

(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2005-503634

(P2005-503634A)

(43) 公表日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 7/003

F I

G 1 1 B 7/003

A

テーマコード (参考)

5 D O 9 0

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2003-529454 (P2003-529454)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月30日 (2002.8.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年3月10日 (2004.3.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/027595
 (87) 国際公開番号 W02003/025911
 (87) 国際公開日 平成15年3月27日 (2003.3.27)
 (31) 優先権主張番号 60/322,700
 (32) 優先日 平成13年9月17日 (2001.9.17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

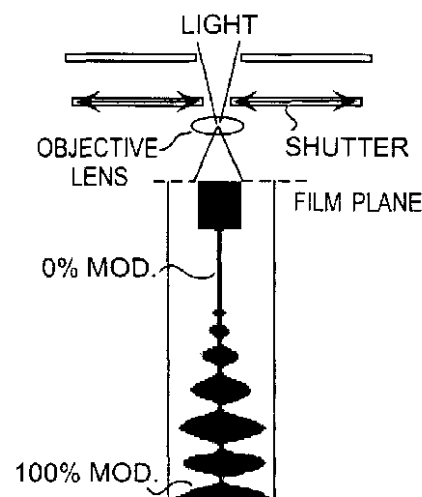
(71) 出願人 501263810
 トムソン ライセンシング ソシエテ ア
 ノニム
 Thomson Licensing S
 . A.
 フランス国, エフ-92100 ブロー
 ニュ ビヤンクール, ケ アルフォンス
 ル ガロ, 46番地
 (74) 代理人 100087321
 弁理士 渡辺 勝徳
 (74) 代理人 100115864
 弁理士 木越 力

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学フィルム・サウンド・トラックの欠陥の補正

(57) 【要約】

アナログ光学サウンド・トラックを再生するための装置および方法は、アナログ光学サウンド・トラックと音声を表す包絡線とを含むフィルムを給送するための給送手段を備えている。走査手段は、音声を表す包絡線付きのアナログ光学サウンド・トラックを表す表示画像信号を生成する。位置合わせ手段は、音声を表す包絡線付きのアナログ光学サウンド・トラックの半分だけが表示画像信号を形成して走査手段の幅をほぼ満たすように、走査手段を位置合わせする。処理回路は、アナログ光学サウンド・トラックと音声を表す包絡線との半分だけを表す画像信号を処理し、画像信号から音声出力信号を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アナログ光学サウンド・トラックを再生するための装置であって、
前記アナログ光学サウンド・トラックと音声を表す包絡線とを含むフィルムを給送するための給送手段と、
音声を表す包絡線付きの前記アナログ光学サウンド・トラックを表す表示画像信号を生成する走査手段と、
前記表示画像信号を形成する、前記音声を表す包絡線付きの前記アナログ光学サウンド・トラックの半分だけが前記走査手段の幅をほぼ満たすように、前記走査手段を位置合わせするための位置合わせ手段と、
前記アナログ光学サウンド・トラックと前記音声を表す包絡線との半分だけを表す前記画像信号を処理し、前記画像信号から音声出力信号を形成する手段とを備える装置。

10

【請求項 2】

アナログ光学フィルム・サウンド・トラックの再生から干渉を除去する方法であって、
a) 音声を表す包絡線付きのサウンド・トラックと、前記サウンド・トラックのエッジに隣接する前記干渉とを含む前記フィルムを給送するステップと、
b) 前記音声を表す包絡線付きの前記サウンド・トラックと前記干渉とのデジタル画像を形成するステップと、
c) 音声を表す包絡線付きの前記サウンド・トラックと前記干渉との前記デジタル画像を位置合わせさせ、それにより、前記干渉から最も離れた位置にある、前記音声を表す包絡線付きの前記アナログ光学サウンド・トラックの半分だけが、前記デジタル画像を形成し、前記音声を表す包絡線の前記半分のピークが、前記デジタル画像内に留まるようにするステップと、
d) 前記音声を表す包絡線の前記半分を表す前記デジタル画像を処理して、音声出力信号を形成するステップとを含む方法。

20

【請求項 3】

アナログ光学フィルム・サウンド・トラックの再生からパーフォレーション干渉を除去する方法であって、
a) 音声を表す包絡線付きのサウンド・トラックと前記パーフォレーション干渉とを含む前記フィルムを給送するステップと、
b) 前記音声を表す包絡線付きの前記サウンド・トラックと前記パーフォレーション干渉とのデジタル画像を形成するステップと、
c) 音声を表す包絡線付きの前記サウンド・トラックと前記パーフォレーション干渉との前記デジタル画像を位置合わせさせ、それにより、前記パーフォレーション干渉がデジタル画像からなくなるように、且つ前記音声を表す包絡線のピークが前記デジタル画像内に留まるようにするステップとを含む方法。

30

【請求項 4】

周期的な雑音干渉を被るアナログ光学サウンド・トラックを再生するための装置であって、
アナログ光学サウンド・トラックを含むフィルムを給送する手段と、
前記アナログ光学サウンド・トラックを表す表示画像信号を形成するための走査手段と、
前記周期的な雑音干渉の源が前記表示画像信号から除去されるように、前記走査手段を位置合わせする手段とを備える装置。

40

【請求項 5】

前記表示画像信号を処理して音響信号を形成する手段を備える、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記走査手段を位置合わせする前記手段が、前記周期的な雑音干渉を前記音響信号からほぼ除去するための調整を可能にする、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 7】

前記周期的な雑音干渉の源が、前記フィルム中のパーフォレーションである、請求項 4 に

50

記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学的に記録されたアナログ・サウンド・トラック (analog sound track) の再生に関し、より詳細には、記録された信号の品質を復元することに関する。

【背景技術】

【0002】

光学式録音は、アナログ映画サウンド・トラックに利用される最も一般的なフォーマット (形式) である。このアナログ・フォーマットは、可変面積方法 (variable area method) を使用するが、可変面積方法では、較正された光源からの照明が、音声信号で調節されたシャッタを通過する。シャッタは、音声信号の強度またはレベルに比例して開き、この結果、光源からの照明ビームの幅が調節される。この幅の変動する照明は、単色写真フィルムを露光することを対象とし、この単色写真フィルムを処理すると、例えば、波形末端でほぼ透明なまたは色付きのフィルム・ベース材料で囲まれた、黒い音声波形包絡線が得られる。このようにして、瞬時音声信号振幅は、露光され現像されたフィルム・トラックの幅により表される。図1に、可変幅アナログ音声サウンド・トラックを記録するための一構成を、かなり単純化した形式で示す。

【0003】

アナログ映画サウンド・トラックには第2の方法を利用することもでき、この第2の方法では、音声信号が写真音声トラックの幅全体を変動可能に露光する。可変濃度式 (variable density method) と呼ばれるこの方法では、トラック幅全体の露光量を音声信号の強度に従って変動させて、例えばほぼ透明なまたは色付きのベース・フィルム材料と、露光され現像された写真材料の低透過率領域、即ち高濃度領域との間で透過率を変動するトラックを生成する。従って、瞬時音声信号振幅は、露光され現像されたフィルム・トラックの幅全体に亘る照明の透過率の変動により表される。

【0004】

従って、可変濃度式と可変面積式のどちらの記録方法でも、音声変調 (サウンド) は、例えば光検出器を使用して、サウンド・トラック領域を透過する照明を適切に収集することにより回復することができる。

【0005】

これらのアナログ・フィルム・サウンド記録技法は、記録中やプリント中や後続の処理中に、欠陥 (imperfection)、物理的損傷 (physical damage)、および汚れ (contamination) を被る可能性がある。これらの記録技法は写真フィルムを使用するので、記録中に使用される光の量 (濃度) および露光時間 (露光量) が、重要なパラメータである。記録のための正しい濃度は、像拡散歪み (image spread distortion) を最小限に抑えながら可能な限り高いコントラストを決定するための一連のテストにより、決定することができる。

【0006】

像拡散歪みは、所望の像の輪郭をはみ出した誤った縁取り、即ち、スプリアス・フリンジング像 (spurious fringing image) が生成されたときに生じる。通常、像拡散歪みは、フィルム・ベース内においてハロゲン化物の粒子と周囲のゼラチンとの間で光が拡散することにより生じる。この光の散乱により、露光された領域をやや越えて像が形成される。ネガティブ (negative: ネガ) およびポジティブ (positive: ポジ) の濃度および露光量が最適なら、くっきりとした明確な像が得られる。しかし、可変面積式で記録されたネガティブでは、像拡散があると、音声変調包絡線のピークは丸くなって見え、包絡線 (envelope) の谷は鋭くなって見え、幅は縮小して見える。この像歪みは非対称の包絡線歪みを引き起こし、これは、回復された音声における奇数調波歪みと混変調歪みの両方になる。記録濃度が増加するにつれて、像拡散

も増大し、そのためシビランス (s i b i l a n c e : 摩擦音) としてはっきり分る。シビランスは最初、記録波長がより短いので、より高い周波数内容においてはっきり分る。記録濃度が更に増加すると、歪みは、記録されたスペクトル中で漸進的に低い周波数で顕著になる。

【 0 0 0 7 】

一般に、サウンド記録フィルムは、青色照明に感光するだけであり、灰色のハレーション防止染料を採用してハレーション (h a l a t i o n) の影響を大幅に低減するか除去している。ハレーションは、フィルム・ベースの背部からの反射により生じる可能性があり、望ましくない二次的な感光乳剤の露光を引き起こす。通常、微粒子であり、高コントラストの感光乳剤を、3 . 0 ~ 3 . 2 の制御ガンマで使用する。

10

【 0 0 0 8 】

これらの記録方法の周波数応答は、様々なパラメータにより決定される。例えば、シャッタ開閉速度や、フィルム露光量や、光拡散に直接関係のあるフィルムの変調伝達関数 M T F (M o d u l a t i o n T r a n s f e r F u n c t i o n) などである。露光時間が長いほど、記録の周波数帯域は狭くなる。

【 0 0 0 9 】

これらの光学式録音方法では、得られる音声信号対雑音比を、高コントラストの像を使用することにより最適化することができる。例えば、音声包絡線波形が濃く、周囲が透明であるほど、サウンドは明瞭または静かになる。しかし、フィルム感光乳剤中の像拡散による音声歪みを導入することなくフィルムを露光することの可能な取り得る濃度には、限界がある。

20

【 0 0 1 0 】

最適な濃度は、信号対雑音比 (S i g n a l t o N o i s e R a t i o : S N 比) と像拡散歪みとの間の妥協点を呈するものである。最適な濃度は、像拡散から生じる混変調歪み (c r o s s m o d u l a t i o n d i s t o r t i o n) の許容できる低い値を見つけるためのテスト露光により決定することができる。しばしば、比較的古い、即ち記録保管用のサウンド・トラックは、不適切に記録されていることがあり、重度の歪みを示す可能性がある。しかし、音声信号対雑音比を改善するために、いくつかの像拡散歪みは許容されることが多い。図 2 は、ネガティブからポジティブのフィルム・サウンド・ストックにプリントするときに、混変調歪みが濃度に伴っていくぶん相補的に変動することを示す。

30

【 0 0 1 1 】

濃度および像拡散歪みに加えて、他の欠陥も生じる恐れがある。例えば、露光領域または露光されない領域の濃度は、ランダムに、あるいはサウンド・トラック領域の幅または長さに沿った各部分で、変動する場合がある。サウンド・トラック再生中、このような濃度変動は直接に、所望の音声信号が散在するスプリアス雑音成分になることがある。

【 0 0 1 2 】

音声トラックの劣化に関する他の原因は、フィルムおよび/またはフィルム再生が様々な形式で被る機械的欠陥に関係がある。このような欠陥の 1 つにより、フィルムまたはフィルム上のトラックが、固定トランスデューサ (t r a n s d u c e r : 変換器) に対して横方向に揺れるかまたは動く。フィルムの横揺れは、再生される音声信号の振幅および位相が変調するなど、様々な形式の欠陥をもたらす可能性がある。

40

【 0 0 1 3 】

アナログ光学式録音方法は本質的に、処理中に物理的損傷および汚れを受けやすい。例えば、汚れまたは埃が、一時的でランダムな雑音イベント (事象) を導入する可能性がある。同様に、露光領域または露光されない領域の傷が、サウンド・トラックの光透過特性を変化させ、重度の一時的雑音スパイクを引き起こす可能性がある。更に、フィルム・パーフォレーション (p e r f o r a t i o n : 穿孔) 、不適切なフィルム経路レーシング (l a c i n g) 、関連するフィルム損傷など、その他の物理的または機械的結果が、望ましくない周期的な反復効果をサウンド・トラック中に導入する可能性もある。これらの周

50

期的変動は、スプリアス照明を導入し、低周波数のバズ音（例えば、約 96 Hz の矩形パルス波形を有し、高調波が多く、望ましい音声信号が散在する）を引き起こす可能性がある。同様に、ピクチャ領域の光が、サウンド・トラック領域に漏出する場合があります、像に関連する音声劣化を引き起こすこともある。

【0014】

ドイツ出願 DE 19729201 A1 には、光学式録音サウンド・トラックを走査（Scan：スキャン）するテレシネ（telecine：テレビ映画）が開示されている。開示されている装置は、サウンド情報信号を走査し、出力値に二次元濾波を施すものである。別のドイツ出願 DE 19733528 A1 には、ステレオ・サウンド信号のためのシステムが記載されている。評価回路を利用して、左または右のサウンド信号だけ、あるいは両方の合計信号を、モノラル出力信号として供給する。 10

【0015】

光学式録音アナログ音声サウンド・トラックを再生および処理して、目立つ欠陥をほぼ除去するだけでなく、再生される音声信号の品質を向上させることを可能にする構成が、明らかに必要とされている。

【発明の開示】

【0016】

（発明の概要）

アナログ光学サウンド・トラックを再生するための装置および方法は、アナログ光学サウンド・トラックと音声を表す包絡線とを含むフィルムを給送するための給送手段を備えている。走査手段は、音声を表す包絡線付きのアナログ光学サウンド・トラックを表す表示画像信号を形成する。位置合わせ手段は、音声を表す包絡線付きのアナログ光学サウンド・トラックの半分だけが表示画像信号を形成して走査手段の幅をほぼ満たすように、走査手段を位置合わせする。処理回路は、アナログ光学サウンド・トラックと音声を表す包絡線との半分だけを表す画像信号を処理し、画像信号から音声出力信号を形成する。 20

【0017】

別の発明の方法では、アナログ光学フィルム・サウンド・トラックの再生からパーフォレーション干渉（perforation interference：穿孔干渉）を除去する。この方法は、音声を表す包絡線付きのサウンド・トラックとパーフォレーション干渉とを含むフィルムを給送することを含んでいる。音声を表す包絡線付きのサウンド・トラックとパーフォレーション干渉とのデジタル画像を形成し、このデジタル画像を位置合わせさせ、それにより、パーフォレーション干渉がデジタル画像からなくなるようにし、且つ音声を表す包絡線のピークがデジタル画像内に留まるようにする。 30

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図3のブロック図に、光学式録音アナログ音声サウンド・トラックを再生および処理するための発明の構成を示す。通常、光源10が、音声サウンド・トラック25を含むフィルム20上に投影される。図3では、音声サウンド・トラック25の幅寸法を誇張して示してある。音声信号は、トラック25に示すように可変面積記録方法により表すことができるが、音声信号はまた、サウンド・トラック領域の幅のほぼ全体に亘って対応する濃度変動により表すこともできる。従来のフィルム・サウンド再生機では、サウンド・トラックを露光するために採用される方法に従って、光源10からの光は、変動する強度でフィルム20およびトラック25を透過する。しかし、得られる変動強度の透過光は、光電管や固体光検出器などの光センサにより収集される。通常、光センサは、透過光の強度に応じた電流または電圧を生成する。光センサからアナログ音声出力信号が得られるが、このアナログ音声出力は、一般には増幅され、しばしば、周波数内容を変化させて記録済みトラックの音響特性の欠陥を改善または緩和するための処理が施される。しかし、一般に、このような周波数応答操作では、望ましい音声内容に悪影響を及ぼさずに欠陥を修復することはできない。 40

【0019】

図3に示す発明の構成では、光源10からの光は、光ファイバ手段(図示せず)により誘導され、サウンド・トラック25を照明するための光の投影ビームを形成する。光はサウンド・トラックにより強度変調され、光学系75により収集される。光学系75は、レンズ・アセンブリ、延長管(tube:チューブ)、および蛇腹(bellows:ペローズ)を含み、これらは、カメラ100の一部をなすCCDライン・アレイ・センサ110の幅全体に亘って完全なサウンド・トラック幅の画像を形成するように構成されている。カメラ100は、例えば、バスラ型(Basler type)L160であり、フレーム・グラバ(frame grabber)200により制御される。フレーム・グラバ200は、例えば、マトロックス メテオ2(Matrox Meteor II)LVDSデジタル・ボードであり、フィルムが光の投影ビームを介して継続的に動くのに伴って、画像の取込みと、サウンド・トラック25のライン走査画像を表す8ビットのデジタル信号出力の同期をとる。CCDライン・アレイ・センサ110は、2048ピクセルを有し、8ビットに量子化されて約60MHzのビット・レートで動作することができるパラレル(並列)デジタル出力信号120を供給する。

10

【0020】

デジタル画像信号120は、サウンド・トラックの幅全体に亘って連続する測定値を表すが、これらの測定値は、サウンド・トラックの露光領域および露光されない領域の瞬間的な幅を表す8ビットのグレー・スケール信号として取り込まれる。この継続的な一連のトラック幅画像または測定値は、光学トラックの継続的なデジタル画像として、RAIDシステム300に記憶される。

20

【0021】

オペレーティング・システムが、コントローラ400中に存在するか、またはブロック405に示すように存在するものとして取り扱うことができ、ユーザーに対して表示装置500上に視覚メニューおよび制御パネルを表示する。コントローラ400は、パーソナル・コンピュータであってもよく、カスタム処理集積回路(IC)として実装してもよい。ただし、コンピュータ・コントローラは、カメラ・データに関連する高転送レートをサポートしなければならない、高転送レートを維持することのできるUltra(ウルトラ)SCSI160インタフェースと共に、少なくとも512MBのRAMを必要とする。更に、デュアル処理回路を用いたコンピュータでは並列処理を可能にすることもでき、これにより処理速度と性能の両方を高めることができる。

30

【0022】

カメラ100は、2048ピクセルのライン・アレイCCDセンサを有し、LVDS(Low Voltage Differential Signaling:低電圧差動通信)またはRS622出力信号フォーマットに従って8ビットのパラレル・デジタル出力信号120を供給する。2048ピクセルのライン・アレイ・センサを使用することにより、大きな周波数応答歪みのないサウンド・トラック包絡線画像を取り込むのに十分な解像度をもたらされる。加えて、カメラはフレーム・グラバ200で制御することができ、フレーム・グラバ200は更に、同期インタフェース250を介してNTSCまたはHD(High Definition:高精細度)テレビジョン同期パルスとの同期を取り、また、公称24fpsの通常動作速度でサウンド・トラック画像を取り込むのに十分な出力データ・レートも可能にする。

40

【0023】

従って、フレーム・グラバ(frame grabber)200の制御の下で、また表示装置500およびキーボード600からのユーザー制御にตอบสนองして、デジタル画像はフレーム取込みカード200を介して送られ、ハード・ディスクのメモリ・アレイ300に記憶される。例えば、この有利な構成で採用される走査レートでは、1分あたり約4ギガバイトの例示的なファイル・サイズとなり、このビットストリームが、ストライピングされたRAIDシステム300に記憶されるように供給される。RAIDシステム300は、大きなサウンド・トラック画像ビデオファイルの記憶を容易にすると共に、高速な転送レートをもたらす。

50

【0024】

光学系、即ち蛇腹と延長管とレンズ75は、標準化された記録済みトラック位置を撮像するように正確に配置されている。ただし、集束および露光と、記録済みフィルム領域がピーク音声変調で最大センサ幅をほぼ満たせるようにするための画像サイズ調整またはズーム制御との両方を可能にするために、手動調整が行われる。また、このカメラ装着システムは、横方向の調整とアジマス調整の両方を容易にする。横方向の調整により、横方向に位置がずれたトラックを撮像して、例えばsprocket)またはパーフォレーションにより生成された“ブンブン”や“ジージー”というバズ音(buzz)、あるいはピクチャ関連の光漏れを除去することができる。更に、横方向の画像調整を行っても、可聴sprocket孔雑音またはパーフォレーション雑音あるいはピクチャ漏れを除去することのできない厳しい状況では、カメラおよびレンズを調整して、障害になっている照明雑音源を回避するように位置決めされる記録済み包絡線部分でセンサ幅をほぼ満たすことができる。

【0025】

レンズおよび光学系の要件の選択は、主として、35mm音声光学トラックの幅およびイメージ・アレイの幅により決定される。35mm光学トラックは、標準化された2.13mmの幅を有し、イメージのおよその長さは、10ミクロンのピクセル・サイズに基づく、約20.48mmである。従って、35mmサウンド・トラックの最大幅がイメージ幅を満たせるようにするには、画像倍率を約10:1にする必要がある。同様に、1.83mm幅の16mmトラックの場合は、センサ幅を満たすために、56mmの延長管または蛇腹を追加する必要がある。

【0026】

撮像の考慮事項に加えて、処理済み音声信号の所望の帯域幅も考慮しなければならない。例えば、15kHzの再生音声帯域幅が必要な場合は、30kHzのサンプリング周波数または画像走査レートが必要である。従って、30kHzの例示的なサンプリング周波数では、カメラは画像走査(音声トラック・ライン走査)ごとに2048バイトまたは8ビット・ワードを出力し、1秒あたり $2048 \times 30 \times 10^3$ 、即ち61.4メガバイトの出力データ・レートを生み出すことになる。従って、1分のサウンド・トラックは、約3.68ギガバイトの記憶域を必要とする。このような記憶容量要件は、Ultra Wide(ウルトラ・ワイド)SCSI160ドライブなど、例示的なストライピングされたRAIDシステムにより提供することができる。

【0027】

図4のAに、マグナ・テック・エレクトロニクス社(Magna-tech Electronic Co. Inc.)製の例示的な磁気フィルム給送機構を示す。これは、この発明の走査構成の基礎をなし、ライン・アレイCCDカメラを装着するのに十分な空間のあるサーボ制御フィルム給送システムを提供する。重要な要件は、適切なフィルム誘導と、フィルムが光源とカメラの間で移動するときに、フィルム焦点が変動するのを防止するために安定したフィルム経路を提供する要件である。実験を介して、走査に最適なフィルム安定性は、フィルムがはずみ車に巻き付く位置で達成されることが分った。フィルム画像面は、はずみ車の位置で曲がるが、フィルム位置でのアジマス誤差なしで直角に見るライン・アレイ・スキャナを使用すると、被写界深度およびサウンド・トラック相互変調の問題や、位相位置合わせおよびフランジングの歪みは防止される。

【0028】

図4のBに、16mmゲージ・フィルムを伴う例示的なはずみ車を示し、それと共に、破断図で示すはずみ車の中心で暗くならないようにフィルムを直角照明するのを容易にする、クランク状の光ファイバ光線ガイドも示す。図4のCに示す別の構成では、例示的なはずみ車が、フィルム幅の主要部分のための支持を与えており、図4のBに示したクランク状の光ガイドの必要が無くなっている。この構成では、16mmゲージ・フィルムは、1つまたは複数のサウンド・トラックを含む公称3mmのエッジ領域を除いては、フィルム幅の大部分に亘ってはずみ車により支持される。同様に、35mmゲージ・フィルムで動

作するときは、サウンド変調を含む約 8 mm のエッジ領域が、図 4 の C の例示的なはずみ車からはみ出す。フィルムがはずみ車に巻き付く動作が、部分的に円筒形の構造 (C S : C y l i n d r i c a l S t r u c t u r e) を形成し、この構造は、硬さおよびかなりの剛性をもたらし、従って、エッジのずれまたはばたつきの影響に対する抵抗力をもたらず。このようにして、有利にサウンド・トラック領域をはずみ車に対して巻き付けて位置決めすることにより、フィルム・エッジ (端部) の安定が保証され、画像の焦点外れが大幅に排除される。

【0029】

この発明のフィルム・サウンド処理システムは、キーボード 600 またはマウスでアイコン (デジタル エア (D i g i t a l A I R)) を選択することによりアクティブになり、この結果、Windows (登録商標) のような制御スクリーン構成が表示スクリーン 500 上に表示される。プレビュー (P r e v i e w)、記録 (R e c o r d)、停止 (S t o p)、処理 (P r o c e s s : プロセス)、エクスポート (E x p o r t) など、様々な動作モードがツールバー機能として表示の周辺領域に表示される。最初にプレビュー・モードをツールバー機能から選択することができ、プレビュー・モードは有利にも、サウンド・トラックを作動させ、サウンド・トラック画像を表示スクリーン 500 上に形成する。グレー・スケール画像により、カメラおよび光学系を記録済みサウンド・トラックに整合させることができる。光学系 75 を調整して、サウンド・トラック画像のピークがイメージャ 110 の幅をほぼ満たすようにし、CCD 露光量を適切にすることにより、良好な画像信号対雑音比がもたらされるようにする。適切な CCD 露光量は、ネガティブ・プリントとポジティブ・プリントでは異なる可能性があり、またフィルム・ストックのタイプにも依存する。

10

20

【0030】

有利にも、このリアルタイムの画像は、サウンド・トラックの画像を与えるだけでなく、干渉を生成する照明がスプロケット孔から発していること、またはサウンド・トラックを汚す可能性のあるピクチャ領域があることも示す。この望ましくない光の到来は、オンスクリーン・カメラ画像を使用して光学系 75 の操作を可能にすることにより除去することができ、ピクチャ・ズーム、パン、およびティルトを用いてサウンド・トラックを慎重にフレーミングすることにより、このような望ましくない音声寄与が除去される。更に、バズ・トラックと呼ばれるテスト・フィルムを再生するときに、表示包絡線の選択可能部分を電子的に拡大してカメラ・アジマス調整を可能にすることにより、サウンド・トラック画像を詳細に調べることができる。拡大された画像は電子的なカーソル・ライン付きで表示され、これにより、変調包絡線中のピーク間に時間差または位相差があればそれを評価することができる。アジマス調整が最適化されると、変調ピークは、同時にほぼ等しい大きさで、ただし反対の極性で現れる。最適なアジマス調整は、最大化された包絡線ピークを同時に生み出すことになる。カメラとサウンド・トラックとの間でアジマスを位置合わせしないと、ステレオ音声トラックの対の場合に起こることがあるように、時間的に異なる音声情報を取り込んだ画像になる可能性がある。図 10 の A は、例示的で誇張されたアジマス誤差を伴って再生されたサウンド・トラック包絡線を表す図である。図 10 の A の同じ時間軸上に、処理済みの画像即ち電子的に抜き取った画像を示すが、これは、イメージャ・カメラとサウンド・トラックとの間のアジマス誤差から生じた時間的なずれを示している。図 10 の B は、図 10 の A と同じであるが、アジマス誤差なしで再生された包絡線画像であり、その下の同じ時間軸上に、電子的に抜き取った画像を示す。これは、包絡線のピークがほぼ同時に走査されたこと、およびこれらが同様の振幅であることを示している。

30

40

【0031】

図 5 に、プレビュー・モードのサウンド・トラック画像の例を示す。図 5 のグレー・スケール (g r a y s c a l e : 階調) 画像は、様々な欠陥を含む複製ネガティブ・サウンド・トラックのグレー・スケールである。例えば、このサウンド・トラック画像の右側で、望ましくない照明がフィルム・パーフォレーションから発していることが分るが、これ

50

は複製中の不整合を示す欠陥である。更に、このサウンド・トラックは、幅が減少しており、元のネガティブ上に恐らく付けられたであろう横方向の傷を示している。従って、この有利なリアルタイムのサウンド・トラック画像は、音響的に決定される位置決めに依存するのではなく、カメラおよび光学系の高速な視覚的位置合わせを可能にする。図9Aのシーケンス図に、この走査位置合わせシーケンスを示す。サウンド・トラック画像は、前の不整合から生じた欠陥をほぼ除去することを容易にする。カメラ画像の最適化、フレーミング、集束、露光などに続いて、記録モードをツールバーから選択し、サウンド・トラックを走査し、例示的な8ビット・ワードとしてデジタル化し、メモリ300に記憶する。走査および記憶ステップを完了すると、処理モードをツールバーから選択することによりデジタル・サウンド・トラック画像を処理する。

10

【0032】

図6に示す処理制御パネルで、オペレータは、記憶済みサウンド・トラック画像に対して実施するフィルム特有の処理を選択および最適化することができ、それにより、最適化しようとして再生を繰り返す間にフィルム材料を損傷してしまう可能性を回避することができる。有利な処理アルゴリズムが、例えばコントローラ400中に存在するかまたはブロック410内に示すように存在するが、これらの処理アルゴリズムを、キーボード600を介してオンスクリーン・メニューから選択し、システム300中の記憶済みデジタル画像から選択的に取り出されたデータに適用する。ある種のサウンド・トラック欠陥を修復するのに利用されるアルゴリズムについて説明するが、図9Bの図に、この補正処理シーケンスを示す。処理および修復されたデジタル信号は、WAV、MOD、DAT、D 20 A-88など選択可能な例示的フォーマットのデジタル音声信号450として出力されるように変換される。

20

【0033】

サウンド・トラック全体をデジタル画像として記憶した後、発明の処理モードをオンスクリーン・ツールバーから選択する。図6に示す処理制御パネルにより、オペレータは、記憶済みサウンド・トラック画像に特有の処理を選択および最適化することができる。例えば、フィルム・ゲージが選択可能であり、それと共に、フィルム・タイプ、ポジティブかネガティブか、音声変調方法（例えば、片側可変面積、両側可変面積、デュアル両側可変面積、ステレオ可変面積、または可変濃度）が選択可能である。有利な処理アルゴリズムをオンスクリーン・メニューから選択し、これを記憶システム300から読み出される 30 記憶済みデジタル画像に適用して、コントローラ400のCPUまたはDSP(Digital Signal Processor)カードにより処理されるようにする。

30

【0034】

サウンド・トラックの欠陥は、前述の様々な原因から生じる可能性がある。しかし、より具体的には、ネガティブ中の汚れ、ごみ、横方向または斜めの傷、あるいは縦方向のシンチング(cinch:テープの滑り)により、プリントされたときに白点(white spot)が生じることがある。これらの欠陥は、“カチッ”などというクリック音や“パチパチ”などというクラックル音を発生する。このような白点は、トラックの濃い領域に影響を及ぼす傾向があり、静かな部分の間ではより目立つ。一方、音の大きい部分の間に発生する雑音は、プリントの透明領域から生じることが多い。低周波数の“ドン”とい 40 う音やポップ音はしばしば、処理問題の結果として形成されたポジティブ・サウンド・トラック中の比較的大きい穴または点(spot)から生じる。ヒス音は、粒子の粗いまたはやや曇ったトラック領域から生じる可能性がある。シビランスは、吐き出すようなS音を生み、特に好ましくない。通常、シビランスは、像が可変面積式記録の写真感光乳剤内に広がることから生じ、トラックに記録された音声信号の混変調歪みを引き起こす。

40

【0035】

走査された音声トラックは継続的な包絡線画像として表されるが、有利なことに、包絡線画像の各部分をメモリ300から読み出し、空間画像技法を使用した処理のためにRAM中に構成することができることが認識された。第1のアルゴリズムは、Matlab(米 50 国における登録商標)を使用して開発されたものであり、音声包絡線画像を値の行列とし

50

てロードして、空間画像処理の使用を可能にする。連続する小さい音声包絡線部分を集めて空間画像部分を形成することにより、第2のアルゴリズムで、周囲のピクセルと異なる異質ピクセルを識別し除去することが可能である。処理しない場合、このような異質ピクセルは、再生された音声信号中に一時的な雑音を生み出す可能性がある。この第2のアルゴリズムでは、3つの隣接ライン走査から得られる3つのピクセル値のグループで、例えば3×3ピクセルの小さいマスクまたはウィンドウを形成する。当該ピクセルまたは対象ピクセルをこのウィンドウの中心として、空間的に構成されたサウンド・トラック画像データに亘ってウィンドウを移動させるまたは進める。対象ピクセルの値が周囲ピクセルの値と異なる場合は、それを周囲ピクセルの値で置換する。従って、このアルゴリズムは、後述するデジタルしきい値処理が施された信号と共に使用するのに適しており、相容れないデータ値が隔離された場合、このデータ値は一般に、誤っており究極的に音声雑音を生成する結果に関連付けることができる。従って、このような相容れないデータ値を、ウィンドウ内の優勢な値で置換する。こうして、走査した音声トラックの各ピクセルをテストし置換して、処理済みサウンド・トラック画像をRAM中に形成する。エッジ領域ではパディング(padding)処理を行って、誤ったピクセル置換を防止する。

10

【0036】

サウンド・トラックを横切る傷は、大きいポップ音やクリック音など、一時的または衝動的な雑音効果を生む可能性がある。第2のアルゴリズムで述べた単純なピクセル置換規則は、相容れない値のピクセルが隣接している場合には効果が劣る。しかし、この形式の一時的雑音は、第3のアルゴリズムにより有利に除去される。第3のアルゴリズムは、記憶された例示的な8ビットのデジタル包絡線信号を空間的に構成したトラック画像部分に適用される。この第3のアルゴリズムは、別の空間画像処理技法を使用して、トラックの幅全体に亘って各画像部分の各ピクセルのメジアン値(median value: 中央値)を得る。次いで、これらのメジアン値を使用して、トラック領域に亘って走査済み画像データを置換する。このメジアン・フィルタは、例えば9×9ピクセルを含む例示的なマスクまたはウィンドウにより実現され、これを、音声包絡線データの空間表現に亘って1ピクセルずつ漸進的に進める。ウィンドウの中心は、補正されるピクセルを表す。ウィンドウの下部に位置するトラック画像のピクセル値を、振幅の順にソートまたはランク付けする。次いで、ランク順のセットの中間値で、当該の中心ピクセルの実際のトラック画像値を置換する。次いで、空間的に構成されたトラック画像の幅全体に亘り、次のピクセルについてこのプロセスを繰り返す。最終的に、走査済み音声トラックを表す全てのピクセルを評価し、必要なら置換して、処理済みサウンド・トラック画像をRAM中に形成する。

20

30

【0037】

他のサイズおよび形状のマスクまたはウィンドウを有利に採用して、メジアン値の形成を容易にすることもできる。例えば、サウンド・トラック幅全体に亘って連続する3つの画像走査から形成される3×6のマスクは、メジアン値の形成においてトラック幅に好都合なピクセル近傍を形成することになる。あるいは、例えば9×3のマスクを使用することにより、マスクまたはウィンドウは有利にも、より多くの連続する走査に亘って延びているがより小さいトラック幅を占めるピクセル近傍からメジアン値を形成するのを容易にすることもできる。加えて、対角線重み付け画像処理を提供するように、例示的マスクを構成することもできる。

40

【0038】

メジアン・フィルタ・ウィンドウがピクセル・グループからのデータを分析するが、そのいくらかは隣接するライン走査で生じたものであるので、ある程度のぼけ、またはデータ平滑化が生じる可能性がある。というのは、ランク順に並んだセットの中間値は、別の空間的および/または時間的走査位置で発生したデータ値を表す可能性があるからである。しかし、この平滑化の影響は二次元ハイ・パス・フィルタで補償することができ、それにより画像を鮮明にするかほぼ修復することができる。メジアン・フィルタ処理は計算集約的であり、従って時間が掛かるが、1つ進むごとにウィンドウ内の幾つかの値が変化し

50

ないことを認識することにより、最適化することができる。

【0039】

異常値を除去する音声包絡線画像データのメジアン濾波に続いて、コントラストと呼ばれる次の動作を実行する。コントラスト処理は、可変面積式記録方法が2つの状態しか使用しないことを有利に認識したものであり、第1の状態は音声包絡線を表し、第2の状態は包絡線がないことを表す。従って、サウンド・トラックは、ほぼ透明な幾つかの領域と、不透明なその他の領域を有する。有利なことに、図6の処理スクリーンで、ボタンAを選択して、コントラスト・スライダBを変動させたときに得られる画像を見ることにより、記憶済み画像の各部分をプレビューすることができる。コントラスト・スライダBにより、サウンド・トラックから走査された例示的な8ビット範囲の画像値について、別のソフトウェア・アルゴリズムのしきい値またはハードウェア実装のしきい値を公称中心範囲10進値127の周りで変動させることができる。このアルゴリズムは、ピクセルをそれらの明暗度値に従って分類し、値の範囲を二分する。従って、選択的に調整されたしきい値よりも低い値でデジタル化された画像の場合は、実際に走査されたデジタル値またはメジアン濾波された値を、新しい低いデジタル値で置換する。新しいデジタル値は例えば、10進数0を表し、黒即ち0フィルム透過率にほぼ等しい。同様に、デジタル化画像値が調整しきい値よりも大きい場合は、実際の値を、白即ち10進値255にほぼ等しい新しい高い値で置換する。このようにして、公称で透明および不透明なフィルム領域におけるグレー・スケール変動を除去し、トラックを介した可変の光透過を引き起こす欠陥を除去する。このデジタルしきい値処理または2進数化方法により、記憶済みデジタル音声包絡線画像を、1ビットで表される2つの状態に再量子化する。ただし、コントラスト・スライダBは、汚れ、傷、アーティファクトをオンスクリーン・プレビュー画像から無くすか除去するための視覚的にはっきり分る機能を提供するものの、その結果は、バランスがとれていなければならない、重大な、意図されない、且つ望ましくない任意の音声内容の変化に対しても、音響的に判定されなければならない。

10

20

【0040】

仮想スライダ・バーCは、記録済み画像データのうち10個の部分へのアクセスを提供し、これらはファイル継続時間、フレーム数、または実行時間に基づいて割り当てられる。この10個のサウンド・トラック部分により、コントラスト・スライダBで決定した種々のデジタルしきい値の効果を、音の大きい部分と静かな部分の両方を含むトラック領域に対して評価することができる。この有利なデジタルしきい値処理または2進数化の処理は、画像信号の信号対雑音比を改善し、包絡線画像のエッジの識別を助ける。図7に、デジタルしきい値処理が施されたサウンド・トラック画像の一部を示す。

30

【0041】

像拡散歪みは、可変面積式記録に影響を及ぼし、不快な音声シビランスをもたらす。像拡散歪みは、記録中に光の散乱から生じ、これにより、像またはフリンジが実際の像輪郭からはみ出す。拡散は露光に依存するので、この影響は、最初、より高い周波数またはより短い波長の音声内容においてはっきり分る。像拡散により音声変調包絡線のピークは丸くなり、変調包絡線の谷は鋭くなって見える。このため、サウンド画像包絡線は、非対称になり、音声内容の高調波歪みおよび混変調を引き起こす。

40

【0042】

この場合もやはり、空間画像処理技法を有利に使用して、像拡散歪みによるサウンド・トラック欠陥を大幅に低減するかほぼ除去する。様々な空間画像処理アルゴリズムを使用して、像拡散により引き起こされた包絡線の非対称性を無くすることができる。例示的なアルゴリズムの1つでは、ソーベル(Sobel)フィルタを使用して音声包絡線の輪郭を見つけ、次いでこれを更に処理して谷とピークを識別することができる。包絡線の傾斜および振幅に従って、重み付きの数のピクセルが包絡線画像に追加され、動作制御には、この補正追加の重みを制御するためのグラフィック・ユーザー・インタフェース(Graphic User Interface: GUI)が提供される。

【0043】

50

第4の有利な構成では、形態学的な侵食濾波 (*erosion filtering* : エロージョン・フィルタリング) を採用して、音声トラック包絡線の像拡散歪みの影響を大幅に低減するか除去する。通常、侵食濾波は、2進数形式またはしきい値処理された形式の、空間的に構成された包絡線画像の各ピクセルを、例えば1と0のどちらかの値を有する 3×3 アレイの構造化要素を使用して分析することにより実行される。構造化要素の中心が当該入力ピクセルをカバーする状態で、構造化要素を包絡線空間画像の各ピクセルの上に進めていく。構造化要素が 3×3 アレイの1である場合、当該ピクセルの出力値は、アレイの下で当該ピクセルを囲む包絡線ピクセル近傍と、アレイ中の値との対応関係により決定される。全ての近傍ピクセルおよび当該ピクセルが例示的な 3×3 アレイの1と合致する場合、当該ピクセルの出力値は変更されない。しかし、 3×3 アレイの何れかの部分が、しきい値処理された例示的な包絡線画像中のエッジをまたぐと直に、当該ピクセルは1から0に変更される。従って、例示的な 3×3 構造化要素を使用する場合、近傍ピクセルのうちの先頭近傍ピクセルにより、白と黒の間の包絡線エッジが検出され、それにより、隣接する中心ピクセル即ち当該ピクセルがその先頭近傍ピクセルと同じ値をとり、従って、白から黒への遷移は、白即ち2進数の1の領域に移動、縮小、または侵食する。

【0044】

例示的な 3×3 構造化要素を使用する場合、音声包絡線のエッジは1ピクセルずつ侵食される。像拡散の量が1ピクセルの幅を超えることもあるが、侵食フィルタの第2のパスが、第2のピクセルを除去することになる。ただし、これは処理時間を犠牲とする。別の有利な構成では、図6の領域Dに示すように、様々な量の像拡散補正を選択することができ、所望の程度の補正を単一の処理ステップで実行する。使用する構造化要素が大きいほど、達成できる侵食の量は多く、例えば 5×5 アレイを使用すると、中度の歪みの選択可能補正に対応する、2ピクセルの侵食が達成される。同様に、 7×7 構造化要素を使用して処理すると、3ピクセルを侵食し、これは重度の歪みの補正を表す。

【0045】

形態学的な侵食濾波は、例えば *Matlab* (米国における登録商標) を使用して開発されたソフトウェア・アルゴリズムで実現することもでき、あるいは、フィルタ機能は配線論理 (*hard wired logic*) で実現してもよい。どのように実現しても、音声トラック包絡線を空間領域で表現することにより、侵食濾波技法を有利に使用して、像拡散歪みを緩和し、混変調を大幅に除去し、音声トラック忠実性を復元することができる。

【0046】

図8のAは、図7に示したしきい値処理済みトラック画像の例示的な楕円領域8を図で表したものであり、ピクセルまたはデジタル・サンプル値を表す白い正方形と、図7の黒い領域からのピクセルまたはデジタル・サンプル値を表す灰色の正方形との両方を示す。図8のAは、以下のように形成される例示的な 3×3 構造化要素 *SE* (*Structuring Element*) の表現を含んでいる。

【0047】

【数1】

| | | | |
|---|---|------|---|
| | 0 | 1(A) | 0 |
| ← | 0 | 1(X) | 0 |
| | 0 | 1(B) | 0 |

1の値即ちアクティブ・セルA、X、Bが中央列にあり、当該ピクセルに(X)の符号が付いている。構造化要素は、矢印で示すように1ピクセルずつトラック画像の空間表現に亘って進む。この構造化要素にはアクティブ・セルが3つしかないので、中心ピクセルXの処理済み値は、図示のように、横方向に隣接するピクセル近傍により決定され、この場合、中心の値Xは以下の侵食アルゴリズムにより決定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

【 数 2 】

$$\begin{aligned} & \text{if } (X \bullet A \bullet \overline{B}) + (X \bullet \overline{A} \bullet B) \\ & \text{then } _X' = \overline{X} \\ & \text{else } _X' = X \end{aligned}$$

• = AND (アンド),

+ = OR (オア),

¬ = NOT (ノット),

 X' = 得られた画像中の同位置のピクセル

この例示的な構造化要素を使用する場合、当該ピクセルの出力値は、構造化要素の下にある当該ピクセルに隣接するトラック画像ピクセル近傍の対応関係により決定される。隣接する近傍ピクセルおよび当該ピクセルが構造化要素と合致する場合、当該ピクセルの出力値 X は変更されない。しかし、セル A と B のどちらかの下のトラック画像値が合致しない場合、当該ピクセルの出力値 X は、相補的な値、例えば 0 に変更される。

【 0 0 4 9 】

図 8 の A の拡大された処理済みトラック画像には、侵食濾波を実行するように配置された有利な構造化要素 S E を示し、図 8 の B には、得られる侵食画像を示す。図 8 の B では、侵食されたピクセルを破線輪郭の白いブロックとして示し、現在の当該ピクセルを * 記号で表してある。侵食されたピクセルがより見やすいように、図 8 の A でピクセル値を表していた実線の白い正方形は、図 8 の B では省略してある。

【 0 0 5 0 】

空間画像処理技法を有利に使用した後、別の有利なアルゴリズムを使って、処理済みの包絡線画像をサウンド信号に再変換する。この変換アルゴリズムは、各ライン走査ごとに、音声包絡線を表す黒いピクセル（ネガティブ・トラックの場合）または白いピクセル（プリントの場合）の数を合計する。次いで、瞬時振幅を表すこのアクティブ・ピクセル数を、センサ・ピクセル総数を表す最大振幅値、例えば 2 0 4 8 から引く。得られる差が、瞬時音声振幅を表す。逆の処理も可能なことは明らかであり、その場合、公称でより少数の、包絡線を表さない末端ピクセルを計数してセンサ・ピクセル総数から引く。この結果が瞬時音声振幅を表す。次いで、この音声振幅値を、適切な音声信号フォーマット範囲にスケール化する。例えば、1 6 ビット W A V ファイル・フォーマットを使用する場合、修復された音声値を - 3 2 7 6 7 ~ + 3 2 7 6 8 の範囲に合うようにスケール化する。ここで 0 は D C を表す。このオーディオ変換アルゴリズムは、M a t l a b（米国における登録商標）画像処理ツールボックスを使用して開発されたものである。また、このアルゴリズムは、ファイル・フォーマットに適したヘッダを作成し、変換後の W A V データを受け取るためのストリーミング・バッファを提供するルーチンも含んでいる。W A V フォーマット化ファイルの他にも、A I F F、M O D、D A T、D A - 8 8、D A - 9 8 H R を含めた様々な音声ファイル・フォーマットが利用可能である。

【 0 0 5 1 】

別の発明の態様では、音声トランスデューサ（変換器）に対するサウンド・トラックの位置を変動させるフィルムの横揺れが、有利に補正される。フィルムの横揺れの影響は、様々なタイプの音声信号変調として現れる可能性がある。しばしば、変調がフィルムの横揺れのレートを表すような振幅変調が生じる。重度のケースでは、生成された音声信号はロー・パス濾波効果を被る可能性があり、カットオフ周波数がフィルムの横揺れにより変調される。この発明の構成によれば、フィルムの横揺れがある結果、瞬時音声包絡線画像もまたセンサ上で横揺れまたは蛇行するが、この位置的な画像変動は、包絡線画像が無いこ

10

20

30

40

50

とを表すピクセルの変動になるだけである。例えば、ネガティブ・トラックでは、これらのピクセルはトラックの透明または高透過率の部分を表し、アレイの末端領域に位置することになる。

【 0 0 5 2 】

最初のカメラ位置合わせの間に、トラック画像を複数のフィルム位置で観察し、横揺れが明らかな場合は、画像センタリングを調整して、逸脱したサウンド・トラック経路の公称中心を表示画像の中央に配置することができる。次いで、トラック逸脱の最大遷移位置で発生する音声包絡線ピークがCCDライン・アレイの幅を超えないように、画像サイズを調整する。逸脱した包絡線画像をこのようにセンタリングした後は、アレイの各末端にあるピクセルの数が、センタリングされたトラックとほぼ同様になっている。従って、フィルムが横揺れするとき、末端の（包絡線でない）ピクセルの数または分散だけしか変動しないことが理解できる。しかし、包絡線画像は移動してもセンサ・アレイ上に留まっているので、包絡線振幅を表す包絡線ピクセル計数は、ほぼ一定のままである。このように、包絡線画像を音声値に変換するアルゴリズムは、フィルムの横揺れの影響を有利に除去および補正する。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 3 】

【図 1】可変面積式記録方法を使用した音声サウンド・トラックの図である。

【図 2】混変調歪みと記録濃度の関係を示す図である。

【図 3】光学式録音アナログ音声サウンド・トラックを処理するための発明の構成のブロック図である。

20

【図 4】図 3 の発明の構成の 16 mm フィルム・ゲージ実装形態を示す図である。

【図 5】幾つかの欠陥を被った可変面積式音声サウンド・トラックの、走査済みグレー・スケール・アナログ画像を示す図である。

【図 6】図 3 の発明の構成により使用される制御パネルを示す図である。

【図 7】別の発明の構成による、音声サウンド・トラックの処理済み走査画像を示す図である。

【図 8】図 8 の A は、図 7 に示したトラック画像の例示的な楕円領域を示す図であり、図 8 の B は、別の発明の構成による侵食フィルタ処理の結果を示す図である。

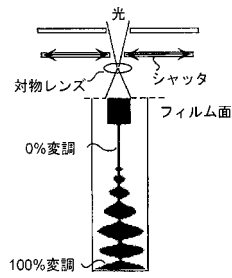
【図 9 A】様々な発明の構成に関連するシーケンスを表す図である。

30

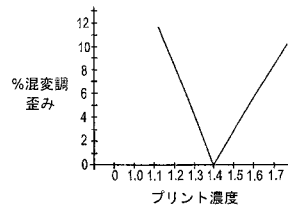
【図 9 B】様々な発明の構成に関連するシーケンスを表す図である。

【図 10】再生されたサウンド・トラック包絡線を表す図であり、図 10 の A はアジマス誤差がある図、図 10 の B は調整後の図である。

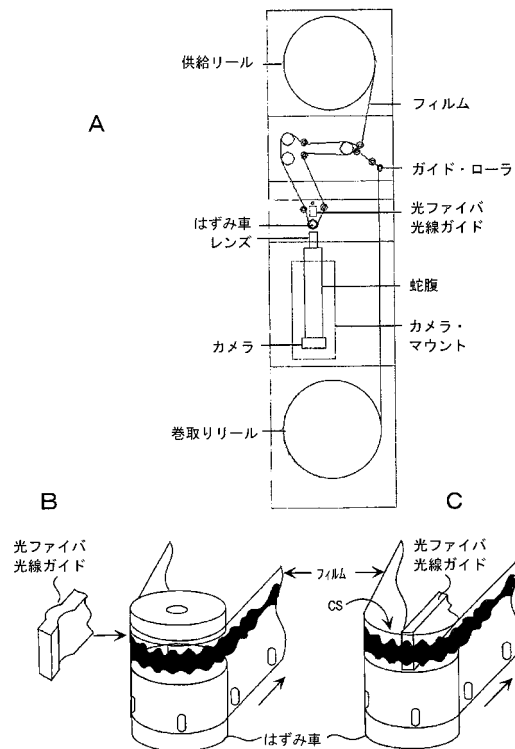
【図 1】



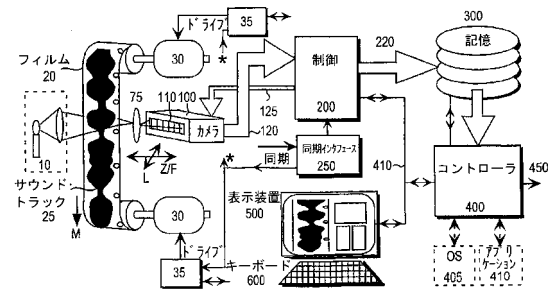
【図 2】



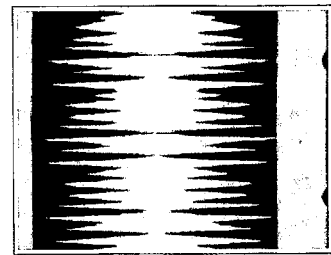
【図 4】



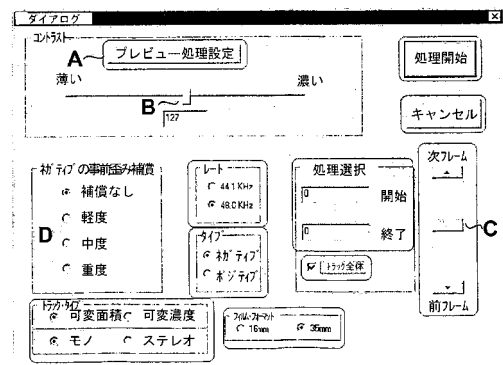
【図 3】



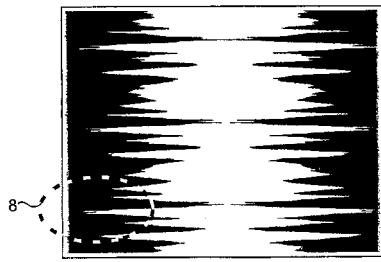
【図 5】



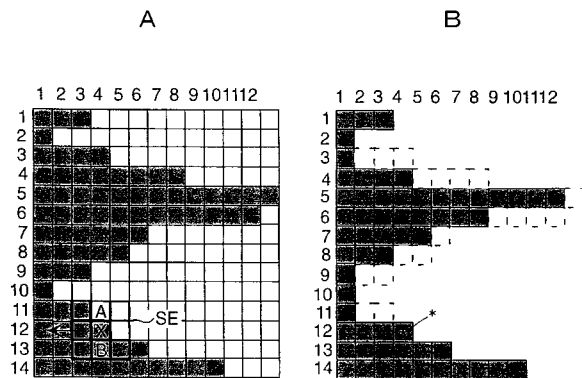
【図 6】



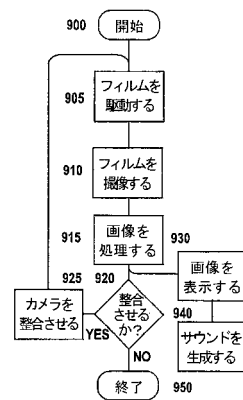
【図 7】



【図 8】



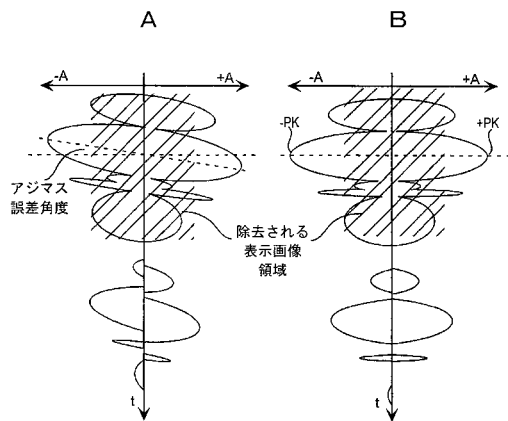
【図 9 A】



【図 9 B】



【図 10】



【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
27 March 2003 (27.03.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/025911 A1(51) International Patent Classification: **G11B 7/003**

(21) International Application Number: PCT/US02/27595

(22) International Filing Date: 30 August 2002 (30.08.2002)

(25) Filing Language: English

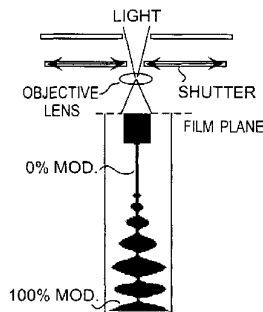
(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
60/322,700 17 September 2001 (17.09.2001) US(71) Applicant (for all designated States except US): **VID-
FILM SERVICES INC.** [US/US]; 1631 Gardena Avenue,
Glendale, CA 91204 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **VALENZUELA,
Jamie, Arturo** [US/US]; 115 North Electric Avenue,
Apartment B, Alhambra, CA 91801 (US); **WILLIAMS,
Vincent, Richard** [US/US]; 7822 Kelly Circle, La Palma,
CA 90623 (US).(74) Agents: **TRIPOLI, Joseph, S. et al.**; Thomson Multime-
dia Licensing Inc., P.O. Box 5312, Princeton, NJ 08540
(US).(81) Designated States (national): AE, AG, AI, 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, HR, HU, 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, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,
SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (regional): ARIPPO patent (GI, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK,
TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).**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
amendmentsFor two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: CORRECTION OF OPTICAL FILM SOUNDTRACK DEFICIENCIES



(57) Abstract: An apparatus and method for analog optical sound track playback comprises a means for transporting a film including an analog optical sound track and audio representative envelope. A scanning means forms a display image signal representative of the analog optical sound track with the audio representative envelope. An alignment means aligns the scanning means such that only half of the analog optical sound track with the audio representative envelope form the display image signal and substantially fill a width of the scanning means. A processor processes the image signal representing only half of the analog optical sound track and the audio representative envelope and forms therefrom an audio output signal.

WO 03/025911 A1

WO 03/025911

PCT/US02/27595

I

Correction of Optical Film Soundtrack Deficiencies

This invention relates to the reproduction of optically recorded analog sound tracks and in particular to the restoration of recorded signal quality.

5 Background:

Optical recording is most common format employed for analog motion picture sound tracks. This analog format uses a variable area method where illumination from a calibrated light source is passed through a shutter modulated with the audio signal. The shutter opens in proportion to the intensity or level of the audio signal and results in the illumination beam from the light source being modulated in width. This varying width illumination is directed to expose a monochromatic photographic film which when processed, for example, results in a black audio waveform envelope surrounded at the waveform extremities by a substantially clear or colored film base material. In this way the instantaneous audio signal amplitude is represented by the width of the exposed and developed film track. FIGURE 1 depicts in greatly simplified form an arrangement for recording a variable width analog audio sound track.

A second method can be employed for analog motion picture soundtracks where the audio signal causes the total width of the photographic audio track to be variably exposed. In this method, termed variable density, the exposure of the complete track width is varied in accordance with the intensity of the audio signal to produce a track which varies transmission, for example, between substantially clear or colored base film material and low transmission or high density areas of exposed and developed photographic material. Thus the instantaneous audio signal amplitude is represented by a variation in the transmission of illumination through the exposed and developed film track width.

Hence with either variable density or variable area recording methods the audio modulation (sound) can be recovered by suitably gathering, for example by means of a photo detector, illumination transmitted through the sound track area.

30 These analog film sound recording techniques can be subject to imperfections, physical damage and contamination during recording, printing and subsequent handling. Since these recording techniques use photographic film, the amount of light used in recording (Density) and the exposure time (Exposure) are critical parameters. The correct density for recording can be determined by a

WO 03/025911

2

PCT/US02/27595

series of tests to determine the highest possible contrast whilst maintaining a minimized image spread distortion.

Image spread distortion results when a spurious fringing image is produced beyond the outline of the wanted image. Typically image spread distortion results from diffusion of light within the film base, between the halide grains and the surrounding gelatin. This scattering of light causes an image to be formed just beyond the exposed area. Optimal negative and positive density and exposure can yield a clean sharp well defined image. However, with variable area recorded negatives, image spreading causes the peaks of the audio modulation envelope appear to be rounded while the valleys of the envelope appear to be sharpened and decreased in width. This image distortion causes a non-symmetrical envelope distortion which translates into both odd harmonic distortion and cross modulation distortion in the recovered audio. As the recording density is increased the image spreading increases and consequently becomes evident as sibilance, initially in the higher frequency content, because of the shorter recorded wavelengths. Increasing the recording density further, causes the distortion to become noticeable at progressively lower frequencies in the recorded spectrum.

Sound recording film is generally only sensitive blue illumination and employs a gray anti-halation dye to substantially reduce or eliminate halation effects. Halation can result from reflections from the back of the film base causing a secondary, unwanted exposure of the emulsion. Typically a fine grain and high contrast emulsion is used with a control gamma between 3.0 and 3.2.

The frequency response of these recording methods is determined by various parameters, for example, the speed at which the shutters open and close, the exposure of the film, and the modulation transfer function MTF of the film which is directly related to light diffusion. The higher the exposure time the lower the frequency bandwidth of the recording.

With these optical recording methods the resulting audio signal to noise ratio can be optimized by use of a high contrast image. For example, the darker audio envelope waveshape and the clearer the surroundings, the cleaner or quieter will be the sound. However, there is a limitation to the possible density at which the film can be exposed at without introducing audio distortion due to image spreading in the film emulsion.

Optimum density presents a compromise between signal to noise ratio and

WO 03/025911

3

PCT/US02/27595

image spread distortion. An optimum density can be determined by test exposures to find an acceptably low value for cross modulation distortion resulting from image spreading. Frequently older or archival audio tracks are improperly recorded and can exhibit severe distortion. However, often some image spread distortion is tolerated in order to obtain an improved audio signal to noise ratio. Figure 2 shows a somewhat complementary variation of cross modulation distortion with density when printing from negative to positive film sound stock.

In addition to density and image spread distortion other imperfections can result, for example the density of the exposed or unexposed areas can vary randomly or in sections across or along the sound track area. During audio track playback such density variations can directly translate into spurious noise components interspersed with the wanted audio signal.

A further source of audio track degradation relates to mechanical imperfections variously imparted to the film and or its reproduction. One such deficiency causes the film, or tracks thereon, to weave or move laterally with respect to a fixed transducer. Film weave can result in various forms of imperfection such as amplitude and phase modulation of the reproduced audio signal.

Analog optical recording methods are inherently susceptible to physical damage and contamination during handling. For example, dirt or dust can introduce transient, random noise events. Similarly scratches in either the exposed or unexposed areas can alter the optical transmission properties of the sound track and cause severe transient noise spikes. Furthermore other physical or mechanical consequences, such as the film perforation, improper film path lacing or related film damage can introduce unwanted cyclical repetitive effects into the soundtrack. These cyclical variations can introduce spurious illumination and give rise to a low frequency buzz, for example having an approximately 96 Hz rectangular pulse waveform, rich in harmonics and interspersed with the wanted audio signal. Similarly picture area light leakage into the sound track area can also cause image related audio degradation.

A German application DE 197 29 201 A1 discloses a telecine which scans optically recorded sound tracks. The disclosed apparatus scans the sound information signal and applies two dimensional filtering to the output values. A further German application DE 197 33 528 A1 describes a system for stereo sound

WO 03/025911

4

PCT/US02/27595

signals. An evaluation circuit is utilized to provide only the left or the right sound signal or the sum signal of both as a monophonic output signal.

Clearly an arrangement is needed that allows optically recorded analog audio sound tracks to reproduced and processed to not only substantially eliminate the noted deficiencies but to enhance the quality of the reproduced audio signal.

Summary Of The Invention

An apparatus and method for analog optical sound track playback comprises a means for transporting a film including an analog optical sound track and audio representative envelope. A scanning means forms a display image signal representative of the analog optical sound track with the audio representative envelope. An alignment means aligns the scanning means such that only half of the analog optical sound track with the audio representative envelope form the display image signal and substantially fill a width of the scanning means. A processor processes the image signal representing only half of the analog optical sound track and the audio representative envelope and forms therefrom an audio output signal.

In a further inventive method perforation interference is eliminated interference from an analog optical film sound track playback. The method comprises transporting the film including a sound track with an audio representative envelope and the perforation interference. A digital image of the sound track with the audio representative envelope and the perforation interference is formed and aligned such that the perforation interference is absent from digital image and peaks of the audio representative envelope remain within the digital image.

Brief Description Of The Drawings

FIGURE 1 is a diagrammatic representation of an audio soundtrack using a variable area recording method.

FIGURE 2 shows relationships between cross-modulation distortion and recording density.

FIGURE 3 is a block diagram of an inventive arrangement for processing optically recorded analog audio sound tracks.

FIGURES 4A and 4B show a 16 mm film gauge implementation of the inventive arrangement of FIGURE 3.

FIGURE 5 shows a scanned gray scale analog image of a variable area audio soundtrack subject to certain deficiencies.

WO 03/025911

5

PCT/US02/27595

FIGURE 6 illustrates a control panel used in accordance with the inventive arrangement of FIGURE 3.

FIGURE 7 shows a processed scanned image of an audio soundtrack in accordance with a further inventive arrangement.

5 FIGURE 8A illustrates diagrammatic representations of an exemplary elliptical area of the track image shown in FIGURE 7.

FIGURE 8B illustrates the result of a erosion filter processing in accordance with a further inventive arrangement.

10 FIGURES 9A and 9B are charts representing sequences associated with various inventive arrangements.

FIGURES 10A and 10B are diagrams representing a sound track envelope reproduced with an azimuth error in FIGURE 10A and corrected in FIGURE 10A.

Detailed Description

15 The block diagram of FIGURE 3 shows an inventive arrangement for reproducing and processing an optically recorded analog audio sound track. Typically a light source 10 is projected onto film 20 which includes an audio sound track 25, depicted in FIGURE 3 with an exaggerated width dimension. The audio signal may be represented as suggested in track 25 by means of a variable area recording method, however the audio signal may also be represented by
20 corresponding variations in density substantially across the width of the sound track area. In a conventional film sound reproducer light from source 10 is transmitted with varying intensity through film 20 and track 25 in accordance with the method employed for exposing the sound track. However, the resulting varying intensity transmitted light is gathered by a photo sensor such as a photo cell or solid state
25 photo detector. The photo sensor usually generates a current or voltage in accordance with the intensity of the transmitted light. An analog audio output signal results from the photo sensor and this is generally amplified and often processed to alter the frequency content to improve or mitigate deficiencies in the acoustic properties of the recorded track. However, such frequency response
30 manipulation, is generally incapable of remedying the deficiencies without adversely effecting the wanted audio content.

In the inventive arrangement shown in FIGURE 3, light from source 10 is guided by a fiber optic means (not illustrated) to from a projected beam of light for illuminating sound track 25. The light is modulated in intensity by the sound track

WO 03/025911

6

PCT/US02/27595

and is collected by optical group 75. Optical group 75 includes a lens assembly, extension tube and bellows which are arranged to form an image of the complete sound track width across the width of a CCD line array sensor 110 which forms part of camera 100. Camera 100, for example a Basler type L160, is controlled by frame grabber 200, for example, Matrox Meteor II LVDS digital board which synchronizes the image capture and outputting of an 8 bit digital signal representing the line scanned image of sound track 25 as the film moves continuously through the projected beam of light. The CCD line array sensor 110 has 2048 pixels and provides a parallel digital output signal 120, quantized to 8 bits and capable of operating with a bit rate in the order of 60 MHz.

The digital image signal 120 represents successive measurements across the width of the sound track which are captured as an 8 bit gray scale signal representing the instantaneous widths of exposed and unexposed areas of the sound track. This continuous succession of track width images or measurements are stored by an exemplary RAID system 300 as a continuous digital image of the optical track.

An operating system can be resident in controller 400 or as depicted by block 405 which provides the user with a visual menu and control panel presentation on display 500. Controller 400 can be a personal computer or can be implemented as a custom processor integrated circuit. However, the computer controller must support the high transfer rates associated with the camera data and requires at least 512 MB of RAM together with an Ultra SCSI 160 interface that can sustain the high transfer rates. In addition a dual processor computer can allow parallel processing which can increase both processing speed and performance.

Camera 100 has a line array CCD sensor with 2048 pixels and provides an 8 bit parallel digital output signal, 120, in accordance with LVDS or RS 622 output signal formats. The use of a 2048 pixel line array sensor provides sufficient resolution to capture the soundtrack envelope image without significant frequency response distortion. In addition the camera can be controlled by a frame grabber 200, which in addition provides synchronization to NTSC or HD television sync pulses via sync interface 250, and also permits an output data rate sufficient to capture sound track images at normal operating speeds of nominally 24 fps.

Thus under control of frame grabber 200 and responsive to user control from display and keyboard 600 the digital image is transmitted via a frame capture card 200 for storage on a hard disk memory array 300. For example the scanning rates

WO 03/025911

7

PCT/US02/27595

employed in this advantageous arrangement result in an exemplary file size in the order of 4 giga bytes per minute and this bitstream is supplied for storage by a striped raid system 300 which facilitates storage of the large sound track image video file while providing rapid transfer rates.

5 The optical system, bellows extension tube and lens 75 are accurately positioned to image the standardized recorded track positions, however manual adjustments are provided to permit both focusing, exposure and image size adjustment or zoom control to allow the recorded film area to substantially fill the maximum sensor width with peak audio modulation. The camera mounting system
10 also facilitates both lateral and azimuth adjustments. Lateral adjustment L allows laterally mis-positioned tracks to be imaged, for example to eliminate sprocket or perforation generated buzz or picture related light spill. Furthermore in severe situations where lateral image adjustment fails to eliminate audible sprocket hole or perforation noise, or picture spill, the camera and lens can be adjusted to
15 substantially fill the sensor width with a part of the recorded envelope positioned to avoid the offending illuminating noise source.

The selection of lens and optical system requirements are determined largely by the 35 mm audio optical track width and the width of the imager array. A 35 mm optical track has a standardized width of 2.13 mm, and the approximate length
20 of the imager is about 20.48 mm based on a pixel size of 10 microns. Thus to enable the maximum width of a 35 mm sound track to fill the imager width requires an image magnification of about 10:1. Similarly for a 16 mm track having a width of 1.83 mm, in order to fill the sensor width requires the addition of a 56 mm extension tube or bellows.

25 In addition to the imaging considerations, the desired bandwidth of the processed audio signal must be considered. For example, if a reproduced audio bandwidth of 15 kHz is required, a sampling or image scanning rate of 30 kHz is needed. Thus with an exemplary sampling rate of 30 kHz, the camera will output 2048 bytes or 8 bit words for each image scan (audio track line scan) producing an
30 output data rate of $2048 \times 30 \times 10^3$ or 61.4 mega bytes per second. Hence one minute of sound track requires approximately 3.68 giga bytes of storage. Such storage capacity requirements can be provided by an exemplary striped raid system such as an Ultra Wide SCSI 160 drive.

FIGURE 4A illustrates an exemplary magnetic film transport manufactured by

WO 03/025911

8

PCT/US02/27595

Magna-tech Electronic Co. Inc. which forms the basis for the inventive scanning arrangement and provides a servo controlled film transport system with adequate room for mounting the line array CCD camera. A major requirement is that of good film guidance and the provision of a steady film path to prevent variation of film focus as it travels between the light source and camera. Through experimentation it was discovered that optimum film stability for scanning was achieved at a location where the film wraps around a flywheel. Although film image surface is curved at the flywheel the use of line array scanner looking orthogonally and without azimuth errors at the film obviates problems of depth of field and sound track inter-modulation, and phasing or flanging distortions.

An exemplary flywheel is depicted with a 16 mm gauge film in FIGURE 4B together with a cranked fiber optic light guide which facilitates orthogonal illumination of the film without obscuration by the cut away flywheel center. In an alternative arrangement, illustrated in FIGURE 4C, an exemplary flywheel provides support for a major part of the film width and obviates the requirement for the cranked light guide shown in FIGURE 4B. In this arrangement the 16 mm gauge film is supported by the flywheel over the majority of the film width with the exception of a nominally 3 millimeter edge region which contains the sound track or tracks. Similarly when operating with 35 mm gauge film an edge region of about 8 mm containing the sound modulation extends beyond the exemplary flywheel of FIGURE 4C. The wrapping action of the film around the flywheel forms a partially cylindrical structure (CS) which provides rigidity and significant stiffness and hence resistance to edge deviation or flutter effects. In this way the advantageous wrapped positioning of the sound track area relative to the flywheel ensures a stable film edge and defocusing of the image is largely precluded.

The inventive film sound processing system is activated by keyboard 600 or mouse selection of an icon (Digital AIR) which results in a Windows® like control screen arrangement presented on display screen 500. Various operating modes such as Preview, Record, Stop, Process and Export are presented as tool bar functions in a border area of the display. Initially the Preview mode can be selected from the tool bar functions which advantageously starts the sound track in motion and forms a sound track image on display screen 500. The gray scale image allows alignment of camera and optics to the recorded sound track. Optical group 75 is adjusted to ensure that peaks of the sound track image substantially fill the

WO 03/025911

9

PCT/US02/27595

imager 110 width and to provide good image signal to noise ratio by ensuring proper CCD exposure which can differ between negative and positive prints and is also dependent on the type of film stock.

Advantageously the real time image provides not only pictures of the sound track but also shows the presence of interference generating illumination emanating from the sprocket holes, or the picture area which can contaminate the sound track. This unwanted light ingress can be eliminated by using the on screen camera image to permit manipulation of optical group 75 to remove such unwanted audio contributions by carefully framing the soundtrack using picture zoom, pan and tilt. In addition the sound track image can be examined in detail by electronically magnifying selectable sections of the display envelope to permit camera azimuth alignment when reproducing a test film known as a buzz track. The magnified image is presented with an electronically cursor line which permits the evaluation of any time or phase difference between peaks in the modulation envelope. With optimized azimuth alignment modulation peaks appear concurrently with substantially equal magnitude but opposite polarity. An optimum azimuth adjustment will produce concurrently maximized envelope peaks. Misalignment of azimuth between the camera and the sound track can result in an image which captures temporally different audio information, such as can occur with a stereo audio track pair. FIGURE 10A is diagram representing a sound track envelope reproduced with an exemplary and exaggerated azimuth error. Shown on the same time axis of FIGURE 10A is a processed or electronically cored image showing the temporal displacement resulting from an azimuth error between the camera imager camera and the sound track. FIGURE 10B is the same envelope image as FIGURE 10A but reproduced without an azimuth error, and shown below on the same time axis is the electronically cored image which indicates that the envelope peaks have been scanned substantially concurrently and are of similar amplitudes.

An example of a Preview mode sound track image is shown in FIGURE 5. The gray scale picture in FIGURE 5 is of a duplicate negative sound track which includes various impairments. For example, on the right side of the sound track image unwanted illumination can be seen emanating from film perforations, a defect indicative of misalignment during duplication. In addition the sound track has a reduced width and shows lateral scratches probably incurred on the original

WO 03/025911

10

PCT/US02/27595

negative. Hence the advantageous real time sound track image permits rapid visual alignment of the camera and optics, rather than reliance on acoustically determined positioning. The scanning alignment sequence is depicted in the sequence chart of FIGURE 9A. The sound track image facilitates the substantial elimination of deficiencies resulting from prior misalignment. Following camera
5 image optimization, framing, focus, exposure, etc., the Record mode is selected from the tool bar and the sound track is scanned, digitized as exemplary 8 bit words and stored in memory 300. Upon completing the scanning and storage steps the digital sound track image is processed by selecting the Processing mode from
10 the tool bar.

The processing control panel shown in FIGURE 6 allows the operator to select and optimize film specific processing to be performed on the stored sound track image thereby obviating the potential for damaging the film material during repeated play back for optimization. Advantageous processing algorithms resident,
15 for example in controller 400 or as depicted within block 410 are selected from the on screen menu via keyboard 600 and applied to data selectively retrieved from the stored digital image in system 300. The algorithms employed to remedy certain sound track deficiencies will be explained, however, the corrective processing sequence is depicted in the chart of FIGURE 9B. The processed and renovated
20 digital signal is converted for outputting as digital audio signal 450 with selectable exemplary formats such as WAV, MOD, DAT, DA-88.

Having stored the complete soundtrack as a digital image the inventive Processing mode is selected from the on screen tool bar. The processing control panel shown in FIGURE 6 allows the operator to select and optimize processing
25 specific to the stored sound track image. For example film gauge is selectable, together with the film type, positive or negative and audio modulation method for example, unilateral variable area, bilateral variable area, dual bilateral variable area, stereo variable area or variable density. The advantageous processing algorithms are selected from the on screen menu and applied to the stored digital
30 image accessed from storage system 300 for processing by the CPU or a DSP card of controller 400.

Sound track deficiencies can result from the various causes described previously. However, more specifically, dirt, debris, transverse or diagonal scratches or longitudinal cinches in a negative can produce white spots when

WO 03/025911

11

PCT/US02/27595

printed. These flaws generate clicks and crackles. Such white spots tend to affect the dark areas of the track and are more noticeable during quiet passages whereas noise occurring during loud passages often originates in the clear areas of the print. Low frequency thuds or pops often result from relatively large holes or spots in a positive soundtrack formed as a consequence processing problems. Hiss can result from a grainy or slightly fogged track area. Sibilance yields spitting sounds and is particularly objectionable. Typically sibilance results from image spreading within the photographic emulsion of variable area recordings and gives rise to cross modulation distortion of audio signals recorded on the track.

Although the scanned audio track is represented as a continuous envelope image it was advantageously recognized that sections of the envelope image can be read from memory 300 and configured in RAM for processing using spatial image techniques. An first algorithm was developed using Matlab® to facilitate loading the audio envelope image as matrix of values to permit the use of spatial image processing. By gathering small consecutive pieces of the audio envelope to form spatial image sections it is possible with a second algorithm to identify and eliminate extraneous pixels that differ from surrounding pixels. Without processing, such extraneous pixels can produce transient noise in the reproduced audio signal. In this second algorithm a small mask or window comprising, for example, 3x3 pixels is formed with groups of three pixels values from three adjacent line scans. This window is moved or stepped across the spatially configured sound track image data with the pixel of interest, or subject pixel centered in the window. If the value of the subject pixel differs from the value of the surrounding pixels it is replaced with the value of the surrounding pixels. Thus this algorithm is suited to use with signals that have been subject digital threshold processing, which will be described, where isolated, contrary data values can in general be associated with erroneous and ultimately audio noise generating consequences. Hence such contrary data values are replaced by the predominate value within the window. Thus each pixel of the scanned audio track is tested and replaced to form a processed soundtrack image in RAM. In edge areas padding is applied to prevent erroneous pixel replacement.

Scratches across sound track can produce transient or impulsive noise effects such as loud pops or clicks. The simple rule of pixel replacement described in the second algorithm is less effective with contiguous contrary value pixels. However,

WO 03/025911

12

PCT/US02/27595

this form of transient noise is advantageously eliminated by a third algorithm which is applied to spatially configured track image sections of the stored exemplary 8 bit digital envelope signal. This third algorithm uses a further spatial image processing technique to derive median values for each pixel of each image section across the width of the track. These median values are then used to replace the scanned image data across the track area. The median filter is implemented by an exemplary mask or window comprising, for example 9x9 pixels, which is progressively stepped, pixel by pixel across a spatial representation of the audio envelope data. The center of the window represents the pixel to be corrected. The pixel values of the track image positioned under the window are sorted or ranked in amplitude order. The middle value of the rank ordered set is then substituted for the actual track image value of the center pixel of interest, this process is then repeated for the next pixel across the width of the spatially configured track image. Ultimately every pixel representing the scanned audio track is evaluated and if necessary replaced forming a processed soundtrack image in RAM.

Other mask or window sizes and shapes can be advantageously employed to favor formation of median values. For example a 3 x6 mask formed from three successive image scans across the sound track width will form a pixel neighborhood that favors the track width in the formation of the median value. Alternatively the mask or window can be advantageously favor formation of a median value from a pixel neighborhood extending over a greater number of successive scans but occupying less track width for example by use of a 9x3 mask. In addition exemplary masks can be constructed to provide diagonal weighted image processing.

Because the median filter window analyzes data from pixel groups, with some occurring in adjacent line scans, an amount of blurring or data smoothing can result because the middle value of the rank ordered set can be representative of a data value occurring at a different spatial and or temporal scanned location. However, this smoothing effect can be compensated with a two dimensional high pass filter which can sharpen or substantially restore the image. The median filter process is computationally intense and therefore time consuming but can be optimized by recognizing that certain values within the window will not change from step to step.

WO 03/025911

13

PCT/US02/27595

Following median filtering of the audio envelope image data which removes aberrant values a further operation is performed termed Contrast. The Contrast process advantageously recognizes that the variable area recording method employs only two states, one to represent the audio envelope, the second to represent the envelope's absence. Thus the sound track has some areas that are substantially clear and others that are opaque. Advantageously processing screen FIGURE 6 allows sections of the stored image to be previewed, by selecting button A, and viewing the resulting image as contrast slider B is varied. Contrast slider B allows a threshold value of a further software algorithm, or hardware implementation to be varied about a nominal center range decimal value of 127 for an exemplary 8 bit range of image values scanned from the sound track. The algorithm classifies the pixels according to their intensity value and splits the range of values in two. Thus for images digitized with values less than the selectably adjusted threshold the actual scanned digital value, or median filtered value, is replaced with a new low digital value, for example representing decimal 0, and substantially equal to black or zero film transmission. Similarly for digitized images values greater than the adjusted threshold value the actual value is replaced with a new high value substantially equal to white or decimal value 255. In this way grayscale variations in the nominally clear and opaque film areas are removed and defects causing variable light transmission through the track are eliminated. This digital thresholding or binarization method re-quantizes the stored digital audio envelope image into 2 states, represented by one bit. However, although contrast slider B offers the visually apparent ability to remove or eliminate dirt, scratches and artifacts from the on screen preview image, the result must be balanced, and acoustically judged against any consequential, unintentional and unwanted changes to the audio content.

Vertical slider bar C provides access to 10 sections of the recorded image data, assigned on the basis of file duration, number of frames or running time. These 10 sound track sections allow the effect of differing digital threshold values, determined by contrast slider B, to be evaluated on track areas containing both loud and quiet passages. The advantageous digital thresholding or binarization process improves the signal to noise ratio of the image signal and aids in the identification of the edges of envelope image. FIGURE 7 shows a section of a soundtrack image subject to digital threshold processing.

WO 03/025911

14

PCT/US02/27595

Image spread distortion effects variable area recordings and results in objectionable audio sibilance. Image spread distortion results during recording from scattering of light causing the growth of the image or fringe beyond the actual image outline. Since the spreading is exposure dependent the effect is initially
5 evident in higher frequency or shorter wavelength audio content. Image spreading causes peaks of the audio modulation envelope to become rounded while the valleys of modulation envelope appear to be sharpened. Thus the sound image envelope becomes non-symmetrical and causes harmonic distortion and cross modulation of the audio content.

10 Once again spatial image processing techniques are advantageous used to significantly reduce or substantially eliminate sound track impairment due to image spread distortion. Various spatial image processing algorithms can be used to remove the envelope asymmetry caused by image spreading. In a exemplary algorithm Sobel filters can be used to find the outline of the audio envelope which
15 is then further processed to identify valleys and peaks. In accordance with the slope and amplitude of the envelope, a weighted number of pixels are added to the envelope image and operational control can be provided a graphic user interface to control the weights of the corrective additions.

In a fourth advantageous arrangement morphological erosion filtering is
20 employed to significantly reduce or eliminate the effect of image spread distortion of the audio track envelope. Erosion filtering is performed by analyzing each pixel of the spatially configured envelope image, usually in binary or thresholded form, with a structuring element, for example a 3x3 array having values of either one or zero. The structuring element is stepped over each pixel of the envelope spatial
25 image with the center of the element covering the input pixel of interest. If the structuring element is an 3x3 array of ones then the output value of the pixel of interest is determined by the correspondence of the envelope pixel neighborhood surrounding the pixel of interest under the array, with the values in the array. If
30 all the neighborhood pixels and the pixel of interest match the exemplary 3x3 array of ones, then the output value of the pixel of interest is not changed. However, as soon as any part of the 3x3 array straddles an edge in the exemplary thresholded envelope image, the pixel of interest is changed from a one to a zero. Thus with the exemplary 3x3 structuring element an envelope edge between white and black is detected by a leading one of the neighborhood pixels causing the adjacent center

WO 03/025911

15

PCT/US02/27595

pixel, or pixel of interest, to assume the same value as the leading neighborhood pixel, thereby causing the white to black transition to move, shrink or erode into the white or binary one area.

With the exemplary 3x3 structuring element edges of the audio envelope are eroded by one pixel. The amount of image spreading can exceed the width of one pixel, however a second pass of the erosion filter will remove a second pixel but at the expense of processing time. In a further advantageous arrangement varying amounts of image spread correction can be selected, as indicated in area D of FIGURE 6, with the desired degree of correction performed in a single processing step. Greater amounts of erosion can be achieved by use of a larger structuring element, for example with a 5x5 array, erosion of two pixels is achieved corresponding to the selectable correction of a medium degree of distortion. Similarly processing with a 7x7 structuring element erodes three pixels and represents the correction of sever distortion.

Morphological erosion filtering can be performed with a software algorithm, for example developed using Matlab®, or alternatively the filter function may be implemented with hard wired logic. However implemented, the representation of the audio track envelope in the spatial domain permits the advantageous use of erosion filtering techniques to mitigate image spread distortion, largely eliminate cross modulation and restore the audio track fidelity.

FIGURE 8A is a diagrammatic representations of exemplary elliptical area 8 of the threshold processed track image depicted in FIGURE 7 and shows both white squares representing pixels or digital sample values and gray squares representing pixels or digital sample values from the black areas of FIGURE 7. FIGURE 8A includes a representation of exemplary 3x3 structuring element SE which is formed as follows,

| | | | |
|---|---|------|---|
| | 0 | 1(A) | 0 |
| ← | 0 | 1(X) | 0 |
| | 0 | 1(B) | 0 |

having one values or active cells, A, X and B in the center column, with the pixel of interest marked with an (X) . The structuring element is stepped across the spatial representation of the track image, pixel by pixel as indicated by the arrow. Because this structuring element has only three active cells, the processed value of

WO 03/025911

16

PCT/US02/27595

center pixel X is determined by the laterally adjacent pixel neighborhood as shown, where the center value X is determined by the following erosion algorithm,

$$\begin{aligned} & \text{If } (X \bullet A \bullet \overline{B}) + (X \bullet \overline{A} \bullet B) \\ & \text{then } _X' = \overline{X} \\ & \text{else } _X' = X \end{aligned}$$

• = AND,

5 + = OR,

— = NOT,

$\overline{X'}$ = pixel in resulting image at the same position.

With this exemplary structuring element the output value of the pixel of interest is determined by the correspondence of the track image pixel neighborhood adjacent to the pixel of interest under the structuring element. If the adjacent neighborhood pixels and the pixel of interest match the structuring element, then the output value of the pixel of interest $\overline{X'}$ is not changed. However if either track image values under cells A or B fail to match then the pixel of interest $\overline{X'}$ is changed to the complementary value, for example zero.

The enlarged processed track image of FIGURE 8A shows the advantageous structuring element SE positioned to perform erosion filtering with FIGURE 8B showing the resulting eroded image where eroded pixels are shown as white blocks with broken outlines with the current pixel of interest depicted with by a * symbol. The solid white squares that represented pixel values in FIGURE 8A are omitted from FIGURE 8B to allow the eroded pixels greater visibility.

Following the advantageous use of spatial image processing techniques the processed envelope image is converted back to sound signal by a further advantageous algorithm. The conversion algorithm sums the number of black pixels, for a negative track, or white pixels for a print, that represent the audio envelope for each line scan. This number of active pixels, representing the instantaneous amplitude which is then subtracted from the maximum amplitude value, for example 2048, which represents the total sensor pixel count. The resulting difference represents the instantaneous audio amplitude. Clearly the converse process is also possible where a nominally smaller number of non-envelope representative end pixels are counted and subtracted from the total sensor pixel

WO 03/025911

17

PCT/US02/27595

count with the result representing the instantaneous audio amplitude. This audio amplitude value is then scaled to an appropriate audio signal format range. For example, using a 16 bit WAV file format the renovated audio values are scaled to fit a range of -32767 to +32768, where 0 represents DC. This audio conversion
5 algorithm was developed using a Matlab® image processing toolbox. The Algorithm also includes a routine that prepares header appropriate for the file format and provides a streaming buffer to receive the WAV data following conversion. In addition to WAV formatted files a variety of other audio file formats are available including AIFF, MOD, DAT, DA-88 and DA-98HR.

10 In a further inventive aspect film weave which causes the sound track to vary in position relative to the audio transducer is advantageously corrected. The effects of film weave can appear as various types of modulation of the audio signal. Often an amplitude modulation results where the modulation is representative of the rate of film weave. In severe cases the reproduced audio signal can be subject
15 to a low pass filtering effect where the cut off frequency is modulated by the film weave. In accordance with the inventive arrangement the presence of film weave results in the instantaneous audio envelope image also weaving or meandering on the sensor, however, this positional image variation only results in a variation of the pixels representing an envelope image absence. For example, in a negative
20 track these pixels would represent a clear or high transmission part of the track and are positioned at the end regions of the array.

During the initial camera alignment the track image is observed at several film locations and if film weave is apparent the image centering can be adjusted to position the nominal center of wandering sound track path in the middle of the
25 display image. The image size is then adjusted such that audio envelop peaks occurring at the maximum excursions of the track wander do not exceed the width of the CCD line array. Thus having centered the wandering envelope image the numbers of pixels at each end of the array are substantially similar for the centered track. Hence it can be appreciated that as the film weaves only the numbers, or
30 distribution of the end (non envelope) pixels vary. However, the envelope pixel count, which represents the envelope amplitude, remains substantially constant because the envelope image moved, but remained on the sensor array. Thus the algorithm for converting the envelope image into an audio value advantageously eliminates and corrects the effects of film weave.

WO 03/025911

18

PCT/US02/27595

What is claimed is

- 1) An apparatus for analog optical sound track playback, comprising :
 - means for transporting a film including an analog optical sound track and audio representative envelope;
 - scanning means for forming a display image signal representative of said analog optical sound track with an audio representative envelope;
 - means for aligning said scanning means such that only half of said analog optical sound track with said audio representative envelope forming said display image signal substantially fills a width of said scanning means, and;
 - means for processing said image signal representing only half of said analog optical sound track and said audio representative envelope and forming therefrom an audio output signal.
- 2) A method for eliminating interference from an analog optical film soundtrack playback, comprising the steps of:
 - a) transporting said film including a sound track with an audio representative envelope and said interference adjacent an edge of said sound track;
 - b) forming a digital image of said sound track with said audio representative envelope and said interference;
 - c) aligning said digital image of said sound track with an audio representative envelope and said interference such that only a half of said analog optical sound track with said audio representative envelope, located furthest from said interference, forms said digital image and peaks of said half of said audio representative envelope remain within said digital image; and,
 - d) processing said digital image representing said half of said audio representative envelope to form an audio output signal.

WO 03/025911

19

PCT/US02/27595

- 1 3) A method for eliminating perforation interference from an analog optical
2 film soundtrack playback, comprising the steps of:
3 a) transporting said film including a sound track with an audio
4 representative envelope and said perforation interference;
5 b) forming a digital image of said sound track with said audio
6 representative envelope and said perforation interference;
7 c) aligning said digital image of said sound track with an audio
8 representative envelope and said perforation interference such that said
9 perforation interference is absent from digital image and peaks of said audio
10 representative envelope remain within said digital image.

- 1 4. An apparatus for playback of an analog optical sound track subject to
2 cyclical noise interference, comprising :
3 means for transporting a film including an analog optical sound track;
4 scanning means for forming a display image signal representative of said
5 analog optical sound track; and,
6 means for aligning said scanning means such that a source of said cyclical
7 noise interference is removed from said display image signal.

- 1 5. The apparatus of claim 4 comprising means for processing said display image
2 signal to form an acoustic signal.

- 1 6. The apparatus of claim 4 wherein said means for aligning said scanning
2 means enables adjustment to substantially eliminate said cyclical noise
3 interference from said acoustic signal.

- 1 7. The apparatus of claim 4 wherein said source of said cyclical noise
2 interference are perforations in said film.

WO 03/025911

PCT/US02/27595

1/5

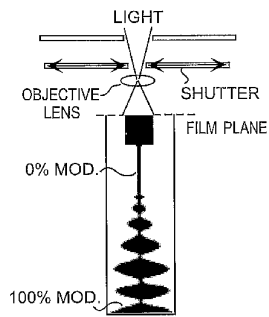


FIG. 1

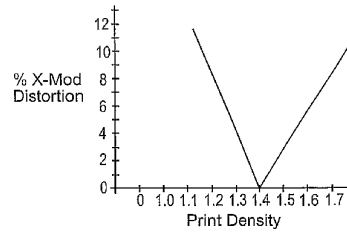


FIG. 2

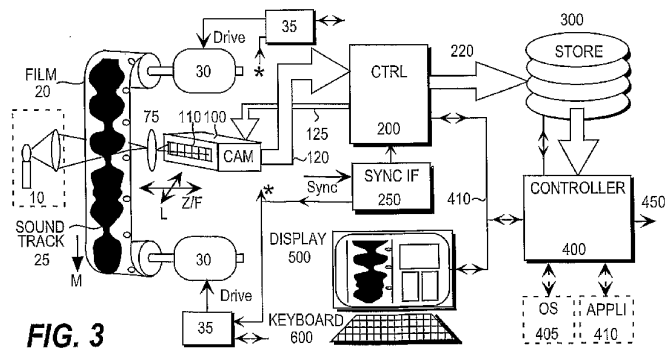
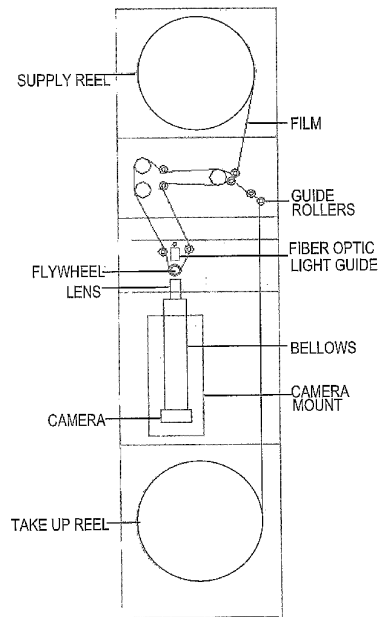
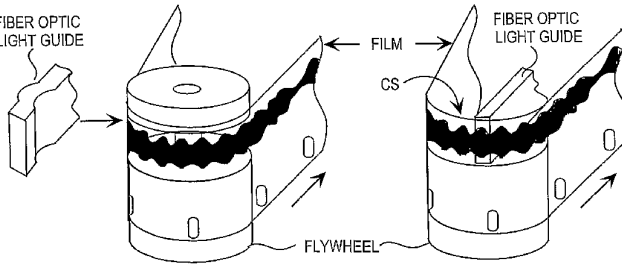
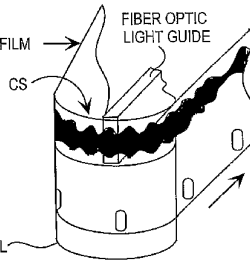


FIG. 3

2/5

FIG. 4A**FIG. 4B**FIBER OPTIC
LIGHT GUIDE**FIG. 4C**FIBER OPTIC
LIGHT GUIDE

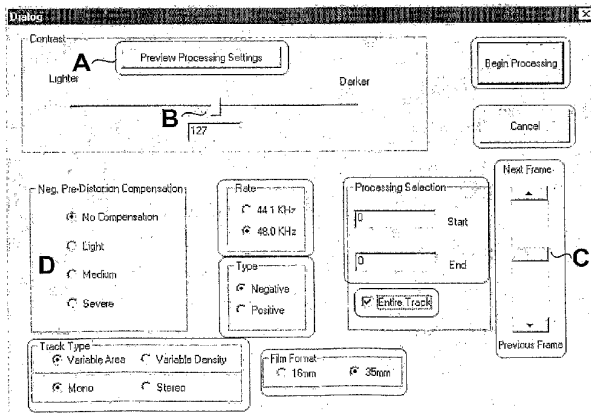
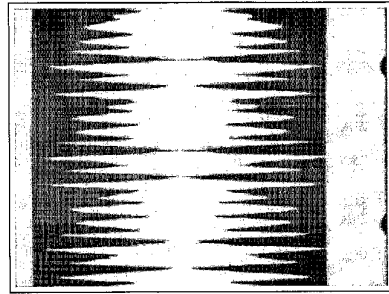
FLYWHEEL



WO 03/025911

PCT/US02/27595

3/5

FIG. 5**FIG. 6**

WO 03/025911

PCT/US02/27595

4/5

FIG. 7

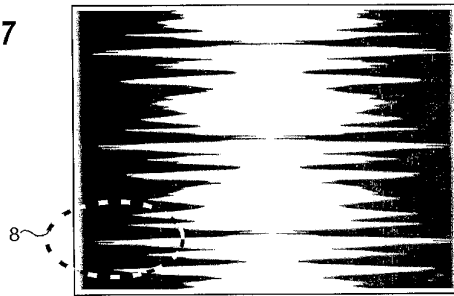


FIG. 8A

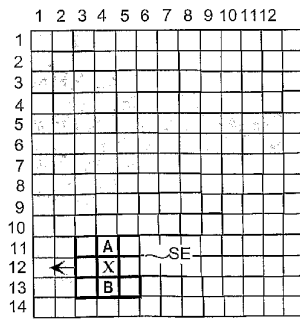
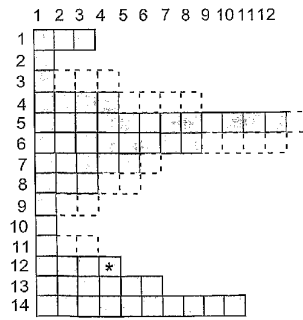


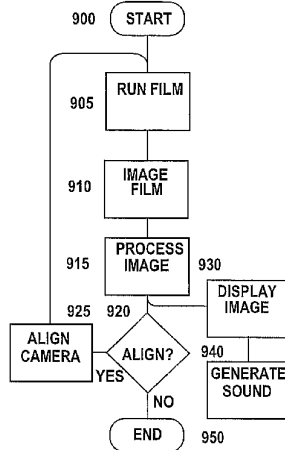
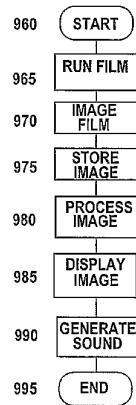
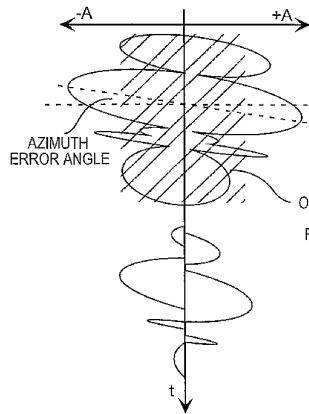
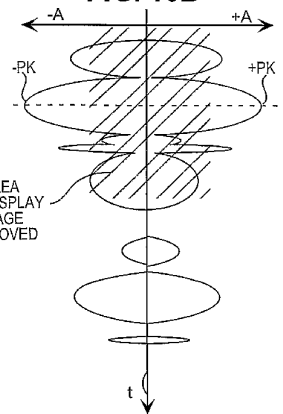
FIG. 8B



WO 03/025911

PCT/US02/27595

5/5

FIG. 9A**FIG. 9B****FIG. 10A****FIG. 10B**

【国際調査報告】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International Application No. PCT/US 02/27595 |
|--|---|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G11B7/003 G03B31/02 | | |
| 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 G11B G03B | | |
| 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, WPI Data, PAJ | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | RICHTER D ET AL: "RESTORATION OF OPTICAL VARIABLE DENSITY SOUND TRACKS ON MOTION PICTURE FILMS BY DIGITAL IMAGE PROCESSING" OPTIM. PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPTIMIZATION OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENTS, XX, XX, vol. 3, 11 May 2000 (2000-05-11), pages 793-798, XP008002764 the whole document | 1-7 |
| A | EP 1 091 573 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ;KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 11 April 2001 (2001-04-11) abstract paragraph '0022! - paragraph '0023! -/-- | 1-7 |
| <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 or 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 30 January 2003 | | Date of mailing of the international search report 06/02/2003 |
| Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 051 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Authorized officer Annibal, P |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | II International Application No. PCT/US 02/27595 |
|--|---|--|
| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | EP 0 666 495 A (DIGITAL THEATER SYST LP) 9 August 1995 (1995-08-09) column 4, line 25 - line 48; figure 1 | 3-7 |

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members | | | | Inventor's Application No. PCT/US 02/27595 | |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|---|--|
| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date | | |
| EP 1091573 | A | 11-04-2001 | EP 1091573 A2 | 11-04-2001 | |
| EP 0666495 | A | 09-08-1995 | US 5175574 A | 29-12-1992 | |
| | | | EP 0666495 A1 | 09-08-1995 | |
| | | | AT 130445 T | 15-12-1995 | |
| | | | AU 652965 B2 | 15-09-1994 | |
| | | | AU 8667191 A | 28-04-1992 | |
| | | | BR 9106928 A | 03-08-1993 | |
| | | | DE 69114718 D1 | 21-12-1995 | |
| | | | DE 69114718 T2 | 30-05-1996 | |
| | | | DE 69131301 D1 | 08-07-1999 | |
| | | | DE 69131301 T2 | 04-11-1999 | |
| | | | EP 0551424 A1 | 21-07-1993 | |
| | | | JP 2708961 B2 | 04-02-1998 | |
| | | | JP 6501110 T | 27-01-1994 | |
| | | | KR 185423 B1 | 15-05-1999 | |
| | | | RU 2088962 C1 | 27-08-1997 | |
| | | | WO 9206409 A1 | 16-04-1992 | |
| | | | US 5386255 A | 31-01-1995 | |
| | | | US 5751398 A | 12-05-1998 | |
| | | | US 5155510 A | 13-10-1992 | |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,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,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 バレンズエラ, ジエイミー アルトウロ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 アルハンブラ アpartment・ビー ノース・エレクトリ
ック・アベニュー 115

(72)発明者 ウィリアムズ, ビンセント リチャード

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ラ・パルマ ケリー・サークル 7822

Fターム(参考) 5D090 AA06 CC04 DD03 EE12 GG24 HH03