

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許出願公告番号

特公平8-27839

(24) (44)公告日 平成8年(1996)3月21日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00				
B 2 5 J 19/04				
G 0 1 B 11/24	C			
			G 0 6 F 15/ 62	4 1 5
発明の数1(全 9 頁)				

(21)出願番号 特願昭62-27949
(22)出願日 昭和62年(1987)2月9日
(65)公開番号 特開昭63-195774
(43)公開日 昭和63年(1988)8月12日

(71)出願人 999999999
オムロン株式会社
京都府京都市右京区花園土堂町10番地
(72)発明者 久野 敦司
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立
石電機株式会社内
(72)発明者 渡邊 正誓
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立
石電機株式会社内
(74)代理人 弁理士 鈴木 由充

審査官 張谷 雅人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スリット像のラベル付け装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のスリット光を前後二回にわたり物体へ一斉照射するための投光手段と、各スリット光の放射エネルギーを個々独立に設定して制御するための制御手段と、物体表面に生成される各スリット光の交わり線を撮像して各スリット光のスリット像を求めるための撮像手段と、前後二回の光照射で得た二枚の画像につき対応する画素の明るさ情報を同時に順次取り込んで二個の明るさ情報の関係を求めるための明るさ情報処理手段と、二個の明るさ情報の関係を各スリット光についての放射エネルギーの前後二回の設定値の関係と照合することにより各スリット像に各スリット光のラベルを割り付けるラベル設定手段とを具備して成るスリット像のラベル付

2

け装置。

【請求項2】前記明るさ情報処理手段は、二個の明るさ情報をデジタル量で処理するハード構成である特許請求の範囲第1項記載のスリット像のラベル付け装置。

【請求項3】前記明るさ情報処理手段は、二個の明るさ情報をアナログ量で処理するハード構成である特許請求の範囲第1項記載のスリット像のラベル付け装置。

【請求項4】前記明るさ情報処理手段は、一枚目の画像を格納する画像メモリを備え、この画像メモリからのデータ読出しと二枚目の画像のデータ入力とを同期させて実行することにより、対応する画素の明るさ情報を同時に取り込んでいる特許請求の範囲第1項乃至第3項記載のスリット像のラベル付け装置。

【発明の詳細な説明】

<産業上の利用分野>

10

この発明は、例えばロボットの視覚などに適用される光切断法を利用した3次元物体認識技術に関連し、殊にこの発明は、複数のスリット光を一斉照射して光切断法を適用実施する場合において、各スリット光とそのスリット像とを対応付けて、各スリット像のラベル付けを行うためのスリット像のラベル付け装置に関する。

<従来の技術>

一般に「光切断法」は、板状をなすスリット光を3次元物体に向けて照射して物体表面にスリット光の交わり線を生成し、この交わり線をテレビカメラで撮像することによりその光線像（以下これを「スリット像」という）を求め、このスリット像上の各点の座標とスリット光の平面の方程式とから前記交わり線上の点の3次元座標を算出するものである。

ところがこの種方法の場合、スリット光が照射された部分についての情報が得られず、これでは物体全体の認識が困難である。

そこで物体全体の情報を得るのに、反射鏡を用いてスリット光を走査することで多数のスリット光を生成し、各スリット光を物体表面に当てることにより、多数本の交わり線を物体全体に分布させて形成する方法が提案された。

ところがこの方式の場合、スリット光の各走査位置で交わり線の撮像を行うから、交わり線の撮像回数が多くなり、認識処理に要する時間が長くなるという問題がある。

この問題を解消するため、近年、多数のスリット光を同時生成して、これらを物体表面へ一斉に照射する方式が提案されている。

この種照射方式を採用する場合、テレビカメラで得られた複数の各スリット像がいずれのスリット光に対応するのかを判断する処理（これを「スリット像のラベル付け」という）が必要となり、先般、その一方法としてスリット光をグレイコードにより空間コード化して物体へ照射する方式が提案された（昭和59年度電気通信学会総合全国大会論文「グレイコード空間投影による距離画像生成」）。

<発明が解決しようとする問題点>

ところがこの方式の場合、物体表面の反射率のばらつきなどの外部要因の影響を受け易いという欠点があり、しかも $2^N - 1$ 個（例えば256個）のスリット像を得るには少なくともN回（例えば8回）の撮像が必要であって、撮像回数を減少するには限界があった。

この発明は、上記問題を解消するためのものであって、スリット像の個数に関係なく、わずかに二回の撮像で物体認識に必要な情報が得られかつ各スリット像のラベル付けが可能な新規なスリット像のラベル付け装置を提案することを目的とする。

<問題点を解決するための手段>

上記目的を達成するため、この発明では、

複数のスリット光を前後二回にわたり物体へ一斉照射するための投光手段と、

各スリット光の放射エネルギーを個々独立に設定して制御するための制御手段と、

物体表面に生成される各スリット光の交わり線を撮像して各スリット光のスリット像を求めるための撮像手段と、

前後二回の光照射で得た二枚の画像につき対応する画素の明るさ情報を同時に順次取り込んで二個の明るさ情報の関係を求めるための明るさ情報処理手段と、

二個の明るさ情報の関係を各スリット光についての放射エネルギーの前後二回の設定値の関係と照合することにより各スリット像に各スリット光のラベルを割り付けるラベル設定手段とを具備させることにした。

<作用>

投光手段により物体へ複数のスリット光を一斉照射すると、物体表面には各スリット光の交わり線が同時生成される。これら交わり線は撮像手段により撮像されて各スリット光のスリット像が求められる。同様の動作が前後二回にわたり実施され、これにより二枚の画像が得られる。

これら二枚の画像につき対応する画素の明るさ情報が明るさ情報処理手段に同時に順次取り込まれ、ここで二個の明るさ情報の関係（例えば変化率）が求められる。この二個の明るさ情報の関係はラベル設定手段において各スリット光についての放射エネルギーの前後二回の設定値の関係と照合される。照合の結果、両者が一致すると、そのスリット像はそのスリット光に対応すると判断され、そのスリット像に対し、一致にかかるスリット光のラベルが付与される。

よってこの装置の場合、スリット像の個数に関係なくわずかに二回の撮像で各スリット像のラベル付けが可能であり、その分物体認識の処理時間が短縮される。

<実施例>

第1図は、この発明のスリット像のラベル付け装置が組み込まれた3次元物体の認識システムを示しており、マルチスリット光源1、スリット光変調部2、テレビカメラ3および、画像処理装置4を含んでいる。

図示例のマルチスリット光源1は、認識対象の3次元物体5へ板状をなす複数のスリット光6を斜め上方位置から平行に照射して、物体表面に各スリット光が交わる交わり線7を生成する。この場合に、各スリット光6は物体5に向けて一斉に照射され、この光照射は一回の物体認識処理につき前後二回にわたって実行される。

スリット光変調部2は、複数の各スリット光6につき1フレーム期間内に放射するエネルギーを設定値に制御するためのものであり、その制御方法として1フレーム期間内に点灯する時間の長短を制御する方式（PWM方式）、1フレーム期間内に点灯するパルス数を制御する方式（PNM方式）、1フレーム期間内のパルス点灯周波数を

制御する方式（PFM方式）のいずれか方式が採用される。各スリット光6に対する放射エネルギーの値の設定は、各スリット光毎に独立して、しかも前後二回にわたる光照射の都度を実施されることになる。

テレビカメラ3は、二回の光照射で物体表面に同時形成される複数の交わり線7を物体5の真上位置よりその都度撮像して、各スリット光6のスリット像を生成する。

第2図(1)(2)は、二回に撮像で得られた二枚の画像9A,9aの一例を示している。

一枚目の画像9Aは第一回目の光照射による各スリット光6のスリット像 $A_1 \sim A_3$ を、二枚目の画像9aは第二回目の光照射による各スリット光6のスリット像 $a_1 \sim a_3$ を、それぞれ含んでおり、各スリット像は1以上のセグメント（例えばスリット像 A_1 は三個のセグメント A_{11}, A_{12}, A_{13} ）

$$I = P \cdot f(R_c, R_L, R_B, \alpha) \dots \textcircled{1}$$

なお上式中、

R_c

はテレビカメラの位置・姿勢、

R_L は光源の位置・姿勢、 R_B

は物体の位置・姿勢、 R_B は物体の反射率を示し、また f

$$(I - i) / I$$

$$= \{ P \cdot f(R_c, R_L, R_B, \alpha)$$

$$- p \cdot f(R_c, R_L, R_B, \alpha) \}$$

$$/ P \cdot f(R_c, R_L, R_B, \alpha)$$

$$= (P - p) / P \dots \textcircled{2}$$

この②式によれば、スリット光の放射エネルギーの変化率と対応するスリット像の明るさの変化率とは、テレビカメラの位置・姿勢

R_c 、

光源の位置・姿勢

R_L 、

*¹³より成る)で構成されている。

第1図に戻って画像処理装置4は、テレビカメラ3より上記各画像9A,9aをその都度取り込み、各スリット像 $A_1 \sim A_3, a_1 \sim a_3$ の各セグメントにつきその明るさ情報を利用して各スリット像のラベル付け処理を行い、その後各スリット像上の点の座標と各スリット光6の平面の方程式とから前記交わり線7上の点の座標を算出して物体認識する。

なお第2図(1)中、 I_{11}, I_{12}, \dots は一枚目の画像9Aにおける各セグメントの明るさを、また第2図中、 i_{11}, i_{12}, \dots は二枚目の画像9aにおける各セグメントの明るさを、それぞれ示している。

いまあるスリット光の放射エネルギーをPとし、このスリット光のスリット像の明るさをIとすると、この両者間にはつぎの①式の関係が成立する。

はこれら

$R_c, R_L, R_B,$

20

の関数であることを示している。

つぎにスリット光の放射エネルギーをPからpへ変化させたときに、そのスリット像の明るさがIからiへ変化したと仮定した場合、つぎの②式の関係が成立する。

物体の位置・姿勢

$R_B,$

物体の反射率に依存しないで、互いに一致することがわかる。

つぎの③式は上記②式をさらに一般化して表したもので、この③式中、 $m=1, a=1, b=0, d=1, e=-1$ としたとき、上記②式の関係が導かれる。

40

(4)

$$\begin{aligned}
 & \frac{d \cdot I^m + e \cdot i^m}{a \cdot I^m + b \cdot i^m} \\
 &= \frac{d \cdot P^m \cdot f^m + e \cdot p^m \cdot f^m}{a \cdot P^m \cdot f^m + b \cdot p^m \cdot f^m} \\
 &= \frac{d \cdot P^m + e \cdot p^m}{a \cdot P^m + b \cdot p^m} \dots\dots \textcircled{3}
 \end{aligned}$$

かくしてこの発明にかかる装置では、複数のスリット光6を前後二回にわたり物体5に一斉照射した場合において、各スリット光について第一回目と第二回目の放射エネルギーの関係(③式の右辺の関係)と、各スリット像について第一回目と第二回目の明るさの関係(③式の左辺の関係)とを求めてこれら両者を照合し、③式の一

致が成立するものにつきそのスリット像にそのスリット光のラベルを割り当てるよう構成される。この実施例の場合、各スリット像についての明るさの変化率(②式の左

辺)を求めて、各スリット光についての放射エネルギーの変化率(②式の右辺)と照合し、②式の一

致が成立するものを互に対応関係にあると判断してラベル付けを行っている。

第3図は前記画像処理装置4の具体構成例を示し、また第4図はその回路各部の信号波形を示す。

第3図において、入力端子11にはテレビカメラ3よりビデオ信号I(t)(第4図(1)に示す)が与えられる。このビデオ信号I(t)は一枚目の画像についてのビデオ信号A(t)と二枚目の画像についてのビデオ信号B(t)とが順次与えられる時系列信号(I(t)=A(t)+B(t))である。このビデオ信号I(t)には第4図(1)に示す如く、ノイズ成分19が含まれており、このノイズ成分19はローパスフィルタ12で除去されてノイズ除去信号I(t)(=A(t)+B(t))となる。

ノイズ除去後の信号I(t)は、切換器13の切り換え動作により第1画像信号A(t)(第4図(4)に示す)と第2画像信号B(t)(第4図(5)に示す)とに分離される。前記の切換器13には第1画像信号A(t)に対応する時間幅だけオンとなる第1時間制御信号G₁(t)(第4図(2)に示す)と第2画像信号B(t)(第4図(3)に示す)に対応する時間幅だけオ

$$\theta(t) = L \left(\frac{A_D(t) - B_D(t)}{A_D(t)} \right) \dots\dots \textcircled{4}$$

上記テーブルメモリ17の出力(t)は画像メモリ18に与えられ、従ってこの画像メモリ18には各スリット像の構成画素にラベルが割り付けられたラベル画像が生成されることになる。

*ンとなる第2時間制御信号G₂(t)とが与えられ、これら制御信号G₁(t),G₂(t)の時間タイミングで前記切換器13が切り換わる。

第1画像信号A(t)は、A/D変換器14に与えられて第1時間制御信号G₁(t)の時間タイミングでデジタル信号に変換された後、画像メモリ15に一旦書き込まれる。

一方第2画像信号B(t)は、他のA/D変換器16に与えられて第2時間制御信号G₂(t)の時間タイミングで同様にアナログ-デジタル変換された後、そのデジタル信号B_D(t)がテーブルメモリ16に出力される。この場合にアナログ-デジタル変換のタイミングに同期して画像メモリ15より第1画像信号A(t)のデジタル信号A_D(t)が読み出され、このデジタル信号A_D(t)は前記テーブルメモリ16へ出力される。このデジタル信号A_D(t)は第1画像信号A(t)に対し一枚目の画像と二枚目の画像との時間間隔t_rだけ遅れており(A_D(t)=A(t-t_r))、その結果、一枚目、二枚目の各画像につき同一画素にかかる明るさ情報が同期して次々にテーブルメモリ16に与えられることになる。

前記各画素の明るさ情報は、例えば8ビットのデータ構成であって、テーブルメモリ17に対し二個の明るさ情報(8ビット+8ビット=16ビット)がアドレス入力として与えられる。このテーブルメモリ17の中には、二個の明るさ情報の全ての組み合わせに対して、前記の原理に基づきそれぞれ割り付けられるスリット光のラベルが格納されている。

つぎの④式はテーブルメモリ17のテーブル内容、すなわち二個のデジタル信号A_D(t),B_D(t)の入力に対するテーブルメモリ17の出力(t)(第4図(6)に示す)を示しており、同式中、関数Lは明るさの変化率をラベルに変換する関数である。

なお第4図(6)に示す出力(t)では、三個のラベルを含んでおり、i₁~i₆で示す画素群に対し、画素i₃,i₆にはラベル1が、画素i₂,i₄にはラベル2が、画素i₁,i₅にはラベル3が、それぞれ割り付けられる。

第 5 図は画像処理装置 4 の他の構成例を示し、また第 6 図はその回路各部の信号波形を示す。

この第 5 図に示す実施例は、前記第 3 図の実施例が二個の明るさ情報をデジタル量で処理するハード構成であるのに対し、二個の明るさ情報をアナログ量で処理するハード構成である点で相違する。

第 5 図において、21 は入力端子であって、テレビカメラ 3 よりビデオ信号 I (t) (第 6 図 (1) に示す) が与えられる。このビデオ信号 I (t) は一枚目、二枚目の各画像のビデオ信号 A (t) , B (t) を含む時系列信号 (I (t) = A (t) + B (t)) であって、ノイズ成分がローパスフィルタ 22 で除去されてノイズ除去信号 I (t) (= A (t) + B (t)) となる。

この信号 I (t) のうち第 1 画像信号 A (t) (第 6 図 (4) に示す) は A/D 変換器 23 に与えられて第 1 時間制御信号 G₁ (t) (第 6 図 (2) に示す) の時間タイミングでデジタル信号に変換された後、画像メモリ 24 に一旦書き込まれる。

$$O (t) = \frac{Y (t)}{X (t)} = \frac{A (t - t_r) - B (t)}{A (t - t_r)}$$

..... ⑤

つぎに第 1 図に基づき装置全体の動作を説明する。

まず複数個の各スリット光 6 につきその放射エネルギーの値が個々独立に設定された後、全てのスリット光 6 がマルチスリット光源 1 より物体 5 に向けて一斉照射される。各スリット光 6 の放射エネルギーはスリット光変調部 2 によりそれぞれの設定値に制御されるもので、物体 5 の表面には各スリット光 6 の放射エネルギーの大きさに応じた明るさの交わり線が生成される。各交わり線はテレビカメラ 3 により撮像され、全てのスリット像を含む画像がテレビカメラ 3 の撮像面に生成されて、そのビデオ信号が画像処理装置 4 へ送られる。

つぎに複数個の各スリット光 6 につき再度その放射エネルギーの値が個々独立に設定され、各スリット光 6 がマルチスリット光源 1 より物体 5 へ一斉照射される。この場合に前記放射エネルギーの値は各スリット光毎に異なった値に設定された変化率に基づき決定される。

スリット光 6 の一斉照射により物体 5 の表面には各スリット光の交わり線が生成され、テレビカメラ 3 による第 2 回目のスリット像の撮像が行われて、全スリット像を含む画像がテレビカメラ 3 より画像処理装置 4 へ送られる。

かくて第 3 図に示す構成の画像処理装置 4 では二枚の画像に対対応する二個の明るさ情報を同時に取り出してデジタル量で処理し、また第 5 図に示す構成の画像処理装置では対応する二個の明るさ情報を同時に取り出

* ついで第 2 時間制御信号 G₂ (t) (第 6 図 (3) に示す) の時間タイミングでこの画像メモリ 24 より第 1 画像信号 A (t) のデジタル信号が読み出され、このデジタル信号は D/A 変換器 25 でアナログ量の第 1 画像信号 X (t) (第 6 図 (6) に示す) へ変換される。

この第 1 画像信号 X (t) と前記第 2 画像信号 B (t) (第 6 図 (5) に示す) とは差動アンプ 26 に与えられて両者の差信号 Y (t) (= X (t) - B (t)) (第 6 図 (7) に示す) が求められる。この場合に第 1 画像信号 X (t) は前記第 1 画像信号 A (t) に対し一枚目の画像と二枚目の画像との時間間隔 t_r だけ遅れており (X (t) = A (t - t_r))、その結果、一枚目、二枚目の各画像につき同一画素にかかる明るさ情報が同期して次々に差動アンプ 26 に与えられることになる。

前記第 1 画像信号 X (t) は反転回路 27 に与えられて反転出力 1/X (t) となり、さらにこの出力と前記差信号 Y (t) とが演算回路 28 に与えられ、つぎの ⑤ 式の演算が実行されてアナログ量のラベル画像出力 O (t) (第 6 図 (8) に示す) を得る。

してアナログ量で処理して、各スリット像のラベル付けが実行される。

< 発明の効果 >

この発明は上記の如く、多数のスリット光を一斉に照射してその画像処理を実行し、しかもスリット像の個数に関係なくわずか二回の撮像で物体認識に必要な情報を得かつ各スリット像のラベル付けを行うから、従来の方式に比較して撮像回数が大幅に減少し得、認識処理時間の短縮を実現できる。またラベル付けに際し、物体表面の反射率のばらつきなどの外部要因の悪影響を受けず、誤判定の虞れがない等、発明目的を達成した顕著な効果を奏する。

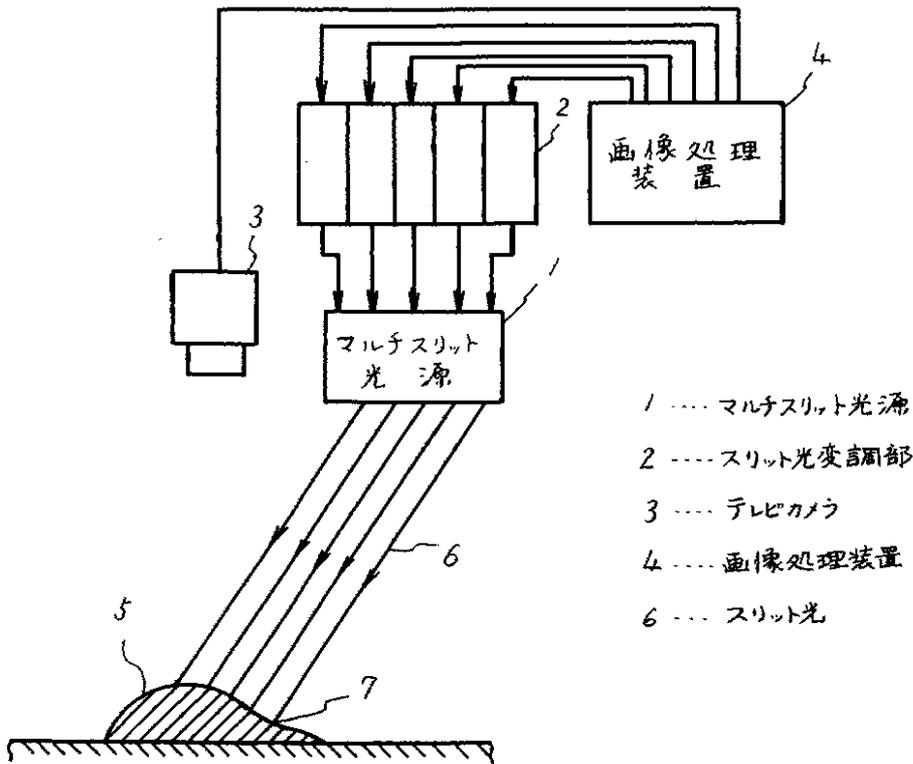
【図面の簡単な説明】

第 1 図はこの発明のラベル付け装置が組み込まれた物体認識システムの構成例を示すブロック図、第 2 図は二回の撮像で得られる画像を示す説明図、第 3 図は画像処理装置の一実施例を示す回路ブロック図、第 4 図は第 3 図の回路構成例のタイムチャート、第 5 図は画像処理装置の他の実施例を示す回路ブロック図、第 6 図は第 5 図の回路構成例のタイムチャートである。

- 1 マルチスリット光源
- 2 スリット光変調部
- 3 テレビカメラ
- 4 画像処理装置
- 6 スリット光

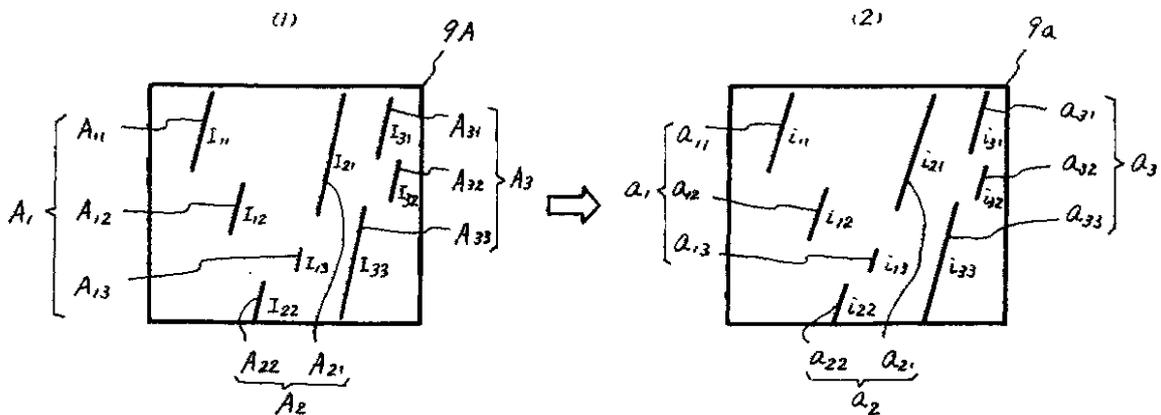
【第1図】

この発明のラベル付装置を組み込みに物体認識システムの構成例を示すブロック図



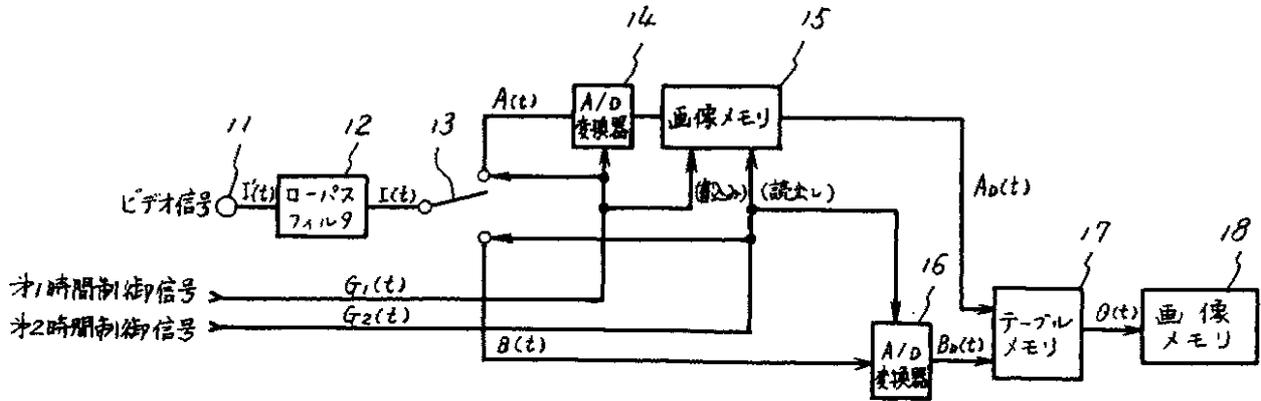
【第2図】

二回の撮像で得られる画像を示す説明図



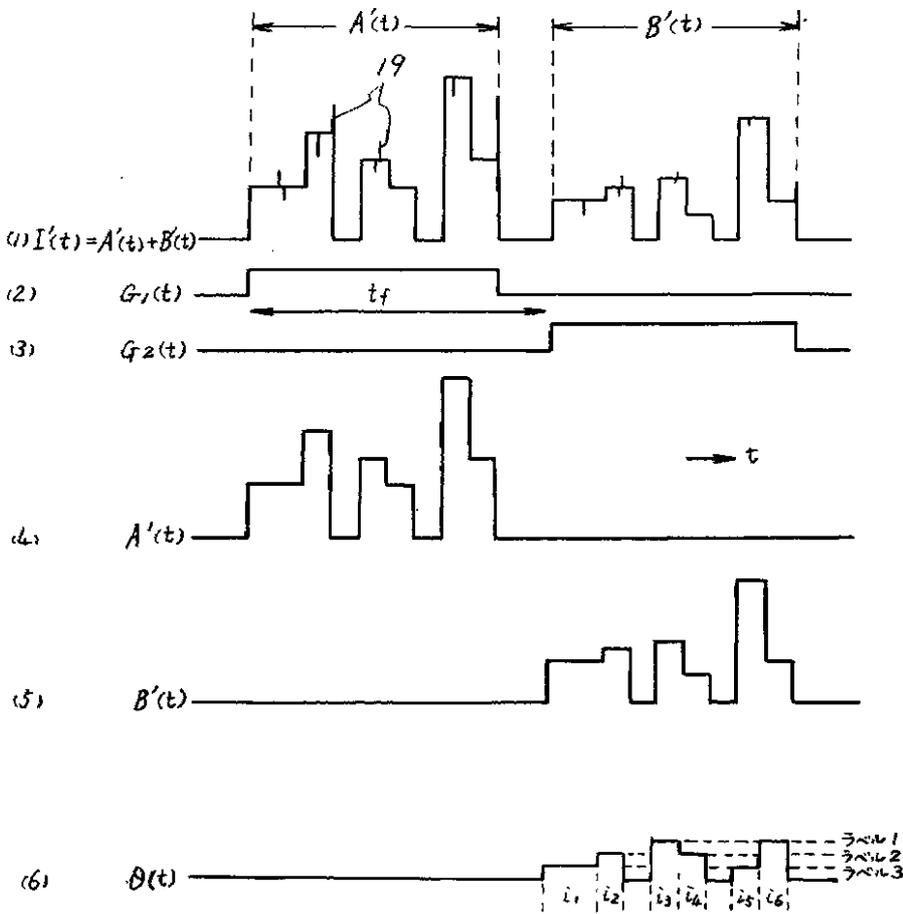
【第3図】

画像処理装置の一実施例を示す回路ブロック図



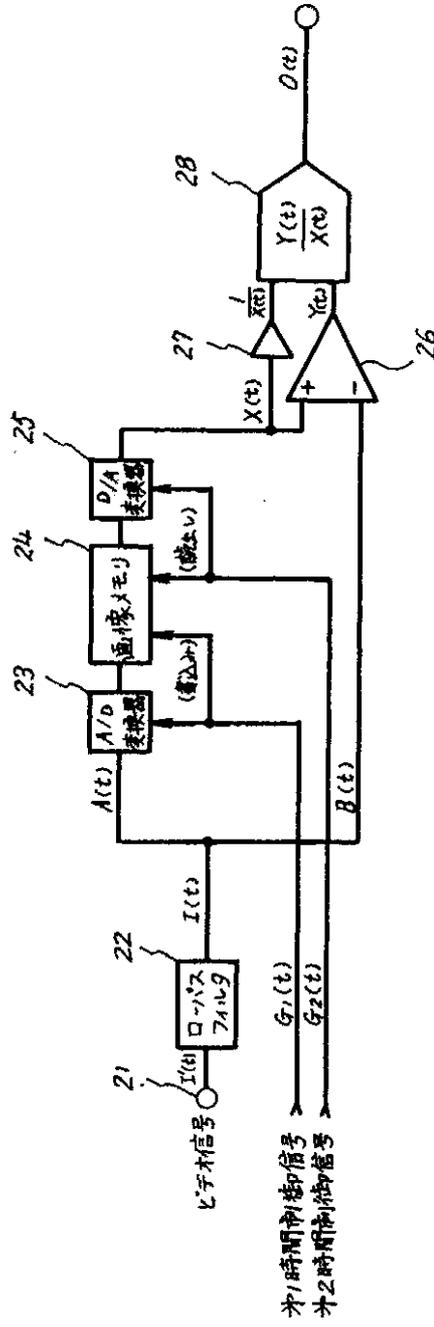
【第4図】

第3図の回路構成例のタイムチャート



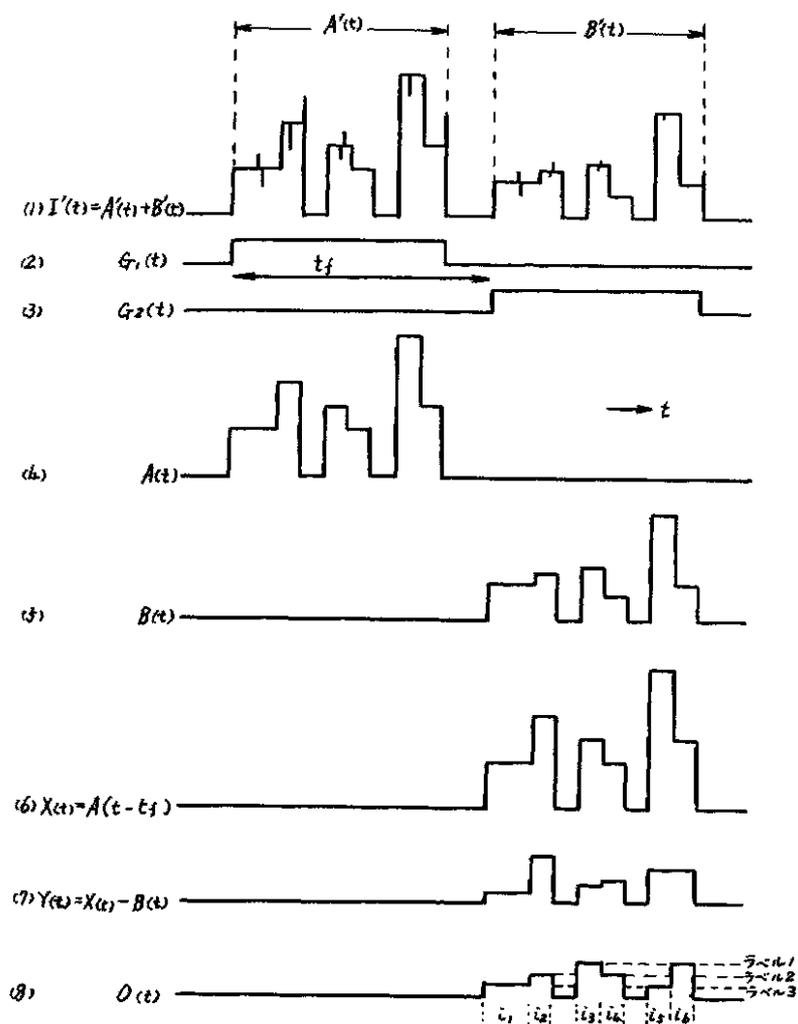
【第5図】

画像処理装置の他の実施例を示す回路ブロック図



【第6図】

オ5図の回路構成例のタイムチャート



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭63 - 195773 (J P , A)
 特開 昭63 - 196981 (J P , A)
 特開 昭63 - 201877 (J P , A)
 J A A C E ' 87 - 5 第31回システムと
 制御研究発表講演会講演論文集、31
 (1987) P . 49 - 50