発明の装置を使用すれば、限られたプリンタリボンの前進のみに依拠して像を作り出し得ることを説明する説明図である。

【 2 2 】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
21 March 2002 (21.03.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/22371 A2

- (51) International Patent Classification: **B41J 33/00**
- (21) International Application Number: PCT/GB01/03965
- (22) International Filing Date:
5 September 2001 (05.09.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
0022206.7 11 September 2000 (11.09.2000) GB
0028465.3 22 November 2000 (22.11.2000) GB
0100493.6 9 January 2001 (09.01.2001) GB
0111044.4 2 May 2001 (02.05.2001) GB
- (71) Applicant (for all designated States except US): **ZIPHER LIMITED** [GB/GB], 7 Faraday Building, Nottingham Science & Technology Park, University Boulevard, Nottingham NG7 2QP (GB).
- (72) Inventors; and
(75) Inventors/Applicants (for US only): **MCNESTRY, Martin** [GB/GB], 27 Hands Road, Heanor, Derbyshire DE75 7HA (GB); **BUXTON, Keith** [GB/GB], 29 Charwell Grove, Mapperley Planes, Nottingham NG7 2QP (GB); **HART, Philip** [GB/GB], 25 Springfield Drive, Nuthall, Nottingham NG6 8WB (GB).
- (74) Agent: **ALLMAN, Peter, John**, Marks & Clerk, Sussex House, 83-85 Mosley Street, Manchester M2 3LG (GB).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BI, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:**
— without international search report and to be republished upon receipt of that report
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.



WO 02/22371 A2

(54) Title: TAPE DRIVE AND PRINTING APPARATUS

(57) Abstract: A tape drive for use in for example transfer printing apparatus to drive a printer ribbon. The printer ribbon is mounted on two spools each of which is driven by a respective stepper motor. A controller controls the energisation of the motor such that the ribbon is transported in at least one direction between spools mounted on the spool support. The controller is operative to energise both motors to drive the spools of ribbon in the direction of ribbon transport to achieve push-pull operations. Ribbon tension is monitored to enable accurate control of ribbon supply and ribbon take up, the ribbon tension being monitored by monitoring power supply to the two stepper motors.

TAPE DRIVE AND PRINTING APPARATUS

This invention relates to tape drive and printing apparatus and operation methods and in particular to such apparatus and methods which may be used in transfer printers, that is printers which make use of carrier-supported inks.

In transfer printers, a tape which is normally referred to as a printer ribbon and carries ink on one side is presented within a printer such that a printhead can contact the other side of the ribbon to cause the ink to be transferred from the ribbon on to a target substrate of for example paper or a flexible film. Such printers are used in many applications. Industrial printing applications include thermal transfer label printers and thermal transfer coders which print directly on to a substrate such as packaging materials manufactured from flexible film or card.

Ink ribbon is normally delivered to the end user in the form of a roll wound onto a core. The end user pushes the core on to a tape spool, pulls a free end of the roll to release a length of ribbon, and then engages the end of the tape with a further spool. Generally the spools are mounted on a cassette which can be readily mounted on a printing machine. The printing machine includes a transport means for driving the two spools, so as to unwind ribbon from one spool and to take up ribbon on the other spool. The printing apparatus transports ribbon between the two spools along a predetermined path past the printing head.

Known printers of the above type rely upon a wide range of different approaches to the problem of how to drive the ribbon spools. Some rely upon stepper motors, others on DC motors to directly or indirectly drive the spools. Generally the known arrangements drive only the spool on to which ribbon is taken up (the take-up spool) and rely upon some form of "slipping clutch" arrangement on the spool from which ribbon is drawn (the supply spool) to provide a resistive force so as to ensure that the ribbon is maintained in tension during the printing and ribbon winding processes and to prevent ribbon over run when the ribbon is brought to rest. It will be appreciated that maintaining adequate tension is an essential requirement for the proper functioning of the printer.

As a roll of ribbon is gradually used by the printer, the initial outside diameter of the supply spool decreases and the initial outer diameter of the take-up spool increases. In slipping clutch arrangements which offer an essentially constant resistive torque, the ribbon tension will vary in proportion to the diameter of the spools. Given that it is desirable to use large supply spools so as to minimise the number of times that a ribbon roll has to be replenished, this is a serious problem particularly in high speed machines where rapid ribbon transport is essential.

Dynamically changing ribbon tension gives rise to demands for tight tolerances for the torque delivered by the slipping clutch. Such tolerances are difficult to maintain as wear in the slipping clutch over time tends to change the resistive force exerted by the clutch. If the clutch force is too great the ribbon transport system may have inadequate power to drive the ribbon throughout the range of spool diameters from a new supply roll to an empty supply roll. Too little clutch force and slack in the ribbon could result in over run of the supply spool. Given these constraints, typical printer designs have compromised performance by way of limiting the rate of acceleration, the rate of deceleration, and the maximum speed capability of the ribbon transport system. Overall printer performance has as a result been compromised.

Representative examples of conventional printing apparatus are described in US patent 4,000,804, US patent 4,294,552, US patent 4,479,081, US patent 4,788,558 and British patent 2310405.

The system of US 4,000,804 describes an arrangement for transferring a ribbon from a supply spool to a take-up spool which includes a pair of electric motors each one of which is connected to a corresponding spool shaft. The motors are direct current (DC) motors. The motor connected to the take-up spool is supplied by a constant current generator so as to wind up the ribbon with a substantially constant torque. The motor connected to the supply spool is supplied by a constant voltage generator so as to keep the ribbon tensioned during ribbon transfer. A change-over device alternates the function of the two spools when the ribbon is fully wound on the take-up spool. With the described arrangement, no account is taken of the change in

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

3

diameters of the supply and take-up spools during ribbon transfer and thus ribbon tension varies substantially during the course of the full transfer of the ribbon from the supply spool to the take-up spool.

US 4,294,552 discloses a bi-directional ribbon drive in which two spools are driven by respective stepper motors. The take-up spool is driven by its stepper motor, but the supply spool motor is fed a low level "drag" current to maintain the ribbon in tension. The motors are not actively controlled to compensate for spool diameter variations.

US 4,479,081 describes an arrangement in which two stepper motors are provided, one driving the take-up spool and the other coupled to the supply spool. Feed back signals provide an indication of the angular velocity of the supply spool and a function table provides information on the rate of stepping pulses to be applied to the take-up spool. The ribbon is driven by the stepper motor driving the take-up spool, the other motor acting as a feed back transducer to enable appropriate control of the motor driving the take-up spool to take account of changing spool diameters whilst maintaining a constant ribbon speed. Thus although this arrangement does avoid the need for example of a capstan drive interposed between the two spools so as to achieve reliable ribbon delivery speeds, only one of the motors is driven to deliver torque to assist ribbon transport. There is no suggestion that the apparatus can operate in push-pull mode, that is the motor driving the take-up spool operating to pull the ribbon and the motor driving the supply spool operating to push the associated spool in a direction which assists tape transport.

US 4,788,558 describes a ribbon drive mechanism in which two DC motors are provided, one driving the take-up spool and one driving the supply spool. Ribbon is delivered by a further drive roller driven by a stepper motor. The supply spool DC motor acts as a brake and does not assist in tape transport. Thus this is a conventional arrangement in which a capstan roller is used to control ribbon delivery speed. With such an arrangement it is a relatively simple matter as described to provide feedback information concerning the magnitude of the ribbon spools so as to maintain a desired ribbon tension, but the overall system is complex.

GB 2310405 describes a bi-directional printer ribbon drive mechanism in which a stepper motor drives a take-up spool. Accurate control of ribbon delivery is achieved by providing an idler roller which rotates in contact with the ribbon and thus enables a direct measurement of ribbon transport speed. The provision of such an idler roller and associated components adds to overall system complexities and cost.

None of the known arrangements is capable of coping well with the requirements of high speed industrial transfer printing systems. Such systems generally operate in one of two manners, that is either continuous printing or intermittent printing. In both modes of operation, the apparatus performs a regularly repeated series of printing cycles, each cycle including a printing phase during which ink is being transferred to a substrate, and a further non-printing phase during which the apparatus is prepared for the printing phase of the next cycle.

In continuous printing, during the printing phase a stationary printhead is brought into contact with a printer ribbon the other side of which is in contact with a substrate on to which an image is to be printed. (The term "stationary" is used in the context of continuous printing to indicate that although the printhead will be moved into and out of contact with the ribbon, it will not move relative to the ribbon path in the direction in which ribbon is advanced along that path). Both the substrate and printer ribbon are transported past the printhead, generally but not necessarily at the same speed. Generally only relatively small lengths of the substrate which is transported past the printer head are to be printed upon and therefore to avoid gross wastage of ribbon it is necessary to reverse the direction of travel of the ribbon between printing operations. Thus in a typical printing process in which the substrate is travelling at a constant velocity, the printhead is extended into contact with the ribbon only when the printhead is adjacent regions of the substrate to be printed. Immediately before extension of the printhead, the ribbon must be accelerated up to for example the speed of travel of the substrate. The ribbon speed must then be maintained at the constant speed of the substrate during the printing phase and, after the printing phase has been completed, the ribbon must be decelerated and then driven in the reverse direction so that the used region of the ribbon is on the upstream side of

the printhead. As the next region of the substrate to be printed approaches, the ribbon must then be accelerated back up to the normal printing speed and the ribbon must be positioned so that an unused portion of the ribbon close to the previously used region of the ribbon is located between the printhead and the substrate when the printhead is advanced to the printing position. Thus very rapid acceleration and deceleration of the ribbon in both directions is required, and the ribbon drive system must be capable of accurately locating the ribbon so as to avoid a printing operation being conducted when a previously used portion of the ribbon is interposed between the printhead and the substrate.

In intermittent printing, a substrate is advanced past a printhead in a stepwise manner such that during the printing phase of each cycle the substrate and generally but not necessarily the ribbon are stationary. Relative movement between the substrate, ribbon and printhead are achieved by displacing the printhead relative to the substrate and ribbon. Between the printing phase of successive cycles, the substrate is advanced so as to present the next region to be printed beneath the printhead and the ribbon is advanced so that an unused section of ribbon is located between the printhead and the substrate. Once again rapid and accurate transport of the ribbon is necessary to ensure that unused ribbon is always located between the substrate and printhead at a time that the printhead is advanced to conduct a printing operation.

The requirements in terms of ribbon acceleration, deceleration, speed and positional accuracy of high speed transfer printers is such that the known drive mechanisms have difficulty delivering acceptable performance with a high degree of reliability. Similar constraints also apply in applications other than high speed printers. Accordingly it is an object of the present invention to provide a tape drive which can be used to deliver printer ribbon in a manner which is capable of meeting the requirements of high speed production lines, although the tape drive of the present invention may of course be used in other applications where similar high performance requirements are demanded.

According to the present invention, there is provided a tape drive comprising two motors at least one of which is a stepper motor, two tape spool supports on which

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

6

spools of tape may be mounted, each spool support being drivable by a respective motor, and a controller for controlling the energisation of the motors such that tape may be transported in at least one direction between spools mounted on the spool supports, wherein the controller is operative to energise both motors to drive the spools of tape in the direction of tape transport.

A tape drive in accordance with the present invention relies upon both the motors which drive the two tape spools to drive the tape during tape transport. Thus the two motors operate in push-pull mode. This makes it possible to achieve very high rates of acceleration and deceleration. Tension in the tape being transported is determined by control of the drive motors and therefore is not dependent upon any components which have to contact the tape between the take-up and supply spools. Thus a very simple overall mechanical assembly can be achieved. Given that both motors contribute to tape transport, relatively small and therefore inexpensive and compact motors can be used.

The actual rotational direction of each spool will depend on the sense in which the tape is wound on each spool. If both spools are wound in the same sense then both spools will rotate in the same rotational direction to transport the tape. If the spools are wound in the opposite sense to one another, then the spools will rotate in opposite rotational directions to transport the tape. In any configuration, both spools rotate in the direction of tape transport.

Preferably the controller is arranged to control the motors to transport tape in both directions between the spools. The motors may both be stepper motors and the controller may be operative to monitor tension in a tape being transported between spool mounted on the spool support and to control the motors to maintain the monitored tension between predetermined limits. Means are preferably provided to monitor the power supply to at least one of the motors and to calculate an estimate of tape tension from the monitored power. For example, where two stepper motors are provided, a power supply may deliver power to a stepper motor drive means which supplies current sequentially to windings of the stepper motors, the power being monitored by means for monitoring the magnitude of voltage and/or current supplied

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

7

to the motors and/or the motor drive means. It will be appreciated that dependent upon the load applied to the motors the current and voltage delivered to the motor windings will both vary, irrespective of the type and nature of the motor drive means used. For this reason it is preferred to provide a regulated power supply which supplies a substantially constant voltage to the stepper motor drive means and to monitor the magnitude of current supplied to the stepper motor drive means from the power supply.

Preferably each stepper motor is energised by a respective motor drive circuit, a respective low resistance resistor being connected in series with each motor drive circuit, and voltage signals developed across the series resistors being monitored to monitor the current supplied to the motors. The voltage signals may be converted to digital signals for supply to a microcontroller which controls the generation of motor control pulse trains which are applied to the motor drive circuits. The current may be monitored over a predetermined period of time and preferably is monitored only during periods in which tape transport speed is substantially constant. The predetermined period of time may correspond to a predetermined length of tape transport.

Calibration data may be recorded for the or each stepper motor, the calibration data representing power consumption for the stepper motor at each of a series of step rates under no tape load conditions, and a measure of tape tension may be calculated by reference to a measure of motor step rate, the calibration data related to the step rate, and the power consumed by the motor.

The outside diameters of the tape spool may be directly monitored and the tape tension calculated to take into account the monitored diameters. The outside diameters may be monitored for each of a plurality of diameters which are mutually inclined to each other so as to enable the detection of spool eccentricity and therefore enable an accurate calculation of the spool circumference.

A measure of tension t may be calculated from measures of power supplied to the two motors, measures of the spool radii, calibration factors for the two motors related to the step rate of the motors. A calibration scaling factor may also be used to

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

8

translate the calculated tension into a more interpretable value. Preferably the controller implements a control algorithm to calculate a length of tape to be added to or subtracted from the tape extending between the spools in order to maintain the value t between predetermined limits and to control the stepper motors to add or subtract the calculated length of tape to the tape extending between the spools. Alternatively, a measure of the difference between the current supplied to the two motors may be derived and stepping of the motors may be controlled dependent upon the difference measure. It will be appreciated that the difference measure could simply be the result of subtracting one current from the other or could relate to the ratio of the two measured currents. Motor speed may be maintained constant during a period in which the difference measure is within each of a series of tolerance bands defined between upper and lower limits, and the tolerance bands may be adjusted in dependence upon the ratio of the outside diameters of the spools. The controlling means may implement a control algorithm to calculate a length of tape to be added to or subtracted from the tape extending between the spools in order to maintain the difference measure between the upper and lower limit and to control the stepper motors to add or subtract the calculated length of tape to the tape extending between the spools.

A value corresponding to tape width may be input and the predetermined limit adjusted to take account of that tape width. For example, the control algorithm may comprise gain constants, and the gain constants may be adjusted to take account of tape width. The control algorithm may operate cyclically such that during one cycle the length of tape to be added or subtracted is calculated and during a subsequent cycle the motors are controlled to adjust the amount of tape between the spools. This approach is adopted because, as it will be appreciated that although the length of tape between the spools is to a first approximation independent of tension, stretching of the tape will mean that if tape is added to the length of tape extending between the spools this will be taken up by a reduction in stretch until the tension becomes zero. It will be further appreciated that for a given tension, a narrower tape will stretch more than

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

9

a wider tape, therefore a change in tension, caused by the addition or subtraction of tape between the spools, will be less for a narrower tape than for a wider tape.

Tension monitoring makes it possible to generate a fault-indicating output if the measure of tension falls below a minimum acceptable limit to indicate for example a tape breakage.

Spool diameters may be monitored using an optical sensing system including at least one light emitter and at least one light detector arranged such that an optical path is established therebetween, a transport mechanism supporting at least one part of the optical sensing system and drivable so as to cause the optical path to sweep across a space within which spools to be measured will be located, and a controller operative to control the transport mechanism, to detect positions of the transport mechanism in which the output of the detector changes to indicate a transition between two conditions in one of which the optical path is obstructed by a spool and in the other of which the optical path is not obstructed by that spool, and to calculate the spool diameters from the detected positions of the transport mechanism in which the detector output changes.

One of the emitter and detector may be mounted on the transport mechanism, the other being fixed in position relative to the spools of tape, or alternatively both the emitter and detector may be mounted on the transport mechanism, the optical path between the emitter and detector being established by a mirror located at the side of the spools remote from the transport mechanism and arranged to reflect light from the emitter back to the detector. Spool diameters may be measured with the spools in a first position, the spools may then be rotated so that one spool rotates by for example 30°, the diameters may be measured again, and so on. This makes it possible to accurately assess spool eccentricity and outer circumference.

The present invention has particular applicability where the transport mechanism is a printhead transport mechanism of a transfer ribbon printer. The ratio of spools in such a machine can be calculated on the basis of the output of the diameter measuring means. The ratio calculating means may comprise means enabling a first stepper motor driving a take up spool and disabling a second stepper

motor driving a supply spool such that the second stepper motor acts as a generator, means for generating pulses from the second stepper motor, the pulse rate being proportional to motor speed, means for detecting the generated pulses to produce a measure of the rotation of the second stepper motor, means for monitoring stepping of the first stepper motor to produce a measure of the rotation of the first stepper motor, and means for comparing the measures of the rotations of the motors to calculate the ratio of the outside diameters of the spools.

After a number of operating cycles of the tape drive, in which tape is transported between the spools, an updated diameter for at least one of the spools may be calculated from a ratio between the spool diameters as initially monitored, a current ratio between the spool diameters, and the diameter of at least one spool as initially monitored.

Where the tape drive in accordance with the invention is incorporated in a transfer printer for transferring ink from a printer ribbon to a substrate which is transported along a predetermined path adjacent to the printer, the tape drive acting as a printer ribbon drive mechanism for transporting ribbon between first and second ribbon spools, the printer may further comprise a print head arranged to contact one side of the ribbon to press an opposite side of the ribbon into contact with a substrate on the predetermined path, a printhead drive mechanism for transporting the printhead along a track extending generally parallel to the predetermined substrate transport path and for displacing the printhead into and out of contact with the ribbon, and a controller controlling the printer ribbon and printhead drive mechanisms, the controller being selectively programmable either to cause the ribbon to be transported relative to the predetermined substrate transport path with the printhead stationary and displaced into contact with the ribbon during printing, or to cause the printhead to be transported relative to the ribbon and the predetermined substrate transport path and to be displaced into contact with the ribbon during printing.

The drive mechanism may be bidirectional such that ribbon may be transported from the first spool to the second spool and from the second spool to the first.

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

11

Where the printhead is mounted on a printhead carriage that is displaceable along the track, first and second carriages may be provided which are interchangeable and shaped such that with one carriage in position on the track the printhead is disposed so as to enable printing on a substrate travelling in one direction along the substrate transport path and with the other carriage in position on the track the printhead is disposed so as to enable printing on a substrate travelling in the other direction along the substrate path.

The tape drive may be incorporated in a printing apparatus comprising a housing, a printhead mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path along which a ribbon is driven by the tape drive, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a roller which in use supports a substrate to be printed on the side of the ribbon path remote from the print head, a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly to a printing position in which a portion of the printhead bears against the roller or any substrate or ribbon interposed between the printhead and roller, and a controller for adjusting the first drive mechanism to adjust the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller.

Preferably the printhead is mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path along which a ribbon is driven by the tape drive, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a peel off roller mounted on the printhead support assembly and displaceable with the printhead in the said parallel direction, and a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly and peel off roller between a ready to print position adjacent the print ribbon path and a printing position in which the printhead would contact a print ribbon on the path, wherein a cam mechanism is provided which is engaged as a result of displacement of the printhead support assembly to a predetermined position and when engaged causes retraction of the printhead away from the ready to print position to a position spaced from the peel roller and the print ribbon path.

The cam mechanism may comprise a plate mounted in the housing and defining a slot, and a pin extending from a pivotal member mounted on the printhead support assembly, engagement of the pin in the slot as a result of displacement of the printhead support assembly to the predetermined position causing the pivotal member to rotate from a first position in which it supports the printhead to a second position in which the printhead is free to move to the position spaced from the peel roller and the print ribbon path.

The pivotal member may be mounted on a displaceable member mounted on the printhead support assembly, displacement of the displaceable member from a retracted to an extended position when the pivotal member is in the first position causing the printhead to move from the ready to print from the printing position.

The printing apparatus may further comprise means for applying the printhead to a ribbon supported in the drive mechanism, the printhead comprising an array of printing elements each of which may be selectively energised to release ink from a portion of ribbon contacted by that element, and a controller for controlling energisation of the printing elements and the advance of the ribbon so as to perform a series of printing cycles each of which includes a printing phase during which relative movement between the printhead and ribbon results in the printhead traversing a predetermined length of ribbon and a non-printing phase during which the ribbon is advanced a predetermined distance relative to the printhead, wherein the controller is arranged selectively to energise different groups of printing elements during successive printing cycles, the groups of elements being distributed on the printhead such that different groups contact different portions of the ribbon, and the controller is arranged to advance the ribbon such that the said predetermined distance of ribbon advance is less than the said predetermined length of ribbon, the groups of printing elements being energised such that that ribbon is advanced by at least said predetermined length of ribbon in the interval between any two printing phases in which the same group of printing elements are energised. Two groups of printing elements may be provided such that the distance of ribbon advance may be as little as half the predetermined length of ribbon.

Given the fundamental differences between continuous and intermittent printing systems as described above, it has been industry practice to provide printing apparatus which is capable either of use in a continuous printing application or for use in an intermittent printing application but not to provide a printer with the versatility to perform both functions. The fundamental difference between the two types of printing apparatus required for these two applications is that in one (continuous printing) the printhead is stationary (using that term in the manner discussed above) whereas in the other (intermittent) the printing head must be displaceable. As a result, when a particular production line is converted from for example an intermittent printing application to a continuous printing application it is necessary to replace all of the printing equipment. This represents a considerable cost to users of such equipment.

It is an object of the present invention to obviate or mitigate the problems outlined above.

According to a second aspect of the present invention, there is provided a transfer printer for transferring ink from a printer ribbon to a substrate which is transported along a predetermined path adjacent the printer, comprising a printer ribbon drive mechanism for transporting ribbon between first and second ribbon spools, a printhead arranged to contact one side of the ribbon to press an opposite side of the ribbon into contact with a substrate on the predetermined path, a printhead drive mechanism for transporting the printhead along a track extending generally parallel to the predetermined substrate transport path and for displacing the printhead into and out of contact with the ribbon, and a controller controlling the printer ribbon and printhead drive mechanisms, the controller being selectively programmable either to cause the ribbon to be transported relative to the predetermined substrate transport path with the printhead stationary and displaced into contact with the ribbon during printing, or to cause the printhead to be transported relative to the ribbon and the predetermined substrate transport path and to be displaced into contact with the ribbon during printing.

Thus the second aspect of the present invention provides a printing apparatus with sufficient versatility to be able to be used in both continuous and intermittent applications.

The transfer printer of the second aspect of the invention as defined above may be used in conjunction with any or all of the features of the first aspect of the present invention as discussed above. In particular, the drive mechanism may be bidirectional, the drive mechanism may comprise two stepper motors each driving a respective one of the first and second ribbon spools in the direction of tape transport, ribbon tension may be monitored and the stepper motors controlled to maintain the monitored tension within predetermined limits, the printhead drive mechanism may comprise a further stepper motor coupled to the printhead, and the printhead may be mounted on a carriage that is displaceable along a track. In addition, first and second carriages which are interchangeable may be provided to enable printing on a substrate travelling in either direction along the substrate transport path and a peel off roller mounted adjacent the printhead may be reversible in position relative to the printhead.

As outlined above, in tape drives which are used to transfer tape such as a printer ribbon between two spools, the diameters of the spools change during the course of tape transfer from one spool to the other. This dramatically affects the relative speeds of the two spools which must be maintained if the tape is to remain in tension. Various attempts have been made to account for this effect, and notably the approach adopted in US 4,479,081. None of the known approaches however is satisfactory in delivering a reliable accurate measurement of spool diameters to thereby enable an accurate and appropriate control of drive motor speeds in an arrangement in which the two motors are operating in push-pull mode. Whereas some of the known systems can cope with tape drives in which the initial conditions are always the same (for example a fresh supply spool of known outside diameter is connected to an empty take-up spool), in many applications it is quite often the case that an operator will fit to a machine a tape which has been partially used such that the supply spool which initially was of known outside diameter has partly been transferred to the take-up spool.

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

15

It is an object of the present invention to obviate or mitigate the problems outlined above.

According to a third aspect of the present invention, there is provided an apparatus for measuring the diameters of two spools of tape mounted on a tape drive mechanism which is drivable to transport tape between the spools, comprising an optical sensing system including at least one light emitter and at least one light detector arranged such that an optical path is established therebetween, a transport mechanism supporting at least part of the optical sensing system and drivable so as to cause the optical path to sweep across a space within which spools to be measured will be located, and a controller operative to control the transport mechanism, to detect positions of the transport mechanism in which the output of the detector changes to indicate a transition between two conditions in one of which the optical path is obstructed by a spool and in the other of which the optical path is not obstructed by that spool, and to calculate the spool diameters from the detected positions of the transport mechanism in which the detector output changes.

This third aspect of the present invention makes it possible to accurately determine spool sizes. In an apparatus such as a transfer printer with a displaceable printhead the displaceable component can be readily mounted on the displaceable printhead so as to require no additional electromechanical components over and above those necessary for the normal functioning of the apparatus.

The apparatus of the third aspect of the present invention as defined above may be used in conjunction with any of the features of the first and second aspects of the invention as defined above.

Printheads used in for example transfer printers must be accurately positioned relative to a platen which supports a substrate to be printed if good quality print is to be produced, particularly at high printing speeds. An angular displacement of only a few degrees can radically affect print quality. The traditional approach to dealing with this problem is to position a printhead on an appropriate support assembly in a nominally correct position, to then run a test print to see what quality results, and to then mechanically adjust the position of the printhead so as to optimise print quality.

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

16

This involves an installer making very small mechanical adjustments using for example spacers. This can be a time consuming process.

It is an object of the present invention to obviate or mitigate the problems outlined immediately above.

According to a fourth aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus comprising a housing, a printhead mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a roller which in use supports a substrate to be printed on the side of the ribbon path remote from the printhead, a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly to a printing position in which a portion of the printhead bears against the roller or any substrate or ribbon interposed between the printhead and roller, and a controller for adjusting the first drive mechanism to adjust the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller.

Preferably, the portion of the printhead that bears against the roller or any substrate or ribbon interposed between the printhead and roller, is the portion of the printhead that contains selectively energisable printing elements. The elements may be linearly arranged along the portion of the printhead, for example the linear array of elements may be arranged along an edge, or parallel in close proximity to an edge of the printhead.

In operation, an installer could initially position a printhead so that it would assume a nominal position which would be expected to produce good quality print. A test print run would then be used to assess print quality, the printhead support would then be displaced relative to the housing, and a fresh print run would be conducted, the process being repeated until the resultant print quality was optimised. There is thus no requirement for the installer to make small mechanical adjustments to the position of the printhead on its support.

The printing apparatus in accordance with the fourth aspect of the present invention may be used in conjunction with any of the features of the first, second and third aspects of the invention as defined above.

In many tape drive mechanisms and particularly in ribbon printing machines, loading a fresh print ribbon can be a difficult process as the print ribbon has to be correctly positioned along a non-linear path. Often replacement print ribbons are mounted in a cassette which is designed to be readily mounted in a predetermined orientation on an associated printing apparatus. In such arrangement it is generally necessary to position a length of ribbon extending between support on the cassette between a printhead and a peel off roller. This is difficult to achieve unless the printhead and peel off roller can be moved apart to provide a wide enough track into which the ribbon can be inserted.

It is known to provide an arrangement in which either the printhead or the peel off roller can be displaced by a lever mechanism which is actuated when a cassette is mounted on a printing apparatus. For example if the cassette is held in position by a mechanical latch, release of the latch will move the printhead and peel off roller apart whereas engagement of the latch moves them together to a ready-to-print position.

Such arrangements are satisfactory in terms of performance but disadvantageous as valuable space is occupied by the lever mechanisms, thereby reducing the space available for taking large diameter spools of tape.

It is an object of the present invention to obviate or mitigate the problems outlined above.

According to a fifth aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus comprising a housing, a printhead mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a peel off roller mounted on the printhead support assembly and displaceable with the printhead in the said parallel direction, and a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly and peel off roller between a ready to print position adjacent the print ribbon path and a

printing position in which the printhead would contact a print ribbon on the path, wherein a cam mechanism is provided which is engaged as a result of displacement of the printhead support assembly to a predetermined position and when engaged causes retraction of the printhead away from the ready to print position to a position spaced from the peel roller and the print ribbon path.

In an arrangement in accordance with the fifth aspect of the present invention, when a cassette carrying a print ribbon is to be replaced, an electronic signal can be generated to cause transport of the print support assembly to a predetermined position (a "docked" position). This automatically retracts the printhead away from the peel-off roller, enabling the easy insertion of a tape between the printhead and peel roller.

The printing apparatus according to the fifth aspect of the present invention may be used in conjunction with any of the features of the first, second, third and fourth aspects of the present invention as defined above.

Another problem encountered with printing machines is that of achieving sufficient tape transport speeds in the interval between printing phases of successive printing cycles. In some instances the time taken to transport a printing ribbon by a distance equal to the length of ribbon traversed by the printing head during one printing cycle is a limiting factor in overall machine speed. It would be advantageous to be able to reduce the distance that a ribbon is advanced between any two successive printing cycles.

According to a sixth aspect of the present invention, there is provided a printing apparatus comprising a printhead, a printing ribbon drive mechanism for advancing a printing ribbon between the printhead and a path along which in use a substrate to be printed is advanced, means for applying the printhead to a ribbon supported in the drive mechanism, the printhead comprising an array of printing elements each of which may be selectively energised to release ink from a portion of ribbon contacted by that element, and a controller for controlling energisation of the printing elements and the advance of the ribbon so as to perform a series of printing cycles each of which includes a printing phase during which relative movement between the printhead and ribbon results in the printhead reversing a predetermined

length of ribbon and a non-printing phase during which the ribbon is advanced a predetermined distance relative to the printhead, herein the controller is arranged selectively to energise different groups of printing elements during successive printing cycles, the groups of elements being distributed on the printhead such that different groups contact different portions of the ribbon, and the controller is arranged to advance the ribbon such that the said predetermined distance of ribbon advance is less than the said predetermined length of ribbon, the groups of printing elements being energised such that the ribbon is advanced by at least said predetermined length of ribbon in the interval between any two printing phases in which the same group of printing elements are energised.

If the printing elements are arranged in two groups, for example alternate pixels distributed across a linear printing head, an image may be printed in one printing cycle using one group, the ribbon may be advanced by half the length of ribbon traversed by the printer during the first cycle, a second image may be printed using the other group during a second cycle, the ribbon may again be advanced by half the traverse distance of the printing head, and then the first group may be energised during a third printing cycle and so on. Thus the maximum tape travel between successive printing cycles can be half that which must be accommodated in conventional printing systems.

The printing apparatus according to the sixth aspect of the present invention may be used in conjunction with any of the features of the first, second, third, fourth and fifth aspects of the present invention as defined above.

It will of course be appreciated that if the printing elements were divided into three groups, tape advance between successive cycles could be limited to one third of the length of ribbon traversed by the printhead in one cycle.

An embodiment of the present invention will now be described, by way of example, with reference to the accompanying drawings, in which:

Figure 1 is a schematic illustration of a printer ribbon drive system in accordance with the present invention;

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

20

Figure 1a is an illustration of a modification to the drive system of figure 1;

Figure 2 is a perspective view of a printer drive assembly of a ribbon drive system as described with reference to Figure 1.

Figure 3 is a schematic perspective view of a printer ribbon cassette which may be mounted on the assembly of Figure 2;

Figures 4 to 9 are further illustrations of the drive assembly of Figure 2;

Figure 10 is a perspective view of a printhead support carriage incorporated in the drive assembly of Figure 2;

Figure 11 is a perspective view of an alternative printhead support carriage to that shown in Figure 10 which may be used to reverse the positions of components of the drive assembly of Figure 2;

Figure 12 is a view of the drive assembly after conversion using the alternative printhead support of Figure 11;

Figures 13 to 16 illustrate the use of interleaved printing using the drive assembly of Figure 2;

Figure 17 schematically illustrates the operation of an optical printer ribbon spool diameter measuring system;

Figure 18 is a schematic illustration of a circuit for monitoring the power consumed by steppers motors incorporated in the drive assembly of Figure 2;

Figure 19 is a schematic illustration of a circuit for monitoring the charging ratio between the diameters of ribbon spools mounted on the drive assembly of Figure 2;

Figure 20 illustrates an alternative approach to monitoring ribbon spool diameters;

Figure 21 illustrates the adjustment of printhead angle in accordance with the invention; and

Figure 22 illustrates the use of apparatus in accordance with the present invention to produce images whilst relying upon only limited printer ribbon advance.

Referring to Figure 1, the schematically illustrated printer in accordance with the present invention has a housing represented by broken line 1 supporting a first

shaft 2 and a second shaft 3. A displaceable print head 4 is also mounted on the housing, the print head being displaceable along a linear track as indicated by arrows 5. A printer ribbon 6 extends from a spool 7 received on a mandrel 8 which is driven by the shaft 2 around rollers 9 and 10 to a second spool 11 supported on a mandrel 12 which is driven by the shaft 3. The path followed by the ribbon 6 between the rollers 9 and 10 passes in front of the print head 4. A substrate 13 upon which print is to be deposited follows a parallel path to the ribbon 6 between rollers 9 and 10, the ribbon 6 being interposed between the print head 4 and the substrate 13.

The shaft 2 is driven by a stepper motor 14 and the shaft 3 is driven by a stepper motor 15. A further stepper motor 16 controls the position on its linear track of the print head 4. A controller 17 controls each of the three stepper motors 14, 15 and 16 as described in greater detail below, the stepper motors being capable of driving the print ribbon 6 in both directions as indicated by arrow 18.

In the configuration illustrated in figure 1, the spools 7 and 11 are wound in the same sense as one another and thus rotate in the same rotational direction to transport the tape. Figure 1a illustrates a modification of the drive system of figure 1 in which the spools are wound in the opposite sense to one another and must rotate in opposite directions to transport the tape. Thus the first spool 7 rotates clockwise whilst the second spool 11 rotates anticlockwise to transport the printer ribbon 6 from the first spool 7 to the second spool 11.

As described in greater detail below, the printer schematically illustrated in Figure 1 can be used for both continuous and intermittent printing applications. In continuous applications, the substrate 13 will be moving continuously. During a printing cycle, the print head will be stationary but the ribbon will move so as to present fresh ribbon to the print head as the cycle progresses. In contrast, in intermittent applications, the substrate is stationary during each printing cycle, the necessary relative movement between the substrate and the print head being achieved by moving the print head during the printing cycle. The ribbon generally will be stationary during the printing cycle. In both applications, it is necessary to be able to rapidly advance and return the ribbon 6 between printing cycles so as to present fresh

ribbon to the print head and to minimise ribbon wastage. Given the speed at which printing machines operate, and that fresh ribbon should be present between the print head and substrate during any printing cycle, it is necessary to be able to accelerate the ribbon 6 in both directions at a high rate and to accurately position the ribbon relative to the print head. In the arrangement shown in Figure 1 it is assumed that the substrate 13 will move only to the right as indicated by arrow 19 but as described below the apparatus can be readily adapted to print on a substrate travelling to the left in Figure 1.

Referring to Figures 2, 3 and 4, electromechanical components making up the printer described in outline with reference to the schematic illustration of Figure 1 will now be described. The printer housing 1 comprises a casing 20 in which various electronic components to be described below are housed behind a cover plate 21. The shafts 2 and 3 project through apertures in the cover plate 21, guide pins 9a and 10a project from the cover plate 21, and the print head 4 is mounted above the cover plate 21. The print head 4 is part of an assembly which is displaceable along a linear track 22 which is fixed in position relative to the cover plate 21. The stepper motor 16 which controls the position of the print head assembly is located behind the cover plate 21 but drives a pulley wheel 23 that in turn drives a belt 24 extending around a further pulley wheel 25, the belt being secured to the print head assembly. Thus rotation of the pulley 23 in the clockwise direction in Figure 4 drives the print head assembly to the left in Figure 4 whereas rotation of the pulley 23 in the anti-clockwise direction in Figure 4 drives the print head assembly to the right in Figure 4. The pulley wheels 23 and 25 and the linear track 22 are mounted on a rigid bracket 26 which extends upwardly from the cover plate 21. Figure 2 shows drive discs mounted on the shafts 2 and 3, the drive discs defining diametrically spaced sockets intended to engage ribbon spools 8 and 12, whereas in Figure 4 the drive discs have been removed to show the upper surfaces of the stepper motors 14 and 15.

Referring to Figure 3, this illustrates a printer ribbon supported on a cassette which may be mounted on the printer of Figure 2. Hollow roller supports 9b and 10b are intended to receive the pins 9a and 10a respectively shown in Figure 2, such that

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

23

the combination of pin 9a and hollow roller 9b together constitute the roller 9 of Figure 1 and such that the pin 10a and hollow roller 10b together constitute the roller 10 of Figure 1. The spools 7 and 11 are supported on the mandrels 8 and 12 which are a push fit on rotatable shafts mounted on a common cover plate with the hollow rollers 9b and 10b. The rotatable shafts define pins which engage with the sockets defined on the drive discs driven by the shafts 2, 3. Thus, with the cassette in place, the ribbon can be transferred between the two spools 7 and 11.

The housing cover plate 21 (Figure 2) also supports an upstanding rear bracket 27 on which a pair of emitters 28, 29 are supported. These two emitters operate in cooperation with a receiver which is displaceable with the print head assembly as described in greater detail below.

The print head assembly 4 is shown in a "docked" position in Figures 2 and 4 and in a position in Figure 5 in which it is ready to print on a roller platen 30 (assuming operation in a continuous mode with a continuously moving substrate), and in a ready to print position in Figure 6 in which the print head is ready to print on a substrate which is stationary and positioned in front of a stationary flat platen 31. In the position shown in Figures 2 and 4, an edge 32 of the print head 4 is retracted behind the ribbon path between rollers 9 and 10 whereas a peel-off roller 33 is positioned on the opposite side of the ribbon path from the print head 4. This makes it an easy matter to install a fresh cassette of ribbon. In contrast, in the ready-to-print positions shown in Figures 5 and 6, the print head 4 has been advanced so that the edge 32 projects just beyond the outer extremity of the roller 33. Thus in the ready-to-print position the print ribbon passes around the edge 32 and is deflected away from the underlying substrate by the roller 33.

The edge 32 of the print head 4 (which is of conventional form) supports an array of heating elements each of which is selectively energisable. When the ribbon 6 is sandwiched between the head 4 and a substrate 13, ink adjacent any energised heating element is melted and transferred to the substrate. Thus by appropriate control of the heating elements, small portions of ink carried by the ribbon 6 can be

transferred to the substrate 13. Each of these portions of ink can be considered as defining one pixel of the image to be printed.

Referring now to all of Figures 2 to 9, the detailed structure of the print head assembly and the slider upon which it is mounted will be described. Figure 9 shows the print head assembly pulled forward to an adjustment position revealing associated components of the assembly. Figure 9 is the best view of a slot 34 formed in the upstanding bracket 26 on which the linear track 22 is mounted. A slider 35 supporting a print head carriage 36 is mounted on the linear track 22. The slider 35 and track 22 are high-accuracy products to provide smooth, low friction, parallel movement of the print head carriage 36 relative to the bracket 26. An optical detector 37 is mounted on the print head carriage 36 so as to be in register with the slot 34 formed in the bracket 26. The detector 37 is used as described below to detect light emitted from the emitters 28 and 29, the slot 34 ensuring that the only obstruction between the detector 37 and the emitters 28 and 29 will be any spools of ribbon mounted on the printer in a cassette such as that illustrated in Figure 3. The cassette is secured against displacement relative to the components illustrated in Figure 3 by a permanent magnet (not shown) incorporated in the cassette body and cooperating with a circular steel keeper 38 mounted on top of the bracket 26. Alternative arrangements for securing the cassette in position are of course possible, for example mechanical latch assemblies.

The print head carriage 36 supports the print head assembly which comprises the print head 4 which is bolted to a pivotal plate 39 that is mounted to pivot about pivot pin 40 that in turn is mounted on a plate 41 bolted to the print head carriage 36. A spring 42 biases the plate 39 towards the plate 41 so that in the absence of any obstruction the print head 4 will assume the position relative to the print head carriage 36 as shown in Figure 4. The peel off roller 33 is fixed in position on an arm 43 which is bolted to the print head carriage 36.

A pneumatic drive unit 44 is a sliding fit within a slot provided in the print head carriage 36 and drives a piston 45 which is shown in the extended position in Figure 8 and the retracted position in Figure 7. The pneumatic drive 44 is connected

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

25

to a flexible pneumatic supply line (not shown) connected to an air inlet 46 (Figure 2). The inlet 46 is connected to a tube 47 which extends through an opening in the print head carriage 36 so as to communicate with the pneumatic drive unit 44. The pneumatic drive unit piston 45 bears against a U-shaped member 48 which is coupled by pivot pin 49 to a U-shaped bracket 50. The bracket 50 supports a pin 51 (Figure 9) which is intended to engage in a slot 52 in a cam plate 53. The bracket 50 defines a curved corner 54 which is intended to engage against curved surface 55 defined in plate 39 as shown in Figures 7 and 8. If however the pin 51 is received in and pushed to the blind end of the slot 52, the bracket 50 is pushed away from the print head 4, enabling the plate 39 to swing towards the plate 41 so that the print head 4 assumes the docked position shown in Figures 2 and 4.

The bracket 50 is spring biased by a spring (not shown) coupled to a lever 50a (see Figure 7) so as normally to assume the position shown in Figure 7. If pressurised air is then supplied to the pneumatic drive 44, the assembly assumes the position shown in Figure 8 in which it will be seen that the printing edge 32 of the print head 42 has been pushed well beyond the peel-off roller 33. If with the pneumatic drive unit 44 de-energised and therefore the U-shaped member 48 in the position shown in Figure 7 the carriage is moved so that the pin 51 enters the slot 52, further movement of the carriage in the same direction will cause the pin 51 to move into the blind end of the slot, thereby causing the bracket 50 to turn about the pivot pin 49 so as no longer to obstruct movement of the print head 4 to the docked position. If movement of the carriage is then reversed, the pin 51 causes the bracket 50 to swing out again, pushing the print head 4 to the position shown in Figure 7. The position shown in Figure 7 corresponds to "ready to print" and the position shown in Figure 8 corresponds to "printing".

Figure 10 is a perspective view of the print head carriage 36 showing the socket which in the assembled apparatus receives the pneumatic drive unit 44. An opening 56 is provided to receive the air inlet tube 47 (see Figure 7). A tongue 57 projects from the lower edge of the print head carriage 36 and is used in a manner not shown to attach the print head carriage to the belt 24.

In the embodiment of the invention as illustrated in Figure 1 to 10, it is intended that a substrate to be printed travels past the print head in the left to right direction with respect to Figure 5 or the print head when printing travels in the right to left direction with respect to the platen 31 in Figure 35. The peel-off roller 33 is in all instances positioned on the downstream side of the printing edge 32. There are many circumstances however where such an arrangement is not convenient and it would be desirable to reverse the arrangement so that the relative positions of the edge 32 and the peel off roller 33 are reversed and the disposition of the print head 4 is also reversed. This can readily be achieved with the illustrated apparatus by replacing the print head carriage 36 shown in Figure 10 with the print head carriage 58 shown in Figure 11. Figure 12 illustrates the resultant assembly. It will be noted that the print head carriage 58 of Figure 11 also defines a socket 59 for receiving the pneumatic drive unit 44 and an opening 60 for receiving the air inlet tube 47. It will also be noted that the print head carriage 58 of Figure 11 is a mirror image about a vertical plane of the print head carriage 36 of Figure 10.

Referring to Figure 12, it will be seen that in addition to reversing the position of the print head 4 and the peel off roller 33, the cam plate 53 has also been rotated through 180° and fitted on the opposite side of the magnet 38 to its position in the embodiment of Figures 1 to 10. The arm 43 on which the peel off roller 33 is mounted has also been moved so as to continue to be located adjacent the cover plate 21.

The described printer arrangement provides a number of very significant advantages. Firstly, it is possible to use the same apparatus for both continuous and intermittent printing. Conversion of a production line from one form of printing to another does not therefore mean that new printers must be purchased. Secondly, by making relatively minor modifications involving only one additional component (the alternative print head carriages of Figures 10 and 11) the same apparatus can be used for both left hand and right hand applications, using these terms in the sense of Figure 2 (left hand) and Figure 12 (right hand). Thirdly, ribbon replacement is a simple matter given that when in the docked position the print head 4 is automatically pulled

back away from the peel roller 33 so as to provide a wide track into which a replacement printer ribbon carried on a cassette can be inserted.

Referring to Figures 13, 14, 15 and 16, different methods of making efficient use of the printer ribbon using the apparatus described in Figures 1 to 12 will be described. All of these methods rely upon the high accuracy within which ribbon can be delivered to the print head so as to minimise ribbon wastage.

Referring to Figure 13, this is a view of a ribbon the length of which is indicated by arrow 61 and with which six individual printing operations have been performed using overlapping regions of the ribbon. These six regions are indicated as regions 62 to 67, the second half of region 62 overlapping with the first half of region 63, the second half of region 63 overlapping with the first half of region 64 and so on. Assuming printing on a substrate, the region 62 is printed, the ribbon is then advanced by half the length of the regions, the region 63 is printed, the ribbon is then again advanced by half the length of the regions, the region 64 is then printed and so on.

Such overlapping printed regions could be used in both continuous and intermittent printing processes. In the described arrangement, adjacent regions overlap by half the width of each region, but different proportions of overlap could be envisaged. Given that adjacent printing regions overlap, it is important that a region of the ribbon which is overlapped by two adjacent printing regions is used in a manner which ensures that printing progresses only on the basis of using portions of the ribbon which are used in only one of the two overlapping regions. This can be achieved for example by selecting only alternate portions of the ribbon within any one printing region. For example, as illustrated in Figure 14, if adjacent heating (pixel) elements on the printing head are represented by ribbon areas 68 and 69, ribbon areas 68 would be used in printing one region (for example region 62) and ribbon areas 69 would be used in printing the adjacent region (region 63). In this manner, providing the spacing between adjacent pixels on the print head is small enough to enable an image of reasonable quality to be printed using only alternate pixels, twice the number of images can be generated from a ribbon than would be the case if all the pixel elements were used for printing purposes in a single image and there was no overlap

between printing regions. In addition however the distance that the ribbon must be advanced between printing phases in successive printing cycles is reduced by half. This is advantageous as in some applications this enables faster machine operation.

To illustrate this advantage, Figure 15 shows conventional printing onto a substrate with no overlap between successive cycles whereas Figure 16 illustrates the same operation relying upon such overláp.

Referring to Figure 15, a substrate 70 is shown on which successive images 71 and 72 have been printed. Shown beneath the substrate is a print ribbon 73 on which areas 74 and 75 have been used to produce the images 71 and 72. The ribbon transport length is indicated by the arrow 76 and is equal to twice the length of a single image.

Referring to Figure 16, this shows how overlapping printing can both reduce ribbon usage and reduce the distance of ribbon transport between successive printing phases. It will be seen that each of the areas 74 and 75 in Figure 16 is only half the length of the corresponding areas in Figure 15 and the ribbon transport distance is therefore halved. In some applications, where rapid ribbon transport is required, halving the distance that ribbon must be transported between successive printing phases can significantly improve the ability of the device to operate at high speed. It will also be appreciated that more than two groups of printing elements may be used so that in the case of for example three groups the length of required ribbon transport would be only one third of the image length. Thus there would be a trade off between printer ribbon transport length and image quality but this aspect of the present invention does give the operator of such equipment increased flexibility which in some applications will be of real economic significance.

The advantages described with references to Figures 13 to 16 can only be achieved if the print ribbon can be positioned relative to the substrate and the print head with great accuracy. The conventional approach to achieving accurate control of tape acceleration, deceleration, speed and position has relied upon a capstan roller positioned between feed and supply spools, but the present invention relies upon a completely different approach, that is the accurate control of the drive applied to the

stepper motors 14 and 15 (Figure 1) which drive the ribbon spools. The stepper motors operate in push-pull bi-directional mode, that is if the tape is travelling in one direction between the spools both stepper motors are driven in that direction, and conversely when the ribbon is being driven in the opposition direction both stepper motors are driven in that opposite direction. Coordination of the drive to the two stepper motors requires knowledge of the diameters of the spools and this is achieved using the light emitting devices 28 and 29 and the light detecting device 37 as shown in for example Figure 2.

Figure 17 illustrates how the light emitting devices 28 and 29 and the detector 37 are used to determine the spool diameters. The detector 37 is mounted on the print head carriage 36 and is displaceable between the position indicated by line 76 and the position indicated by line 77. As the detector 37 is moved to the right in Figure 17 from the position indicated by line 76, initially emitter 28 is energised. Initially the detector 37 is in the shadow cast by spool 7, but as soon as the detector 37 crosses the plane indicated by line 78a an output will be generated. That output will disappear as the detector 37 crosses the plane indicated by line 78b. The detector 37 is then advanced to the position indicated by line 77 and then returned after the emitter 28 has been de-energised and the emitter 29 has been energised. Initially the detector 37 will be in the shadow of spool 11 but will generate an output as soon as it reaches the plane indicated by the line 79a. That output will disappear as the detector 37 crosses the plane indicated by the line 79b. The positions relative to the detector displacement at which the detector 37 intersects the planes 78a, 78b, 79a and 79b can thus be determined. The dimension A, that is the distance between the rotation axes of the two spools, is known. The perpendicular distance B between the track followed by the detector 37 and the plane in which the emitters 28 and 29 are located is known, as is the perpendicular distance C from the axes of the shafts 2 and 3 to the track followed by the detector 37. From these dimensions the diameters D1 and D2 of spools 7 and 11 can be derived using simple trigonometry.

Two emitters 28, 29 are used to ensure that for any one spool the detector 37 can "see" the shadow cast by at least one of the emitters regardless of spool diameter

size. It will be appreciated however that other dispositions of one or more emitters and one or more detectors could be envisaged.

It will be appreciated that the calculation of the spool diameters would be somewhat simpler if the planes 78a, 78b, 79a and 79b were perpendicular to the direction of displacement of the detector 37. This can be achieved by for example replacing the emitters 28 and 29 with a mirror extending parallel to the direction of displacement of the print head carrier 36 and arranging both a transmitter and a detector on the print head carriage 36, the detector detecting light only when both it and the emitter are on a plane perpendicular to the mirror. Although such an arrangement is simple in terms of the required trigonometry it has disadvantages in that a failure of either the transmitter or detector could be interpreted as the detector being in the shadow of one of the spools.

Given knowledge of the spool diameters, the spools can be driven in push-pull mode so as to achieve high rates of acceleration and deceleration by appropriate control of the speeds of rotation of the two stepper motors. Tension in the ribbon between the two spools must however be closely controlled to avoid the tension becoming too high (resulting in over tightening of the ribbon on the spools or even ribbon breakage) or the tension becoming too low (resulting in loss of positional control as a result of the ribbon becoming slack). To avoid this occurring, changes in spool diameters over time are monitored by reference to the stepper motors and tension in the ribbon is directly monitored by reference to the current drawn by the stepper motors.

In one embodiment of the invention, when a fresh cassette is fitted on to an apparatus such as that described with reference to Figures 1 to 10, one of the cassette shafts will support an almost empty spool (the take up spool) and the other will support an almost full spool (the supply spool). The stepper motor associated with the take up spool will be referred to below as the take up motor and the other stepper motor will be referred to as the supply motor.

Initially the take up motor is energised to remove any slack from the length of ribbon extending between the two spools. A print head scan is then conducted with

the optical system described with reference to Figure 17 to obtain an initial estimate of the diameters of the spools. The supply motor is then energised in order to tension the ribbon extending around the supply spool. The take up motor is then driven so as to draw ribbon from the supply spool, the supply spool being deenergised. The number of steps taken by the motor driving the take-up spool is monitored. The other motor is not stopped, but generates a back-emf resulting in the generation of pulses that are counted. After a few turns of the spools the number of steps taken by the take-up motor and the number of pulses generated by the supply spool motor are counted and the counted numbers are used to establish the ratio between the two diameters. The ribbon is then brought to a controlled halt. Both motors are decelerated in a controlled manner to avoid overrun. Thus the supply spool motor is driven by pulses to cause deceleration. The application of deceleration pulses to the supply spool motor in synchronism with motor rotation is achieved by monitoring the back-emf generated in one winding of that motor, and then energising that winding at an appropriate time to apply a decelerating torque. A number of rotations of the take up spool are required to minimise the chance of any tails of ribbon extending from the spools obstructing the optical paths of the scanning arrangement as illustrated in Figure 17. A further optical scan is then performed in both directions to determine the radius of the take up spool whilst that spool is stationary. An optical scan is then repeated as the spool is rotated in 30° increments around the stepper motor shaft by stepping the motor by the appropriate number of steps, that number being a constant. This builds up a map of the dimensions of the spool (which may not be perfectly circular) and this map is used to calculate the average radius for each spool for the arc that each will rotate in each ribbon feed and further use these radii to calculate variations in diameter around the spool axes. This makes it possible to accurately determine the circumference of each spool and the effect of a predetermined number of steps advance of the motor driving that spool. For example the different calculated radii can be used to calculate the step rate and the number of steps required by each motor to drive the spools in an appropriate manner so as to feed the ribbon a

predetermined distance. These radii and step rates may then be used in tension monitoring calculations such as those described below.

The same optical scan procedure is then performed in both directions to measure the radius of the supply spool. This information is then combined with the previously calculated ratio of spool diameters to give an accurate set of data related to the spool diameters and shapes. Ribbon fed from the supply spool to the take up spool is then rewound back on to the supply spool so as to avoid ribbon wastage.

Stepper motors generally comprise two quadrature-wound coils and current is supplied in a sequence of pulses to one or both of the coils and in both senses (positive and negative) so as to achieve step advance of the motor shafts. In order to achieve a reasonable performance despite the inherent electrical time constant of these coils it is well known to over-drive stepper motors by applying a voltage that is much larger than the nominal rating of the motor and to pulse width modulate this voltage when the desired motor current is reached. For example, with a 3.6 volt motor capable of taking say 2 amps, a voltage of 36 volts may be applied. This results in a very rapid rise in current through the motor, typically in a few tens of micro seconds. Given such overdriving of the supply voltage, relatively short periods of supply voltage application are separated by relatively long periods during which no supply voltage is applied. As a result current from the supply to the motors is very far from smooth. In addition, even when a motor is operating with zero load relating to the function that it performs (equating to zero tension in the printer ribbon), the supply current to the motor will be a function of various factors such as the speed of rotation of the motor, the particular characteristics of that motor (efficiency etc.), and the particular characteristics of the motor drive circuitry (gain and offset variances). It is necessary therefore to calibrate the motors to take account of current variation related to these factors rather than motor load.

The motors are calibrated by driving each of them in zero-load conditions at each of a series of different speeds, for example at speeds corresponding to 125 steps per second, 250 steps per second, 375 steps per second and so on in increments of 125 steps per second up to 5000 steps per second. This will generally cover the

range of ribbon speeds required for ribbon advancement, that range generally being from 100mm per second to 600mm per second ribbon transport speed. This process is repeated a number of times, for example twenty times, and the average result is used to calculate a motor calibration factor x for each step rate, and for each motor. The following relationship is used:

$$x = N/V$$

where

x is the calibration factor for the motor at the given step rate.

V is the average measured motor operation value at the given step rate.

N is a constant normalisation or scaling factor.

From the above for each motor a series of values x is calculated for each of the predetermined step rates. When the apparatus is in use, for a given step rate one of the values x is selected for use in the calculation of ribbon tension, or a value for x is calculated for the given step rate by interpolation from the two values of x for the predetermined step rates closest to the given rate.

Figure 18 illustrates the calculation of the values V both during motor calibration and in subsequent ribbon tension control. Referring to Figure 18, a regulated power supply 80 energises a first motor drive circuit 81 and a second motor drive circuit 82. Current from the supply 80 to the motor drive circuit 81 is delivered through a low resistance resistor 83, the potential developed across the resistor 83 being applied to a level translator 84. Similarly, current to the motor drive 82 is delivered through a low resistance value resistor 85 and the voltage developed across that resistor is applied to a level translator 86. The outputs of the level translators 84 and 86 are applied to analogue to digital converters 87 and 88 the outputs of which are applied to a micro controller 89. The micro controller delivers a pulsed output 90 to the first motor drive 81 and a pulsed output 91 to the second motor drive 82. The motor drives energise stepper motors schematically represented by cylinders 92 and 93 which drive respective spools 94 and 95.

During motor calibration, no spools are mounted on the outputs of the stepper motors 92 and 93. For a given step rate for each motor the outputs of the ADC's 87

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

34

and 88 are recorded such that x and V for each motor at each of the preslected step rates is known. Those values are then used as described below to enable direct monitoring of ribbon tension in the ribbon between the spools 94 and 95, these spools having been mounted on the output shafts of the stepper motors 92 and 93.

The formulas used for tension calculation are as follows, assuming that motor 92 is pulling and motor 93 is pushing:

$$V_1 x_1 = (N + r_1 t x_1) f(T) \quad (1)$$

$$V_2 x_2 = (N - r_2 t x_2) f(T) \quad (2)$$

Where:

V_1 is the output of ADC 88 given a selected constant step-rate ribbon feed

V_2 is the output of ADC 87 during ribbon feed

r_1 is the radius of the spool 94

r_2 is the radius of the spool 95

x_1 is the calibration factor for motor 92 for the selected constant step rate

x_2 is the calibration factor for motor 93 for the step rate of motor 93

N is the scaling factor used during motor calibration

t is the ribbon tension

$f(T)$ is a temperature-related function

Temperature variations which will affect the measured values V_1 and V_2 will generally affect both motors to the same extent. Therefore by dividing equation (1) by equation (2) the functions $f(T)$ will cancel out. The equation can therefore be resolved to derive a measure of tension t as follows:

$$t = N ((V_1/x_2) - (V_2/x_1)) / (V_2 r_1 + V_1 r_2) \quad (3)$$

Thus for any given step rate for the motors, the appropriate calibration factors x_1 , x_2 can be looked up and used to derive a measure of the ribbon tension t . If the derived value of t is too high (above a predetermined limit), then a small step adjustment can be made to either or both of the motors to add a short section of ribbon to the length of ribbon between the spools. If the derived value of t is too low (below

a different predetermined limit), then a short section of ribbon can be removed from the length of ribbon between the spools. The control algorithms used to determine the correction amounts of ribbon added to or removed from the length of ribbon between the spools may be of conventional form, for example the algorithms known as proportional integral derivative control algorithms (PID control). The algorithms make it possible to compare the measured tension t with predetermined upper and lower limits (the so-called deadband) and, if the measured tension is outside these limits, the difference between the measured tension t and a "nominal demand" tension which is set at a level between the upper and lower limits may be calculated, the result of that calculation being regarded as an error "signal". This error "signal" is then mathematically processed through the PID algorithms, which include a proportional gain constant, as well as integral and derivative factors. The mathematical processing results in a "correction" amount of ribbon that needs to be added to or removed from the ribbon path between the spools during the next ribbon feed. This addition or removal of ribbon maintains ribbon tension within acceptable limits.

In greater detail, the correction value may be calculated by calculating the error (the difference between the nominal tension and the measured tension) and dividing the error by a gain factor which depends upon the ribbon width. The greater the gain factor the tighter the system will be as the nominal tension will be increased. The gain factor is also dependent upon the ribbon width as the gain constants are changed to take account of different ribbon widths. This is because a tension which might cause considerable stretch in a narrow ribbon would cause minimal stretch in a wide ribbon and therefore the effects of adding or removing ribbon from the length of ribbon between the spools is radically affected by ribbon stiffness. Successive cycles may adjust the gain factor from a value nominally of 100 (tight) to a value of nominally 80 (slack). For every consecutive tight or slack reading after a first reading, an extra 0.1mm correction can be added. An error accumulator is also maintained, and if the accumulated corrections (which are negative for tight and positive for slack) exceed plus or minus 2mm then an additional 0.1mm is added to the correction. These are the two integral components which enable the system to

operate in a stable manner and maintain ribbon tension at or close to the nominal tension.

The motor feed system splits the correction evenly between both motors in order to avoid large gaps between prints or over-printing on the ribbon. The system does this by calculating the number of steps that half the correction amounts to for the stepper motor with the largest real diameter. These steps are then re-calculated as a distance (relying upon the known spool diameters) and subtracted from the original correction amount. The resultant value is then used to calculate the correction for the motor driving the smaller diameter spool. Because the motor driving the smaller diameter spool has the smallest step size (when each step is converted to ribbon length) it can most accurately feed the remaining distance. Thus the mechanism adjusts the tension by an amount that is as near as possible to that demanded by the original correction.

It will be appreciated that if a particularly low tension reading is calculated by the above method, this can be taken by the control system as indicating a fault condition, for example ribbon breakage, or the ribbon becoming so slack that the system is most unlikely to be able to effect adequate control. In such circumstances, the control system can output a "broken ribbon" predetermined low limits, such that when the measured tension t falls below this limit, the control system can halt the printing process and assert appropriate fault outputs and warning messages. Thus the system can offer valuable "broken ribbon" detection without the need for additional sensing arrangements.

Figure 19 illustrates a circuit for calculating the ratio of the diameters of the spools 94 and 95 in the circuit of Figure 18. The positive supply rail 96 of the power supply 80 (Figure 18) is arranged to supply current to four windings 97, 98, 99 and 100. Current is drawn through the windings 97 to 100 by transistors 101 which are controlled by motor control and sequencing logic circuits 102. The step rate is controlled by an input on line 103 and drive is enabled or disabled by an input on line 104 (high value on line 104 enables, low value disables). As before, if motor 92 is pulling, the drive circuit 108 for that motor is enabled and therefore the rotation angle

for the spool being driven (94) is known. The drive circuit for the motor being pulled (93) is disabled (line 104 low). Thus motor 93 acts as a generator and a back-emf is generated across each of the motor windings 97 to 100. The components enclosed in box 108 of Figure 19 corresponds to one of the motor drive circuits 81, 82 of Figure 18. The voltage developed across the winding 100 is applied to a level translator circuit 105 the output of which is applied to a zero crossing detector 106 fed with a voltage reference on its positive input. The output of the zero crossing detector 106 is a series of pulses on line 107. Those pulses are delivered to the micro processor 89 of Figure 18. By counting these pulses from motor 93 over a known rotation angle of the drive motor 92 the spool diameter ratio can be calculated.

The method of monitoring ribbon tension as described with reference to Figure 18 relies upon sampling current supplied to the motor drives 81 and 83 by sampling voltages developed across series resistors 83 and 85. Preferably current is detected only during periods in which the ribbon has been advanced at a constant speed. In intermittent printing systems, current is monitored during the return stroke of the print head after each printing operation. During print head return, the ribbon is also displaced. Thus the ribbon must be accelerated up to a constant speed, advanced at that constant speed for a period during which the current is monitored, decelerated and then positioned so as to minimise ribbon wastage. Driving a ribbon in this manner during intermittent printing operations is a relatively simply matter as all that is necessary is to ensure that the necessary motion of the ribbon incorporates a period of constant speed displacement during which current can be monitored. In continuous printing apparatus the problem is different as the ribbon is moving at a rate related to the substrate speed. Ribbon speeds of less than 50mm per second are difficult to utilise as there is a tendency for the ink to cool before it can be securely adhered to the substrate, and a wide range of substrate speeds above 50mm per second must be catered for. Nevertheless, in order to save ribbon an amount of ribbon will always be returned to the supply spool between successive printing operations. It is necessary to ensure that the ribbon is returned in a manner such that the ribbon travels in the return direction for a sufficient period of time at a constant velocity to enable an accurate

measurement of motor currents. It may be that to achieve this it is necessary for the ribbon to be "over-returned" so that before the next printing operation the ribbon has to be advanced to compensate for this over return. For both continuous and intermittent printing over-return may be used to ensure that sufficient ribbon is transported to provide an accurate measurement during the tension measuring part of each printing cycle.

Preferably the motor currents are sampled over a period of time corresponding to for example the travel of the ribbon through a distance of at least 10mm at a constant velocity. For example the current could be sampled at regular intervals with the interval between successive samples corresponding to for example one quarter of a step of the motor. The samples are added together and the sum is divided by the number of samples taken. This gives an average current which is reasonably representative of the power being drawn by the associated stepper motor.

An analysis of the waveforms of current supplied to stepper motors in the described embodiment shows that, in addition to the current fluctuations resulting from the pulse width modulated nature of motor control, there is a substantial amount of variation in the waveforms which will mean that individual samples may not be representative of the power being drawn by the motors. A more accurate representation of that power can be obtained if the monitored signals are passed through a low pass filter (not shown) before being averaged.

Figure 19 illustrates one approach to the monitoring of changing spool diameters during ribbon usage. Alternative approaches are possible however and one such alternative approach is described with reference to Figure 20.

Referring to Fig 20, A_r and A_s are the areas of spool 7 and 11 (see Figure 1) respectively, d is the inner diameter of the spools and D_r and D_s are the outer diameters of the spools at any given time. Hence:

$$A_r + A_s = \text{constant} \quad (4)$$

$$A_r = (D_r/2)^2 - (d/2)^2 \quad (5)$$

$$A_s = (D_s/2)^2 - (d/2)^2 \quad (6)$$

Substituting from (5) and (6) into (4) gives:

$$D_r^2 + D_s^2 = \text{constant} = D_{rc}^2 + D_{sc}^2 \quad (7)$$

Where D_{rc} and D_{sc} are rewind and supply spool diameters respectively at initial calibration time.

$$\text{Current diameter ratio} \quad R = D_r/D_s$$

$$\text{Therefore rearranging this} \quad D_s = D_r/R$$

$$\text{And also} \quad D_r = R D_s$$

Substituting in (7) gives:

$$\begin{aligned} D_r^2 = D_r^2/R^2 = D_{rc}^2 + D_{sc}^2 &= R_c^2 D_{sc}^2 + D_{sc}^2 \\ &= D_{sc}^2 (R_c^2 + 1) \end{aligned}$$

where R_c is the ratio of rewind to the supply reel diameter at initial calibration.

$$\text{Therefore} \quad D_r^2 (R^2 + 1) / R^2 = D_{sc}^2 (R_c^2 + 1) \text{ and}$$

$$D_r^2 = [R^2/(R^2+1)] [D_{sc}^2 (R_c^2+1)]$$

So knowing the initial calibration spool diameters ratio (R_c), supply spool diameters ratio (R_s), supply spool diameter at calibration (D_{sc}) and the current spool diameters ratio (R), the current diameter of either or both spools D_r or D_s can be derived.

In some applications it may be possible only to present a cassette carrying a substantially empty take-up spool and a substantially full supply spool of known outside diameter. In such circumstances it would not be necessary to determine the initial spool diameters. In general however it is much to be preferred to directly measure the spool diameters as it is likely that machine operators will at least on occasions use non-standard spool configurations (for example ribbon which has been partially used on an earlier occasion).

As an alternative to the approach described above with reference to Figure 18 and equations 1 to 3, it is possible to derive an approximation of ribbon tension by relying upon the difference between the currents drawn by the two motors. This difference current is a function of the magnitude of the tension in the ribbon between the two motors and may be used as a control parameter such that for example, when the magnitude of the difference in current falls outside an acceptable tolerance band, the previously assumed ratio of the spool outside diameters is adjusted, resulting in a small change in the speed at which the two motors are driven. This speed adjustment compensates for the updated spool diameter ratio value. The "optimum" value of the difference current and its tolerance band will change as the spool diameters change. The appropriate value for a particular set of circumstances may be found from experimentation and stored in an optimum difference current profile table which can be looked up as necessary.

No reference has been made in the above description to ribbon width, that is the dimension perpendicular to the direction of ribbon advance. It may be appropriate to provide a user with the option to manually enter a ribbon width value so as to enable the system to adjust the predetermined tolerance limits and PID control gain constants referred to above to take account of tape-width dependent characteristics of the apparatus, e.g. to select different target limits for the measured tension t (equation 3).

As discussed above, in transfer printers it is necessary to accurately position the printhead relative to the platen which supports the substrate to be printed if good quality print is to be produced, particularly at high printing speeds. The described embodiment of the invention avoids the need to make these mechanical adjustments to optimise printhead angle by making use of the fact that the printhead is mounted on a displaceable carriage.

Figure 21 shows the roller 30, the printhead edge 32 and the peel off roller 33 as shown in Figure 5. The line 109 represents the adjacent edge of the cover plate 21. The broken line 110 represents the position of a tangent to the roller 30 at the point of closest approach of the printhead edge 32 (it will be appreciated that during printing a

substrate and a print ribbon will be interposed between the edge 32 and the roller 30). The line 111 represents a radius extending from the rotation axis 112 of the roller 30. The line 113 represents a notional line through the axis 112 parallel to the edge 109. The line 113 represents no more than a datum direction through the axis 112 from which the angular position of the radius 111 corresponding to angle 114 can be measured.

Angle 115 is the angle of inclination of the printhead relative to the tangent line 110. This angle is critical to the quality of print produced and will typically be specified by the manufacturer as having to be within 1 or 2 degrees of a nominal value such as 30 degrees. Different printheads exhibit different characteristics however and it is desirable to be able to make fine adjustments of say a degree or two of the angle 115.

It will be appreciated that the angle 115 is dependent firstly upon the positioning of the printhead on its support structure and secondly by the position of the tangent line 110. If the printhead was to be moved to the right in Figure 21, the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller will change. That angular position is represented by the magnitude of the angle 114. As angle 114 increases, angle 115 decreases. Similarly, if the printhead shown in Figure 21 was to be moved to the left, the angle 114 representing the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller would decrease and the angle 115 would increase. This relationship makes it possible for an installer to make adjustments to the printhead angle simply by adjusting the position adopted by the carriage 36 on the track 22 (see Figure 2) during printing. Thus an installer would initially position the printhead so that it would assume a nominal position in which the angle 114 would be approximately 90 degrees. A test print run would then be used to assess print quality, the printhead would be displaced relative to the track, a fresh print run would be conducted, and so on until the resultant print quality was optimised. There is no requirement for the installer to make mechanical adjustments to the position of the printhead on its support.

The printing methods described with reference to Figures 13 to 16 make it possible to increase printing speed by reducing the distance that the printer ribbon has to be advanced between successive printing phases in successive printing cycles. Figure 22 illustrates the appearance of a printed substrate at the left hand side, and the appearance of an associated printer ribbon after first, second, third and fourth printing operations respectively. It will be seen that alternate images are made up of slightly offset printed lines, that offset making it possible for the printer head to traverse the printer ribbon as described with reference to Figures 13 and 16 such that successive images are generated in part from overlapping portions of the printer ribbon. The speed of advance of the printer ribbon for a given substrate speed and image reproduction rate can be doubled. In this context, the term "printing cycle" is used to refer to a full cycle of activity which is performed in the interval between a printer head being first pressed into contact with a printer ribbon so as to transfer ink from that ribbon to start the formation of a first image until the printhead is again brought into contact with the printer ribbon so as to initiate the transfer of ink which will form a second image. If the printing cycle relates to a continuous printing machine, a full printing cycle includes an initial printing phase in which the printhead is stationary and the printer ribbon is transported with the substrate to be printed past the printhead, and a subsequent non-printing phase during which the substrate continues to be transported past the printing head, the printhead is retracted from contact with the print ribbon, the direction of transport of the print ribbon is reversed, and then the print ribbon is again fed forward until it is travelling in the direction of the substrate, whereafter the printing phase of the next printing cycle is initiated. In an intermittent printer, the printing cycle is initiated with the substrate and ribbon stationary (unless the system is relying upon slip printing), the printhead is advanced across the ribbon and substrate during a printing phase of the cycle, the printhead is then retracted from the print tape and returned to its initial position, and the substrate and printer ribbon are advanced in readiness for the initiation of the next print cycle.

Thus, during the printing phase of each printing cycle, the printhead traverses a predetermined length of ribbon either as a result of displacement of the printhead

relative to a stationary or slower moving print ribbon, or as a result of displacement of the print ribbon relative to the printhead. Thereafter the print ribbon is advanced a predetermined distance. The magnitude of that predetermined distance of ribbon advance is in many applications a limiting factor on the maximum speed of the overall apparatus. In known printers the predetermined distance of ribbon advance is generally at least as long as the predetermined length of ribbon which is traversed by the printhead. The described apparatus makes it possible to operate in a manner in which the predetermined distance of ribbon advance is less than the predetermined length of ribbon traversed by the printhead.

Referring to Figure 22, the left hand side of the Figure shows four successive images deposited on a substrate, each image being the same. The right hand section of Figure 22 shows the original image which has to be reproduced on the substrate. The four intervening sections illustrate the appearance of the print ribbon after the printing of the four images shown on left hand side of Figure 2. Assuming operation in intermittent printing mode, the substrate is advanced by an equal distance between each of the successive printing cycles. The substrate is stationary during each printing cycle, as is the ribbon. Each printing cycle includes an initial printing phase during which the printhead is swept across the print ribbon so as to traverse a length of the ribbon corresponding to the length of the image formed on the substrate, followed by a further phase in which the printhead is returned to its original position and the ribbon is advanced a distance corresponding to half the length of the ribbon which is swept by the printhead during the printing phase. During that first printing phase, only half of the printing elements supported by the printhead are energised, and thus the image deposited on the substrate is in the form of a series of parallel lines. During the next printing phase, the printhead is again swept across the tape through a distance corresponding to the length of the image, but during that motion printing elements of the printhead are energised which contact different parts of the tape from those contacted by energised printing elements during the first printing cycle. At the end of the second printing cycle, the printhead is again returned to its initial position and the ribbon is advanced by half the length of the image formed on the substrate. Counting

from the left in Figure 22, the second, third, fourth and fifth sections of this Figure show the appearance of the print ribbon after each of the first, second, third and fourth print cycles have been completed. It will be noted that all of the images formed on the substrate are substantially the same, the only difference between successive images on the substrate being that one is made up of lines off set relative to lines forming the adjacent image.

The output represented in Figure 22 is produced using a printhead in which the print element are arranged in a linear array with the odd numbered printing elements in the array being allocated to one group and the even numbered print elements in the array being allocated to the other group. This makes it possible to alternate between the groups so that the distance advanced by the ribbon during each printing cycle is only half of the length of ribbon from which ink is released during each cycle. It will be appreciated that the printing elements could be arranged in three, four or more groups, the groups being energised in a predetermined cycle such that in for example the case of a three group arrangement the distance advanced by the ribbon in each printing cycle could be only one third of the length of printer ribbon swept by the printhead in any one cycle.

Although this aspect of the present invention has been described in detail in the context of intermittent printing, it will be appreciated that the same technique could be applied to a continuous printing apparatus in which relative movement between the printing ribbon and the printhead is the result of transport of the ribbon past a stationary head rather than transport of a printhead relative to a stationary ribbon.

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

45

CLAIMS

1. A tape drive comprising two motors at least one of which is a stepper motor, two tape spool supports on which spools of tape may be mounted, each spool being drivable by a respective motor, and a controller for controlling the energisation of the motors such that the tape may be transported in at least one direction between spools mounted on the spool supports, wherein the controller is operative to energise both motors to drive the spools of tape in the direction of tape transport.
2. A tape drive according to claim 1, wherein the controller is arranged to control the motors to transport tape in both directions between the spools.
3. A tape drive according to claim 1 or 2, wherein both of the motors are stepper motors.
4. A tape drive according to claim 1, 2 or 3, wherein the controller is operative to monitor tension in a tape being transported between spools mounted on the spool supports and to control the motors to maintain the monitored tension between predetermined limits.
5. A tape drive according to claim 4, wherein means are provided to monitor the power supplied to at least one of the motors and to calculate an estimate of tape tension from the monitored power.
6. A tape drive according to claim 5 as dependent upon claim 3, comprising a power supply, and a stepper motor drive means for supplying current sequentially to windings of the stepper motors from the power supply, the power being monitored by means for monitoring the magnitude of voltage and/or current supplied to the motors and/or the motor drive means.

7. A tape drive according to claim 6, comprising a regulated power supply providing a substantially constant voltage to the stepper motor drive means, the monitoring means monitoring the magnitude of current supplied to the stepper motor drive means.
8. A tape drive according to claim 7, wherein each stepper motor is energised by a respective motor drive circuit, a respective low resistance resistor is connected in series with each motor drive circuit, and voltage signals developed across the series resistors are monitored to monitor the current supplied to the motors.
9. A tape drive according to claim 8, wherein the voltage signals are converted to digital signals which are supplied to a microcontroller which controls the generation of motor control pulse trains which are applied to the motor drive circuits.
10. A tape drive according to claim 7, 8 or 9, wherein the means for monitoring current is operative to monitor current over a predetermined period of time.
11. A tape drive according to claim 10, wherein the monitoring means is operative only during periods in which tape transport speed is substantially constant.
12. A tape drive according to claim 10 or 11, wherein the predetermined period of time corresponds to a predetermined length of tape transport.
13. A tape drive according to any one of claims 5 to 12, wherein calibration data is recorded for the or each stepper motor, the calibration data representing power consumption for the stepper motor at each of a series of step rates under no tape load conditions, and a measure of tape tension is calculated by reference to a measure of motor step rate, the calibration data related to the step rate, and power consumed by the motor.

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

47

14. A tape drive according to any preceding claim, comprising means for monitoring the outside diameters of the tape spools, and means for calculating tape tension by reference to the monitored diameters.

15. A tape drive according to claim 14, wherein the outside diameter monitoring means is operative to monitor the outside diameter of the spools for each of a plurality of diameters which are mutually inclined to each other.

16. A tape drive according to claim 14 as dependant upon claim 3 and claim 13, comprising means for calculating a measure of tension t , the controller being operative to maintain t between predetermined upper and lower limits, where:

$$t = N ((V_1/x_2) - (V_2/x_1)) / (V_2r_1 + V_1r_2)$$

and;

V_1 is a measure of power supplied to a first motor acting as a take-up spool drive motor;

V_2 is a measure of power supplied to a second motor acting as a supply spool drive motor;

r_1 is the radius of a spool of tape driven by the first motor;

r_2 is the radius of a spool of tape driven by the second motor;

x_1 is a calibration factor for the first motor related to the step rate of the motor;

x_2 is a calibration factor for the second motor related to the step rate of the motor; and

N is a calibration scaling factor.

17. A tape drive according to claim 16, wherein the controller implements a control algorithm to calculate a length of tape to be added to or subtracted from the tape extending between the spools in order to maintain the value t between the predetermined limits and to control the stepper motors to add or subtract the calculated length of tape to the tape extending between the spools.

18. A tape drive according to any one of claims 7 to 15 as dependant upon claim 3, comprising means for deriving a measure of the difference or ratio between the currents supplied to the two motors, and means for controlling stepping of the motors in dependence upon the difference or ratio measure.

19. A tape drive according to claim 18, wherein the controlling means maintains motor speed constant during periods in which the difference or ratio measure is within each of a series of tolerance bands defined between upper and lower limits, and means are provided for adjusting the tolerance bands in dependence upon the ratio of the outside diameters of the spools.

20. A tape drive according to claim 18 or 19, wherein the controlling means implements a control algorithm to calculate a length of tape to be added to or subtracted from the tape extending between the spools in order to maintain the difference or ratio measure between the upper and lower limits and to control the stepper motors to add or subtract the calculated length of tape to the tape extending between the spools.

21. A tape drive according to claim 16, 17, 19 or 20, comprising means for inputting a value corresponding to tape width, and means for adjusting the predetermined limits to take account of tape width.

22. A tape drive according to claim 21 as dependent upon claim 17 or 20, wherein the control algorithm comprises gain constants, and the gain constants are adjusted to take account of tape width.

23. A tape drive according to claim 17, 20 or 22, wherein the control algorithm operates cyclically such that during one cycle the length of tape to be added or subtracted is calculated and during a subsequent cycle the motors are controlled to adjust the amount of tape between the spools.

24. A tape drive according to claim 16, 17, 19, 20, 21, 22 or 23, comprising means for generating a fault-indicating output if the measure falls below a minimum acceptable limit below the lower limit.

25. A tape drive according to claim 14 or any claim dependant upon claim 14, wherein the diameter monitoring means comprises an optical sensing system including at least one light emitter and at least one light detector arranged such that an optical path is established therebetween, a transport mechanism supporting at least one part of the optical sensing system and drivable so as to cause the optical path to sweep across a space within which spools to be measured will be located, and a controller operative to control the transport mechanism, to detect positions of the transport mechanism in which the output of the detector changes to indicate a transition between two conditions in one of which the optical path is obstructed by a spool and in the other of which the optical path is not obstructed by that spool, and to calculate the spool diameters from the detected positions of the transport mechanism in which the detector output changes.

26. A tape drive according to claim 25, wherein one of the emitter and detector is mounted on the transport mechanism, the other being fixed in position relative to the spools of tape.

27. A tape drive according to claim 25, wherein both the emitter and detector are mounted on the transport mechanism, the optical path between the emitter and detector being established by a mirror located at the side of the spools remote from the transport mechanism and arranged to reflect light from the emitter back to the detector.

28. A tape drive according to claim 25, 26 or 27 as dependent upon claim 15, wherein the diameter monitoring means is operative to monitor the spool diameters

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

50

with the spools in a first position, to rotate the spools to at least one further position, and to monitor the spool diameters in the or each further position, the calculated spool diameters enabling an accurate assessment of spool eccentricity and outer circumference.

29. A tape drive according to claim 25, 26, 27 or 28, wherein the transport mechanism comprises a print head transport mechanism of a transfer ribbon printer.

30. A tape drive according to claim 14 or any claim dependent upon claim 14, wherein the diameter measuring means comprises means for calculating the ratio of the diameters of the spools.

31. A tape drive according to claim 30 as dependant upon claim 3, wherein the ratio calculating means comprises means enabling a first stepper motor driving a take up spool and disabling a second stepper motor driving a supply spool such that the second stepper motor acts as a generator, means for generating pulses from the second stepper motor, the pulse rate being proportional to motor speed, means for detecting the generated pulses to produce a measure of the rotation of the second stepper motor, means for monitoring stepping of the first stepper motor to produce a measure of the rotation of the first stepper motor, and means for comparing the measures of the rotations of the motors to calculate the ratio of the outside diameters of the spools.

32. A tape drive according to claim 31, comprising means for calculating an updated diameter for at least one spool from a ratio between the spool diameters as initially monitored, a current ratio between the spool diameters, and the diameter of at least one spool as initially monitored.

33. A tape drive according to any preceding claim incorporated in a transfer printer for transferring ink from a printer ribbon to a substrate which is transported along a predetermined path adjacent to the printer, the tape drive acting as a printer

ribbon drive mechanism for transporting ribbon between first and second ribbon spools, and the printer further comprising a printhead arranged to contact one side of the ribbon to press an opposite side of the ribbon into contact with a substrate on the predetermined path, a printhead drive mechanism for transporting the printhead along a track extending generally parallel to the predetermined substrate transport path and for displacing the printhead into and out of contact with the ribbon, and a controller controlling the printer ribbon and printhead drive mechanisms, the controller being selectively programmable either to cause the ribbon to be transported relative to the predetermined substrate transport path with the printhead stationary and displaced into contact with the ribbon during printing, or to cause the printhead to be transported relative to the ribbon and the predetermined substrate transport path and to be displaced into contact with the ribbon during printing.

34. A tape drive according to claim 33, wherein the drive mechanism is bi-directional such that ribbon may be transported from the first spool to the second spool and from the second spool to the first.

35. A tape drive according to claim 34, wherein the printhead is mounted on a printhead carriage that is displaceable along the track, first and second carriages being provided which are interchangeable and are shaped such that with one carriage in position on the track the printhead is disposed so as to enable printing on a substrate travelling in one direction along the substrate transport path and with the other carriage in position on the track the printhead is disposed so as to enable printing on a substrate travelling in the other direction along the substrate transport path.

36. A tape drive according to any preceding claim incorporated in a printing apparatus comprising a housing, a printhead mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path along which a ribbon is driven by the tape drive, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a roller which in use supports

a substrate to be printed on the side of the ribbon path remote from the print head, a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly to a printing position in which a portion of the printhead bears against the roller or any substrate or ribbon interposed between the printhead and roller, and a controller for adjusting the first drive mechanism to adjust the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller.

37. A tape drive according to any preceding claim incorporated in a printing apparatus comprising a housing, a printhead mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path along which a ribbon is driven by the tape drive, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a peel off roller mounted on the printhead support assembly and displaceable with the printhead in the said parallel direction, and a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly and peel off roller between a ready to print position adjacent the print ribbon path and a printing position in which the printhead would contact a print ribbon on the path, wherein a cam mechanism is provided which is engaged as a result of displacement of the printhead support assembly to a predetermined position and when engaged causes retraction of the printhead away from the ready to print position to a position spaced from the peel roller and the print ribbon path.

38. A tape drive according to claim 37, wherein the cam mechanism comprises a plate mounted on the housing and defining a slot, and a pin extending from a pivotal member mounted on the printhead support assembly, engagement of the pin in the slot as a result of displacement of the printhead support assembly to the predetermined position causing the pivotal member to rotate from a first position in which it supports the printhead to a second position in which the printhead is free to move to the position spaced from the peel roller and the print ribbon path.

39. A tape drive according to claim 38, wherein the pivotal member is mounted on a displaceable member mounted on the printhead support assembly, displacement of the displaceable member from a retracted to an extended position when the pivotal member is in the first position causing the printhead to move from the ready to print from the printing position.

40. A tape drive according to any preceding claim incorporated in a printing apparatus comprising a printhead, the tape drive serving as a printing ribbon drive mechanism for advancing a printing ribbon between the printhead and a path along which in use a substrate to be printed is advanced, the print apparatus further comprising means for applying the printhead to a ribbon supported in the drive mechanism, the printhead comprising an array of printing elements each of which may be selectively energised to release ink from a portion of ribbon contacted by that element, and a controller for controlling energisation of the printing elements and the advance of the ribbon so as to perform a series of printing cycles each of which includes a printing phase during which relative movement between the printhead and ribbon results in the printhead traversing a predetermined length of ribbon and a non-printing phase during which the ribbon is advanced a predetermined distance relative to the printhead, wherein the controller is arranged selectively to energise different groups of printing elements during successive printing cycles, the groups of elements being distributed on the printhead such that different groups contact different portions of the ribbon, and the controller is arranged to advance the ribbon such that the said predetermined distance of ribbon advance is less than the said predetermined length of ribbon, the groups of printing elements being energised such that that ribbon is advanced by at least said predetermined length of ribbon in the interval between any two printing phases in which the same group of printing elements are energised.

41. A tape drive according to claim 40, comprising two groups of printing elements, wherein said predetermined distance of ribbon advance is at least half the said predetermined length of ribbon.

42. A transfer printer for transferring ink from a printer ribbon to a substrate which is transported along a predetermined path adjacent the printer, comprising a printer ribbon drive mechanism for transporting ribbon between first and second ribbon spools, a printhead arranged to contact one side of the ribbon to press an opposite side of the ribbon into contact with a substrate on the predetermined path, a printhead drive mechanism for transporting the printhead along a track extending generally parallel to the predetermined substrate transport path and for displacing the printhead into and out of contact with the ribbon, and a controller being selectively programmable either to cause the ribbon to be transported relative to the predetermined substrate transport path with the printhead stationary and displaced into contact with the ribbon during printing, or to cause the printhead to be transported relative to the ribbon and the predetermined substrate transport path and to be displaced into contact with the ribbon during printing.
43. A transfer printer according to claim 42, wherein the drive mechanism is bi-directional such that the ribbon may be transported from the first spool to the second spool and from the second spool to the first.
44. A printer according to claim 42, wherein the ribbon drive mechanism comprises at least one stepper motor to drive at least one ribbon spool in the direction of tape transport.
45. A printer according to claim 42 or 43, wherein the ribbon drive mechanism comprises two stepper motors each driving a respective one of the first and second ribbon spools in the direction of tape transport.
46. A printer according to claim 45, comprising means for monitoring ribbon tension and means for controlling the stepper motors to maintain the monitored tension within predetermined limits.

47. A printer according to claim 42, 43, 44, 45 or 46, wherein the printhead drive mechanism comprises a stepper motor coupled to the printhead.

48. A printer according to claim 42, 43, 44, 45, 46 or 47, wherein the printhead is mounted on a carriage that is displaceable along the track.

49. A printer according to claim 48 as dependent upon claim 43, comprising first and second carriages which are interchangeable and are shaped such that with one carriage in position on the track the printhead is disposed so as to enable printing on a substrate travelling in one direction along the substrate transport path and with the other carriage in position on the track the print head is disposed so as to enable printing on a substrate travelling in the other direction along the substrate transport path.

50. A printer according to claim 49, wherein a peel off roller is mounted adjacent the print head, the position of the peel off roller relative to the printhead being reversible.

51. An apparatus for measuring the diameters of two spools of tape mounted on a tape drive mechanism which is drivable to transport tape between the spools, comprising an optical sensing system including at least one light emitter and at least one light detector arranged such that an optical path is established therebetween, a transport mechanism supporting at least part of the optical sensing system and drivable so as to cause the optical path to sweep across a space within which spools to be measured will be located, and a controller operative to control the transport mechanism, to detect positions of the transport mechanism in which the output of the detector changes to indicate a transition between two conditions in one of which the optical path is obstructed by a spool and in the other of which the optical path is not

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

56

obstructed by that spool, and to calculate the spool diameters from the detected positions of the transport mechanism in which the detector output changes.

52. A printing apparatus comprising a housing, a printhead mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a roller which in use supports a substrate to be printed on the side of the ribbon path remote from the printhead, a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly to a printing position in which a portion of the printhead bears against the roller or any substrate or ribbon interposed between the printhead and roller, and a controller for adjusting the first drive mechanism to adjust the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller.

53. An apparatus according to claim 52, wherein the portion of the printhead that bears against the roller or any substrate or ribbon interposed between the printhead and roller, is the portion of the printhead that contains selectively energisable printing elements.

54. An apparatus according to claim 53, wherein the elements are linearly arranged along the portion of the printhead.

55. An apparatus according to 54, wherein the linear array of elements is arranged along an edge, or parallel in close proximity to an edge of the printhead.

56. A printing apparatus comprising a housing, a printhead mounted on a printhead support assembly which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a peel off roller mounted on the printhead support assembly and displaceable with the printhead in the said parallel direction, and a

WO 02/22371

PCT/GB01/03965

57

second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly and peel off roller between a ready to print position adjacent the print ribbon path and a printing position in which the printhead would contact a print ribbon on the path, wherein a cam mechanism is provided which is engaged as a result of displacement of the printhead support assembly to a predetermined position and when engaged causes retraction of the printhead away from the ready to print position to a position spaced from the peel roller and the print ribbon path.

57. A printing apparatus comprising a printhead, a printing ribbon drive mechanism for advancing a printing ribbon between the printhead and a path along which in use a substrate to be printed is advanced, means for applying the printhead to a ribbon supported in the drive mechanism, the printhead comprising an array of printing elements each of which may be selectively energised to release ink from a portion of ribbon contacted by that element, and a controller for controlling energisation of the printing elements and the advance of the ribbon so as to perform a series of printing cycles each of which includes a printing phase during which relative movement between the printhead and ribbon results in the printhead traversing a predetermined length of ribbon and a non-printing phase during which the ribbon is advanced a predetermined distance relative to the printhead, wherein the controller is arranged selectively to energise different groups of printing elements during successive printing cycles, the groups of elements being distributed on the printhead such that different groups contact different portions of the ribbon, and the controller is arranged to advance the ribbon such that the said predetermined distance of ribbon advance is less than the said predetermined length of ribbon, the groups of printing elements being energised such that the ribbon is advanced by at least said predetermined length of ribbon in the interval between any two printing phases in which the same group of printing elements are energised.

58. A method for controlling a tape drive comprising two motors at least one of which is a stepper motor, two tape spool supports on which spools of tape may be

mounted, each spool support being drivable by a respective motor, and a controller for controlling the energisation of the motors such that tape may be transported in at least one direction between spools mounted on the spool supports, wherein the controller energises both motors to drive the spools of tape in the direction of tape transport.

59. A method of controlling a transfer printer for transferring ink from a printer ribbon to a substrate which is transported along a predetermined path adjacent the printer, wherein a printer ribbon drive mechanism transports ribbon between first and second ribbon spools, a printhead is arranged to contact one side of the ribbon to press an opposite side of the ribbon into contact with a substrate on the predetermined path, a printhead drive mechanism transports the printhead along a track extending generally parallel to the predetermined substrate transport path and displaces the printhead into and out of contact with the ribbon, and a controller controls the printer ribbon and printhead drive mechanisms, the controller being selectively programmed either to cause the ribbon to be transported relative to the predetermined substrate transport path with the printhead stationary and displaced into contact with the ribbon during printing, or to cause the printhead to be transported relative to the ribbon and the predetermined substrate transport path and to be displaced into contact with the ribbon during printing.

60. A method for measuring the diameters of two spools of tape mounted on a tape drive mechanism which is drivable to transport tape between the spools, wherein an optical sensing system including at least one light emitter and at least one light detector is arranged such that an optical path is established therebetween, a transport mechanism supporting at least part of the optical sensing system and is driven so as to cause the optical path to sweep across a space within which spools to be measured are located, and a controller which controls the transport mechanism detects positions of the transport mechanism in which the output of the detector changes to indicate a transition between two conditions in one of which the optical path is obstructed by a spool and in the other of which the optical path is not obstructed by that spool, the

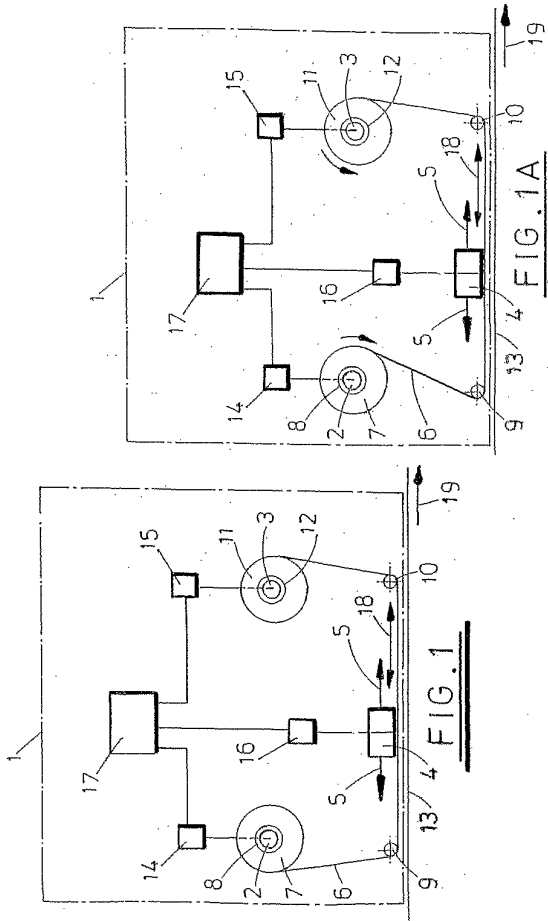
spool diameters being calculated from the detected positions of the transport mechanism in which the detector output changes.

61. A method for adjusting the position of a printhead in a printing apparatus comprising a housing, a printhead support assembly on which the printhead is mounted and which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a roller which in use supports a substrate to be printed on the side of the ribbon path remote from the printhead, and a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly to a printing position in which a portion of the printhead bears against the roller or any substrate or ribbon interposed between the printhead and roller, and a controller for adjusting the first drive mechanism to adjust the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller, wherein the printhead is positioned adjacent the roller, a test print is performed, the first drive mechanism is adjusted to change the angular position of the printhead relative to the rotation axis of the roller, a further test is performed, the adjustment and test processing being repeated until a satisfying print quality is achieved.

62. A method for controlling the retraction of a printhead during printer ribbon replacement in a printing apparatus comprising a housing, a printhead support assembly on which the printhead is mounted and which is displaceable relative to the housing in a direction parallel to a print ribbon path, a first drive mechanism for displacing the printhead support relative to the housing, a peel off roller mounted on the printhead support assembly and displaceable with the printhead in the said parallel direction, and a second drive mechanism for displacing the printhead relative to the printhead support assembly and peel off roller between a ready to print position adjacent the print ribbon path and a printing position in which the printhead would contact a print ribbon on the path, wherein when printer ribbon replacement is required the printhead support assembly is displaced to a predetermined position, a

cam mechanism is positioned so as to be engaged as a result of displacement of the printhead support assembly to the predetermined position, the cam mechanism when engaged causing retraction of the printhead away from the ready to print position to a position spaced from the peel roller and the print ribbon path.

63. A method for controlling a printing process in a printing apparatus comprising a printhead, a printing ribbon drive mechanism for advancing a printing ribbon between the printhead and a path along which in use a substrate to be printed is advanced, and means for applying the printhead to a ribbon supported in the drive mechanism, the printhead comprising an array of printing elements each of which may be selectively energised to release ink from a portion of ribbon contacted by that element, wherein the energisation of the printing elements and the advance of the ribbon is controlled so as to perform a series of printing cycles each of which includes a printing phase during which relative movement between the printhead and ribbon results in the printhead traversing a predetermined length of ribbon and a non-printing phase during which the ribbon is advanced a predetermined distance relative to the printhead, different groups of printing elements are selectively energised during successive printing cycles, the groups of elements being distributed on the printhead such that different groups contact different portions of the ribbon, and the ribbon is advanced such that the said predetermined distance of ribbon advance is less than the said predetermined length of ribbon, the groups of printing elements being energised such that the ribbon is advanced by at least said predetermined length of ribbon in the interval between any two printing phases in which the same group of printing elements are energised.



SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

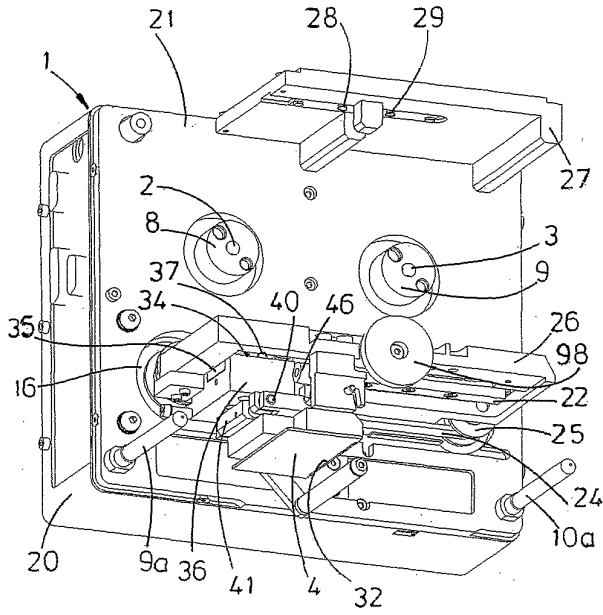


FIG. 2

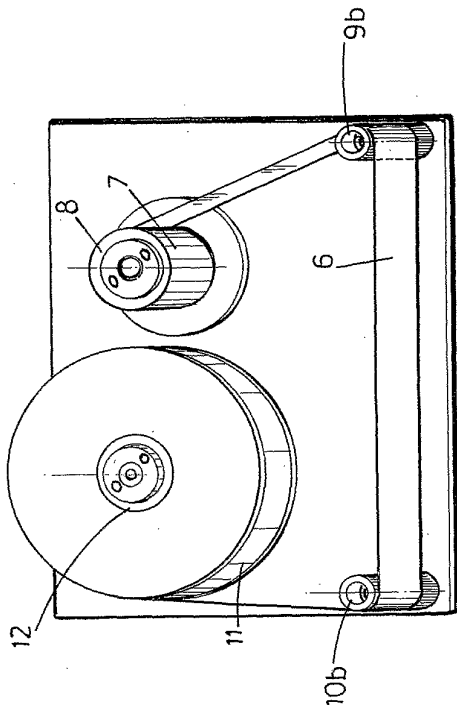


FIG. 3

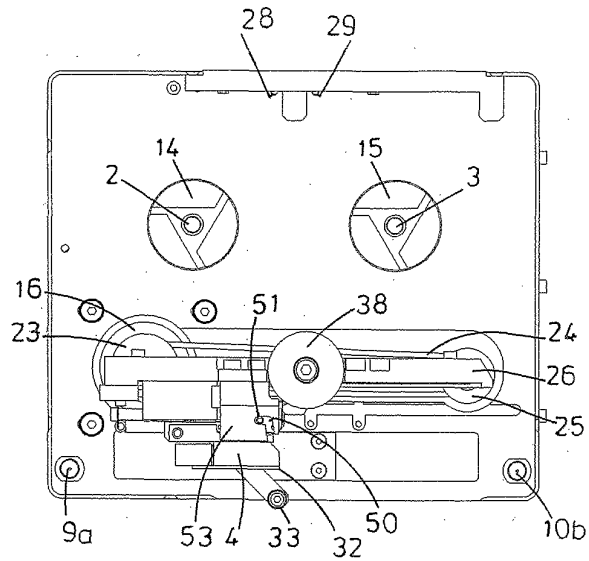


FIG. 4

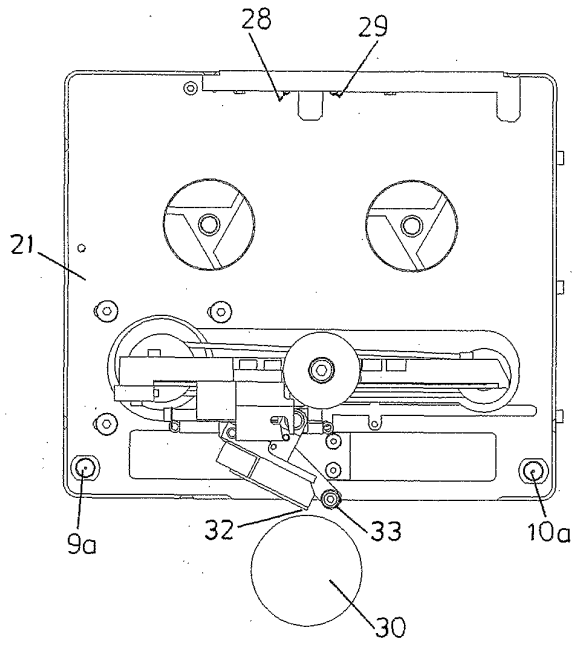


FIG. 5

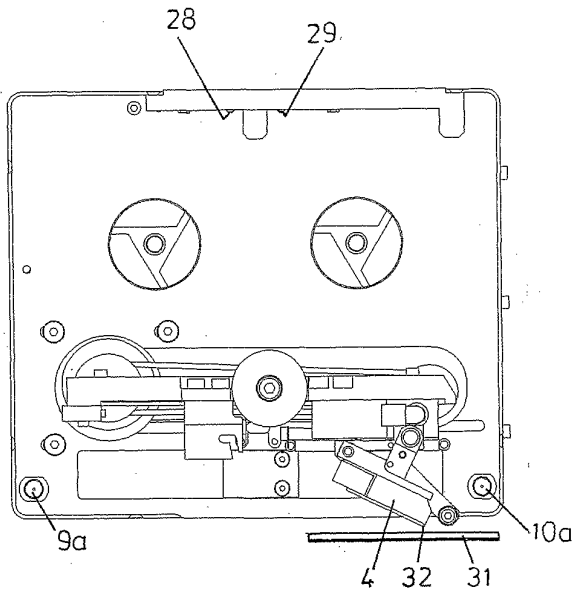
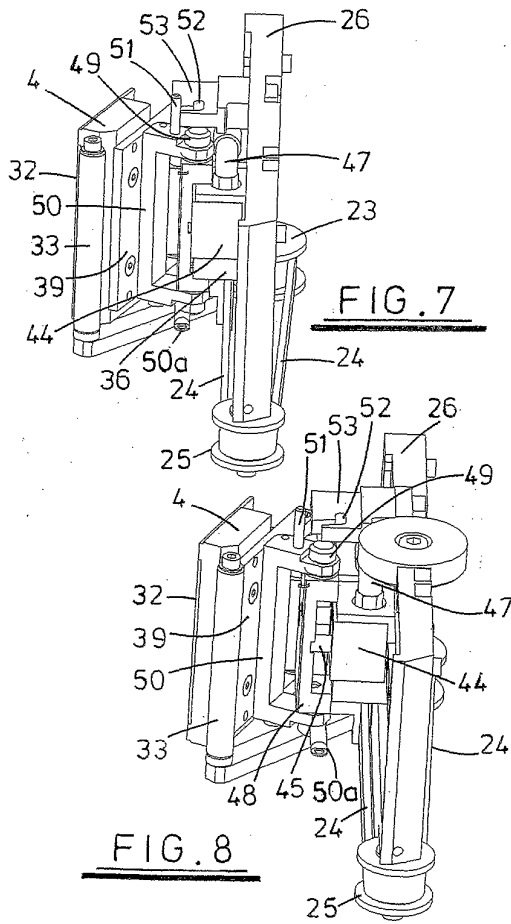


FIG. 6



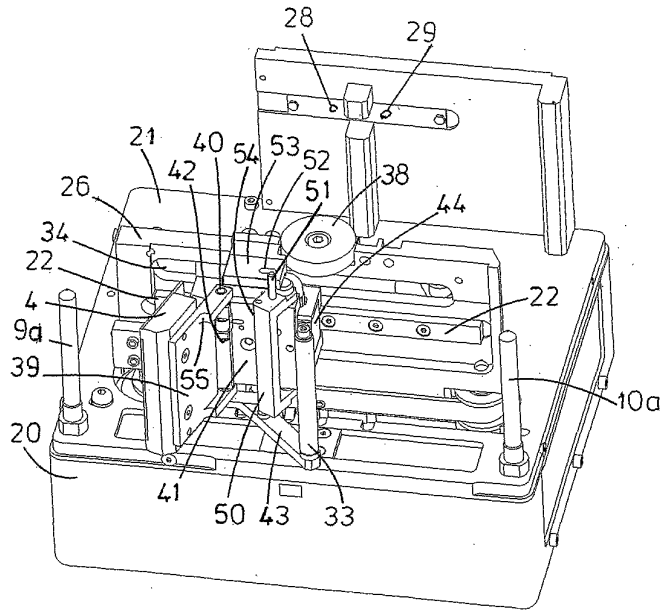
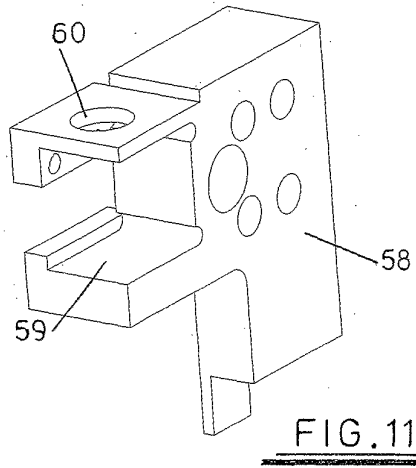
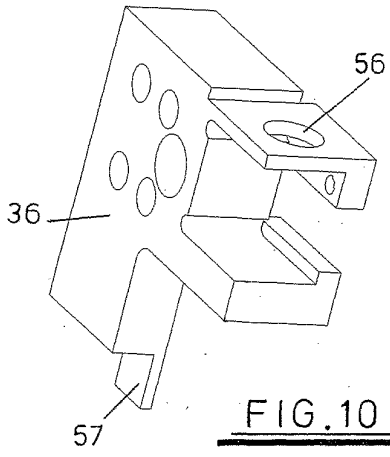


FIG.9

WO 02/22371

9/18

PCT/GB01/03965



SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

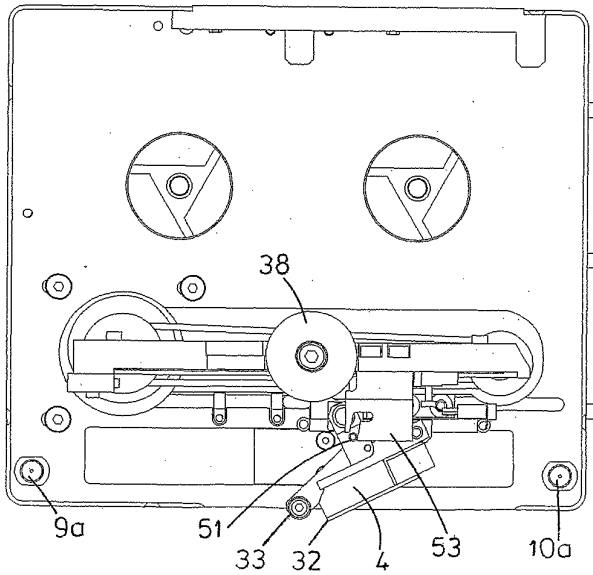


FIG. 12

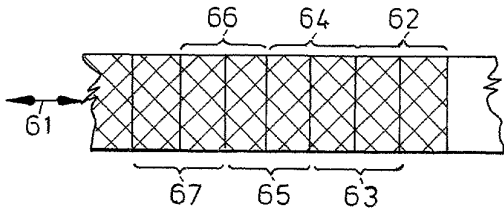


FIG.13

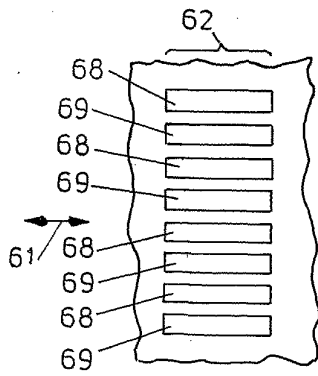


FIG.14

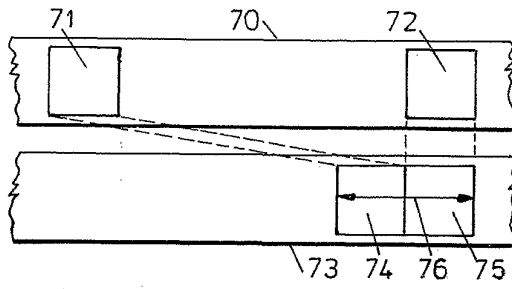


FIG. 15

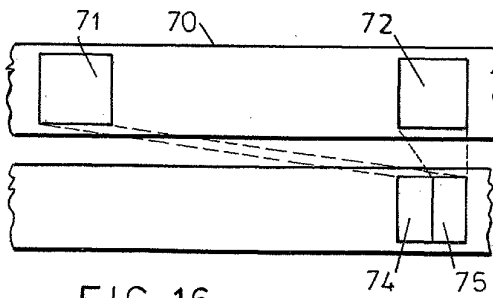


FIG. 16

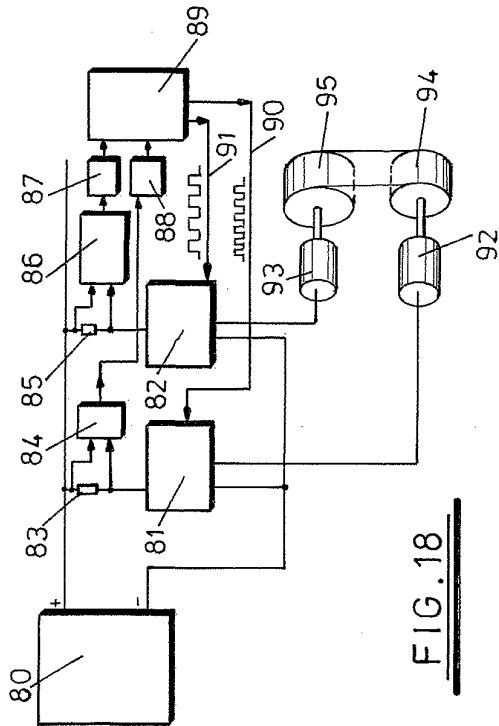


FIG. 18

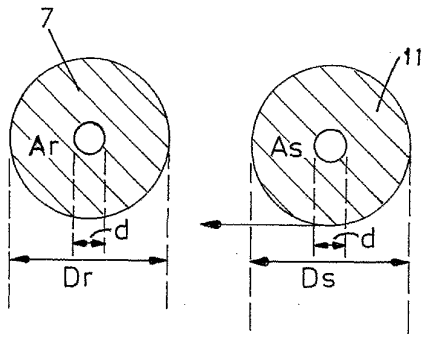


FIG. 20

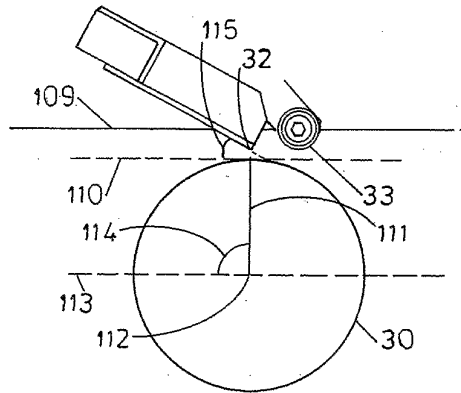


FIG. 21

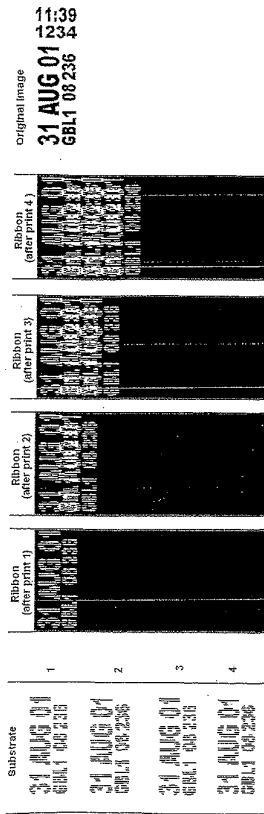


FIG. 22

【国際公開パンフレット(コレクトバージョン)】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
21 March 2002 (21.03.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/022371 A3

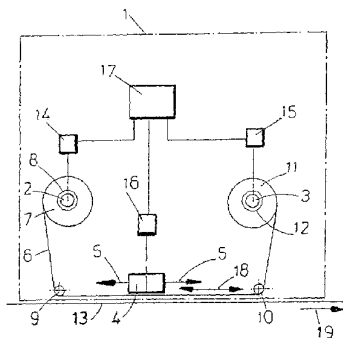
- (51) International Patent Classification: B41J 33/36, 33/54
- (21) International Application Number: PCT/GB01/03965
- (22) International Filing Date: 5 September 2001 (05.09.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:

0022306.7	11 September 2000 (11.09.2000)	GB
0028465.3	22 November 2000 (22.11.2000)	GB
0100493.6	9 January 2001 (09.01.2001)	GB
0111044.4	2 May 2001 (02.05.2001)	GB
- (72) Inventors: and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): MCNESTRY, Martin [GB/GB]; 27 Hands Road, Heanor, Derbyshire DE75 7JA (GB). BUXTON, Keith [GB/GB]; 29 Chartwell Grove, Mapperley Plains, Nottingham NG7 2QP (GB). HART, Philip [GB/GB]; 25 Springfield Drive, Nuthall, Nottingham NG6 8WB (GB).
- (74) Agent: ALLMAN, Peter, John; Marks & Clerk, Sussex House, 83-85 Mosley Street, Manchester M2 3LG (GB).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI, GM, GR, GU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

- (71) Applicant (for all designated States except US): ZIPHER LIMITED [GB/GB]; 7 Faraday Building, Nottingham Science & Technology Park, University Boulevard, Nottingham NG7 2QP (GB).
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GI, GM, KL, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European

[Continued on next page]

(54) Title: TAPE DRIVE AND PRINTING APPARATUS



(57) Abstract: A tape drive for use in for example transfer printing apparatus to drive a printer ribbon (6). The printer ribbon is mounted on two spools (17,11) each of which is driven by a respective stepper motor (2,3). A controller controls the energisation of the motor such that the ribbon is transported in at least one direction between spools mounted on the spool support. The controller is operative to energise both motors to drive the spools of ribbon in the direction of ribbon transport to achieve push-pull operations. Ribbon tension is monitored to enable accurate control of ribbon supply and ribbon take up, the ribbon tension being monitored by monitoring power supply to the two stepper motors.

WO 02/022371 A3

WO 02/022371 A3



patent (AI, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SL, TR), OAPI patent (BU, BJ, CI, CG, CL, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).

(88) Date of publication of the international search report:
1 August 2002

Published:

*with international search report
before the expiration of the time limit for amending the
claims and to be republished in the event of receipt of
amendments*

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/GB 01/03965
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B41J33/36 B41J33/54 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B41J Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 082 914 A (MOORE KEVIN P ET AL) 4 July 2000 (2000-07-04) column 1, line 66 -column 2, line 6 column 3, line 21 - line 25 ---	1,3-7,14
Y	US 5 490 638 A (DRIFTMYER JAMES F ET AL) 13 February 1996 (1996-02-13) abstract; figure 2 column 1, line 55 -column 2, line 22 column 3, line 64 -column 4, line 15 ---	1-7,44, 45
Y	FR 2 783 459 A (POLYPRINT) 24 March 2000 (2000-03-24) abstract page 8, line 26 -page 9, line 27 ----- -/--	1-4,14, 43
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date of priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 May 2002	Date of mailing of the international search report 30. 05. 2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bardet, M	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/GB 01/03965

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 05 058014 A (HITACHI LTD) 9 March 1993 (1993-03-09) paragraphs '0014!'-'0017!', '0023! ---	1, 3-5, 14
A	JP 08 002078 A (TEC CORP) 9 January 1996 (1996-01-09) abstract paragraphs '0019!'-'0021! ---	1, 14
A	EP 0 955 178 A (PRINTRONIX INC) 10 November 1999 (1999-11-10) paragraphs '0007!', '0044! ---	1
A	EP 0 556 066 A (ITW LTD) 18 August 1993 (1993-08-18) ---	
A	US 5 372 439 A (POOLE DAVID L ET AL) 13 December 1994 (1994-12-13) abstract column 2, line 43 - line 45 column 3, line 24 - line 34 column 8, line 3 - line 24 column 8, line 67 - column 9, line 15 ---	40, 41, 57, 63
A	EP 1 000 756 A (MARKEM TECH LTD) 17 May 2000 (2000-05-17) abstract; figure 4 ---	40, 41, 57, 63
A	GB 2 289 441 A (PRESTEK LTD) 22 November 1995 (1995-11-22) abstract ---	40, 41, 57, 63
A	US 5 700 096 A (MATSUDA HIDEAKI ET AL) 23 December 1997 (1997-12-23) abstract; figure 6 ---	40, 41, 57, 63
A	JP 08 244324 A (RICOH CO LTD) 24 September 1996 (1996-09-24) figure 2 paragraphs '0019!'-'0021! ---	40, 41, 57, 63
X	EP 0 481 579 A (MANNESMANN AG) 22 April 1992 (1992-04-22) abstract	42, 59
Y		43-45
A	column 2, line 29 - line 32 column 3, line 20 - line 23 claim 1 -----	40, 41

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/GB 01/03965**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
1-24, 30-35, 40-50, 57-59, 63
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB 01 03965

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-24,30-32,58

tape drive system using 2 motors which are both energized to transport the tape

2. Claims: 25-29, 51,60

optical measuring system to monitor diameter of two spools of tape, with one light emitter, one light receiver, a light detector and one of those elements being on board a transport mechanism to cause optical path to sweep across a space where the spool are situated

3. Claims: 33-35,42-50,59

printing system which can work alternatively in continuous printing mode (head stationary) and in intermittent printing mode

4. Claims: 36,52-55,61

printing system with a drive mechanism which is adjustable to adjust head angular position.

5. Claims: 37-39,56,62

cam mechanism to separate head from peel off roller, cam engaged when head is moved to a predetermined position

6. Claims: 40-41,57,63

printing elements divided in groups and driven group by group, ribbon advanced when all groups have finished printing on this particular ribbon section.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/GB 01/03965

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 6082914	A	04-07-2000	CN 1275488 A EP 1055521 A2	06-12-2000 29-11-2000
US 5490638	A	13-02-1996	NONE	
FR 2783459	A	24-03-2000	FR 2783459 A1	24-03-2000
JP 05058014	A	09-03-1993	JP 2967246 B2	25-10-1999
JP 08002078	A	09-01-1996	NONE	
EP 0955178	A	10-11-1999	US 6089768 A EP 0955178 A2 JP 11321052 A	18-07-2000 10-11-1999 24-11-1999
EP 0556066	A	18-08-1993	CA 2089425 A1 DE 69300130 D1 DE 69300130 T2 EP 0556066 A2 ES 2071526 T3 MX 9300775 A1 US 5372440 A	14-08-1993 08-06-1995 07-09-1995 18-08-1993 16-06-1995 31-03-1994 13-12-1994
US 5372439	A	13-12-1994	US 5415482 A	16-05-1995
EP 1000756	A	17-05-2000	GB 2343655 A EP 1000756 A2 US 6380963 B1	17-05-2000 17-05-2000 30-04-2002
GB 2289441	A	22-11-1995	AU 693532 B2 AU 2008595 A DE 69517089 D1 DE 69517089 T2 EP 0683055 A2 ES 2121707 T1 US 5908251 A	02-07-1998 30-11-1995 29-06-2000 02-11-2000 22-11-1995 16-12-1998 01-06-1999
US 5700096	A	23-12-1997	JP 2607028 B2 JP 6297739 A JP 2766773 B2 JP 6278336 A	07-05-1997 25-10-1994 18-06-1998 04-10-1994
JP 08244324	A	24-09-1996	NONE	
EP 0481579	A	22-04-1992	DE 4033698 A1 AT 140898 T DE 59108047 D1 EP 0481579 A2	30-04-1992 15-08-1996 05-09-1996 22-04-1992

フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
B 4 1 J 33/52	B 4 1 J 33/52	
B 4 1 J 35/36	B 4 1 J 35/36	

(31)優先権主張番号 0111044.4

(32)優先日 平成13年5月2日(2001.5.2)

(33)優先権主張国 イギリス(GB)

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PH,PL,PT,R O,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZW

(74)代理人 100100170

弁理士 前田 厚司

(72)発明者 マーティン・マクネストリー

イギリス、ディイー75・7エイチエイ、ダービーシャー、ヒーノー、ハンズ・ロード27番

(72)発明者 キース・バクストン

イギリス、エヌジー7・2キューピー、ノッティンガム、マッパーリー・ブレインズ、チャートウェル・グローブ29番

(72)発明者 フィリップ・ハート

イギリス、エヌジー6・8ダブリュービー、ノッティンガム、ナットホール、スプリングフィールド・ドライブ25番

Fターム(参考) 2C060 CB01 CB15 CB21

2C068 AA01 AA06 FF05 GG01 GN03 HH01 NN17