

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3916255号
(P3916255)

(45) 発行日 平成19年5月16日(2007.5.16)

(24) 登録日 平成19年2月16日(2007.2.16)

(51) Int.C1.

F 1

A O 1 J 5/00 (2006.01)
G O 1 B 11/00 (2006.01)A O 1 J 5/00
G O 1 B 11/00

H

請求項の数 28 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-516551
 (86) (22) 出願日 平成8年10月28日(1996.10.28)
 (65) 公表番号 特表平11-513573
 (43) 公表日 平成11年11月24日(1999.11.24)
 (86) 國際出願番号 PCT/SE1996/001381
 (87) 國際公開番号 WO1997/015900
 (87) 國際公開日 平成9年5月1日(1997.5.1)
 審査請求日 平成15年10月9日(2003.10.9)
 (31) 優先権主張番号 9503792-5
 (32) 優先日 平成7年10月27日(1995.10.27)
 (33) 優先権主張国 スウェーデン(SE)

(73) 特許権者
 デラバル ホールディング アーバー
 スウェーデン、S - 147 21 ツンバ
 、ピー. オー. ボックス 39
 (74) 代理人
 弁理士 吉田 稔
 (74) 代理人
 弁理士 田中 達也
 (74) 代理人
 弁理士 仙波 司
 (74) 代理人
 弁理士 塩谷 隆嗣
 (74) 代理人
 弁理士 古澤 寛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】搾乳装置支持体を案内する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

搾乳装置の支持体(16)を、乳動物の少なくとも一つの乳頭の方へ案内する方法であって；
 前記支持体(16)を、出発位置まで移動させ；
 支持体(16)からのライトシート(12)で、少なくとも一つの乳房を含んでいると予想される領域を照明し(10、11)；
 上記領域をビデオカメラ(17)で観測することによって、前記支持体(16)から、画像(41)を捕捉し；
 前記捕捉された画像(41)を分析して、可能性がある乳頭候補(44、45、56、68)を確認し；
 前記乳頭候補(44、45、56、58)のうちの一つを、標的乳頭(44)として選択し；
 前記標的乳頭(44)の位置を確認し；
 前記捕捉された画像(41)中に、標的乳頭(44)に対する乳頭カップ差込み点の位置(50)を与える；
 前記乳頭カップ差込み点の、前記標的乳頭(44)の位置からの間隔距離を定量化し；
 その際、前記間隔距離の定量化を前記捕捉された画像の諸領域(51、52、53)に基づき段階的に行い；
 前記間隔距離の大きさに基づいて、前記支持体(16)に対する誘導情報を与え；
 前記支持体(16)と支持された搾乳装置(15)を、前記標的乳頭(44)の方へ誘導する；

各ステップを含んでなることを特徴とする搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 2】

標的乳頭（44）を選択するステップに続いて、前記捕捉された画像（41）のうちの前記標的乳頭（44）を含む部分画像である副画像（42）だけを分析するステップをさらに含んでいることを特徴とする、請求項1に記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 3】

支持体（16）を案内して、捕捉された画像（41）内の前記副画像（42）と、支持された乳頭カップ（15）の差込み点が、選択された乳頭カップ（15）の乳頭カップ差込み点の画像位置（50）に位置するまで移動させるステップをさらに含むことを特徴とする、請求項2に記載の搾乳装置支持体案内方法。 10

【請求項 4】

光（12）で照明された乳頭（44）に隣接しかつ該乳頭に適合した形態と位置を有するそれぞれの画素として、可能性がある乳頭候補（44、45、56、58）を確認するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項3に記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 5】

一連の垂直方向の走査（40）で画像（41）を走査して各走査において最も明るい画素を確認することによって、可能性がある乳頭候補（44、45、56、58）を確認するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項4に記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 6】

輝度が異なる画素の垂直ラインの中から最も明るい画素を確認するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項5に記載の搾乳装置支持体案内方法。 20

【請求項 7】

予め選択された範囲内の画素の実質的に水平なラインの長さを形成する、隣接する走査中の前記最も明るい画素から可能性がある乳頭候補（44、45、56、58）を確認するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項5に記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 8】

作動装置（120、130、150）によって前記可能性がある乳頭候補を含む領域を作動させて、少なくとも一つの乳頭を移動させるステップと、前記移動を確認することによって、前記少なくとも一つの乳頭を確認するステップとをさらに含むことを特徴とする、請求項1～7のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内方法。 30

【請求項 9】

前記作動ステップが、前記作動装置（120）を前記乳頭候補と物理的に接触させることによって行われることを特徴とする、請求項8に記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 10】

前記作動ステップが、流体を前記乳頭候補に向けて噴霧することによって行われることを特徴とする、請求項8に記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 11】

前記作動ステップが、流体を前記乳頭候補に向けて噴霧し、かつ前記作動装置（120）を前記乳頭候補と物理的に接触させることによって行われることを特徴とする、請求項8に記載の搾乳装置支持体案内方法。 40

【請求項 12】

前記確認ステップが、前記少なくとも一つの乳頭を、その特徴的な移動を確認することによって行われることを特徴とする、請求項8～11のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 13】

前記移動ステップが、動物には関係なしに、前記支持体（16）を家畜小屋内の固定出発位置まで移動させることによって行われることを特徴とする、請求項1～12のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項 14】

上記照明ステップで出発し、乳動物のすべての乳頭が各々、標的乳頭（44）として選択さ 50

れ、そして前記支持体(16)と支持された搾乳装置(15)がすべての乳頭各々に向けて誘導させるまで前記各ステップを繰り返すことを特徴とする、請求項1～13のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内方法。

【請求項15】

搾乳装置支持体(16)の案内装置であって、支持体(16)が、その支持体(16)に配置された乳頭カップ(15)のマウス(14)より下の方を通過しないように配置されたライトシート(12)の光源(10、11)、およびライトシートによって乳頭カップ(15)のマウス(14)の上方で観測するために配置されたビデオカメラ(17)を保持し、前記光源(10、11)とビデオカメラ(17)がともに支持体(16)の前部で協働するように配置され(12、19)、そのビデオカメラ(17)は、支持体(16)の前部で、前記光(12)によって形成された画像(41)を捕捉して画像信号を提供するように配置され、そして該案内装置がさらに、画像信号処理手段(35)を備え、その処理手段(35)が、前記捕捉された画像信号を分析して可能性がある乳頭候補(44、45、56、58)を確認し、前記乳頭候補(44、45、56、58)のうち一つを標的乳頭(44)として選択し、次いで前記標的乳頭(44)の位置を確認し、前記捕捉された画像(41)中に、標的乳頭(44)に対する乳頭カップ差込み点の位置(50)を与える、前記乳頭カップ差込み点の、前記標的乳頭(44)の位置からの間隔距離を定量化し、その際、前記間隔距離の定量化を前記捕捉された画像の諸領域(51、52、53)に基づき段階的に行い、前記間隔距離の大きさに基づいて、前記支持体(16)に対する誘導情報を与え、前記支持体(16)と支持された搾乳装置(15)を、前記標的乳頭(44)の方へ誘導するように構成されていることを特徴とする、搾乳装置支持体案内装置。 20

【請求項16】

画像信号処理手段(35)が、前記捕捉された画像(41)のうちの前記標的乳頭(44)を含む部分画像である副画像(42)を選択し、次いで前記副画像(42)だけを分析して、前記副画像(42)の連続的処理を行うのにかかる時間を少なくする手段を備えていることを特徴とする、請求項15に記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項17】

情報の前記誘導によって、前記間隔距離が大きければ大きいほど支持体(16)の移動が速くなることを特徴とする、請求項16記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項18】

前記可能性がある乳頭候補を含む領域を作動させて少なくとも一つの乳頭を移動させる作動装置(120、130、150)と、前記少なくとも一つの乳頭を前記移動を確認することによって確認する制御手段とをさらに備えていることを特徴とする、請求項15～17のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内装置。 30

【請求項19】

前記作動装置(120、130)が、前記支持体(16)に配置されていることを特徴とする、請求項18に記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項20】

前記作動装置(120、130)が、別個の可動支持体に配置されていることを特徴とする、請求項18に記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項21】

前記作動装置(120、130)が、家畜小屋の床の上に配置されていることを特徴とする、請求項18に記載の搾乳装置支持体案内装置。 40

【請求項22】

前記作動装置(120、150)が、家畜小屋の柱に配置されていることを特徴とする、請求項18に記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項23】

前記作動装置(130、150)が、流体を前記乳頭に噴霧するためのスプレーノズル(132、156)を備えていることを特徴とする、請求項18～22のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項24】

50

前記流体が、水などの液体であることを特徴とする、請求項 2 3 に記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項 2 5】

前記流体が空気であることを特徴とする、請求項 2 3 に記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項 2 6】

前記作動装置 (120) が反対方向に回転する二つのブラシ (122、124) を備えていることを特徴とする、請求項 1 8 ~ 2 2 のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内装置。

【請求項 2 7】

前記作動装置が、流体を前記乳頭に向けて噴霧するスプレーノズルおよび反対方向に回転する二つのブラシを備えていることを特徴とする請求項 1 8 ~ 2 2 のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内装置。 10

【請求項 2 8】

前記支持体 (16) は、家畜小屋内において、動物とは関係のない固定出発位置を有していることを特徴とする、請求項 1 5 ~ 2 7 のいずれか一つに記載の搾乳装置支持体案内装置。

【発明の詳細な説明】

発明の技術分野

本発明は、乳動物の乳頭の方へ搾乳装置支持体を案内する方法および搾乳装置支持体案内装置に関する。

従来技術の説明

搾乳機に接続された乳頭カップ、乳頭洗浄装置および乳頭検査装置を備えてなると定義されている搾乳装置を、ウシのような乳動物の乳頭に自動的方法によって取り付けて、動物を搾乳中に作業員が世話をすることなくすことができる技術について、約 20 ~ 30 年間にわたって、多数の提案がなされている。

搾乳工程のうち上記手順以外の手順の自動技術は、かなり前から利用できるので、乳頭カップ取付け段階の自動化が、連続的な世話を必要とせずかついわゆる “オンデマンドな搾乳” 方式を可能にする完全自動搾乳方法の開発を妨げる主原因になっている。

例えば、動物の安全と快適さ、乳の衛生および経済効率などの多くの理由のため、上記取付け段階は、信頼性が極めて高くなければならない。すなわち、乳頭カップは、動物が搾乳されるあらゆる場合に、迅速かつ正しく乳頭に取り付けなければならない。また、この取付け段階を実施する装置は、困難な条件下で作動しなければならず、かつ耐久性でしかも高価すぎてはならない。

ヨーロッパ特許願公開第 306,579 号は、乳頭カップを乳頭へ案内する全般センサと局部センサの組合せを開示している。その全般センサは、家畜小屋の傍らに取り付けられ、家畜小屋内の搾乳される動物の乳房と乳頭が位置している領域に向けてレーザから誘導されるライトシート (a sheet of light) を投射する。そのライトシートは、乳房と乳頭が存在している場合これらに投射され、乳房と乳頭に対して光のラインを生成する。そのライトシートは、上記領域を通過して適当な位置まで掃引することができる。カメラが前記センサの一部分として取り付けられ、前記光のラインの画像を作る。その画像には、ライトシートで乳頭が照らされる場合の不連続な光のラインが含まれている。これらのラインを制御装置で分析して、乳頭の位置を見つけて、二つの水平軸と一つの垂直軸に対する三角測量法で座標を計算する。前記制御装置に記憶された座標の基準値は、試験と計算の時間を限定することによって分析の手助けをする。その計算された座標を利用して、局部センサを、乳頭の領域内に誘導する。上記基準座標の知識を利用して、乳頭の発見が予想される画像の部分に、画像の分析を限定することができ、その結果、計算する時間が短くなる。

この開示には、2 種のセンサが必要でありかつ一方のセンサは、動物小屋の傍らに、露出した状態で取り付けねばならないという欠点がある。

発明の開示

本発明の目的は、完全な乳頭位置付け法を提供することができる、自動的に搾乳するため

10

20

30

40

50

の改良された乳頭位置付け法を提供することである。

本発明は、搾乳装置支持体を、乳動物の少なくとも一つの乳頭の方へ案内する方法を提供するものであり、その方法は、下記ステップ、すなわち、

前記支持体を、動物には関係なしに、家畜小屋内の固定出発位置まで移動させ；

支持体からのライトシートで少なくとも一つの乳房を含んでいると予想される領域を照明し；

上記領域をビデオカメラで観測することによって、前記支持体から、画像を捕捉し；

前記捕捉された画像を分析して、可能性がある乳頭候補を確認し；

前記乳頭候補のうちの一つを、標的乳頭として選択し；

前記標的乳頭の位置を確認し；次いで

10

前記支持体と支持された搾乳装置を、前記標的乳頭の方へ誘導する；

ステップを含んでなることを特徴とする方法である。

本発明の方法による主な利点は、動物個体の乳頭の位置に関するいわゆる履歴データを利用する必要がないことである。動物は、特別な家畜小屋の中にしっかり束縛して入れる必要がない。動物は、家畜小屋の区域内で自由に移動できる。

本発明の方法としては、標的乳頭を選択するステップに続いて、前記捕捉された画像のうちの前記標的乳頭を含む部分画像である副画像(subimage)だけを分析するステップを含んでいる方が有利である。その結果、本発明の方法の速度が高くなる。

好ましくは、本発明の方法は、下記ステップ、すなわち、

前記捕捉された画像中に、標的乳頭に対する乳頭カップ差込み点の位置を与え；

20

乳頭カップ差込み点の、前記標的乳頭からの間隔距離を定量化し；次いで

前記間隔距離の大きさに基づいて、前記支持体に対して誘導情報を与える；

ステップも含んでいる。

本発明の方法としては、前記捕捉された画像の諸領域に基づき前記間隔距離を段階的に定量化するステップも含有していることが有利である。

好ましくは、本発明の方法は、支持体を案内して、捕捉された画像内の捕捉された画像の副画像を、支持された乳頭カップの差込み点が、選択された乳頭カップの乳頭カップ差込み点の画像位置に位置するまで移動させるステップも含んでいる。

本発明の方法は、光を照明された乳頭に隣接しつつ該乳頭に適合した形態と位置を有するそれぞれの画素として、可能性がある乳頭候補を確認するステップも含んでいることが有利である。

30

好ましくは、本発明の方法は、一連の垂直方向の走査で画像を走査して各走査において最も明るい画素を確認することによって、可能性がある乳頭候補を確認するステップも含んでいる。

本発明の方法は、輝度が異なる画素の垂直ラインの中から最も明るい画素を確認するステップも含んでいる方が有利である。

好ましくは、本発明の方法は、予め選択された範囲内の画素の実質的に水平なラインの長さを形成する、隣接する走査中の前記最も明るい画素から可能性がある乳頭候補を確認するステップも含んでいる。

本発明の方法は、下記ステップ、すなわち、

40

作動装置によって前記可能性がある乳頭候補を含む領域を作動させて、少なくとも一つの乳頭を移動させ；次いで

前記移動を確認することによって、前記少なくとも一つの乳頭を確認する；

ステップも含んでいる方が有利である。

このステップによる主な利点は、作動ステップによって乳頭が移動し、これによって、システムが乳頭を確認し易くなることである。このステップによるもう一つの利点は、わらを洗い出してエラー源をなくすことができることである。

好ましくは、第一実施態様の作動ステップは、前記作動装置を、前記乳頭候補と物理的に接触させて行う。

第二実施態様の作動ステップは、流体を前記乳頭候補に向けて噴霧することによって行う

50

方が有利である。

好ましくは、第三実施態様の作動ステップは、流体を前記乳頭候補に向けて噴霧しつつ前記作動装置を前記乳頭候補と接触させることによって行う。

前記確認ステップは、前記少なくとも一つの乳頭を、その特徴的な移動を確認することによって行う方が有利である。

このステップによって、別の特徴的な移動を行う、乳動物の脚部から、乳頭を識別することができる。

好ましくは、本発明の方法は、前記照明ステップで出発し、乳動物のすべての乳頭が各々、標的乳頭として選択され、そして前記支持体と支持された搾乳装置がすべての乳頭各々に向けて誘導されるまで前記ステップを繰り返すステップも含んでいる。 10

本発明は、さらに、搾乳装置の支持体案内装置を提供するものであり、その装置は、支持体が、その支持体に配置された乳頭カップのマウスより下の方を通過しないように配置されたライトシートの光源、およびライトシートによって乳頭カップのマウスの上方で観測するために配置されたビデオカメラを保持し；前記光源とビデオカメラがともに支持体の前部で協働するように配置され、そのビデオカメラは、支持体の前部で、前記光によって形成された画像を捕捉して画像信号を提供するように配置され、そして該案内装置がさらに、画像処理手段を備え、その処理手段が、前記捕捉された画像信号を分析して可能性がある乳頭候補を標的乳頭として確認し、前記乳頭候補のうち一つを標的乳頭として選択し、次いで前記標的乳頭の位置を確認して前記支持体と支持された搾乳装置を前記標的乳頭に向けて誘導することを特徴とする装置である。本発明の装置による主な利点は、動物に関するいわゆる履歴データを使用する必要がないことである。動物はしっかり束縛して特定の家畜小屋に入れる必要はない。動物は家畜小屋の区域内で自由に移動できる。 20

画像信号処理手段は、前記捕捉された画像のうちの前記標的乳頭を含む部分画像である副画像だけを分析して、前記副画像の連続的処理を行うのにかかる時間を少なくする手段を備えていることが有利である。その結果、本発明の装置の速度を高くすることができる。好ましくは、前記画像信号処理手段は、前記捕捉された画像中に、標的乳頭の乳頭カップ差込点の位置を提供する。

前記画像信号処理手段は、乳頭カップ差込点の前記標的乳頭の位置からの間隔距離を定量化し、前記間隔距離の大きさに基づいて前記支持体にに対する誘導情報を与える手段を備えていることが有利である。 30

好ましくは、情報の前記誘導によって、前記間隔距離が大きければ大きいほど支持体の移動が速くなる。

本発明の装置は、前記可能性がある乳頭候補を含む領域を作動させて少なくとも一つの乳頭を移動させる作動装置、および前記少なくとも一つの乳頭を前記移動を確認することによって確認する制御手段も備えていることが有利である。

上記装置の主な利点は、乳頭が移動しているときまたは移動した後に、システムが乳頭を確認し易いことである。もう一つの利点は、わらを洗い流してエラー源をなくすことができることである。

好ましくは、前記作動装置は前記支持体に配置される。

別の実施態様では、有利なことに、作動装置は別個の可動支持体に配置されている。 40

好ましくは、他の実施態様で、作動装置は家畜小屋の床の上に配置されている。

有利なことには、他の実施態様で、作動装置は家畜小屋の柱に配置されている。

好ましくは、作動装置は、流体を前記乳頭に向けて噴霧するためのスプレーノズルを備えている。

前記流体は水などの液体が有利である。

好ましくは、他の実施態様で、前記流体は空気である。

前記作動装置は、反対に回転する二つのブラシを備えていることが有利である。

好ましくは、他の実施態様で、作動装置は、流体を前記乳頭に向けて噴霧するためのスプレーノズルを備えかつ反対に回転する二つのブラシを備えている。

本発明の位置付け法は、乳動物の乳頭に向かってほぼ水平のライトシートを誘導するのに 50

レーザを使用する。眼で観測する場合、このレーザのライトシートは、ライトシートの範囲内の各乳頭を横切る明るいほぼ水平のラインとして見え、および動物のその外の部分、例えば脚部などは、ライトシートの範囲内にあれば、別の前記のようなラインとして見える。

ビデオカメラは乳頭の方に向けられている。ビデオカメラの視軸線は、ライトシートの上方または下方でもよく、ライトシートの面の軸線と角度をなしている。便宜上、ビデオカメラは、ライトシートと通じて上方に向いている。レーザとカメラは、搾乳装置の支持体に取り付けられているので、互いに固定され全体として移動する。

ビデオカメラは、眼で見えるのとほぼ同じ画像を但しモノクロで受像する。次に、その画像は処理されて、視界に、各乳頭を横切って入る明るいラインを再生する（注：画像という用語は、操作中、画像が全く表示されなくても使用される）。画像から一つの乳頭が選択されるが、便宜上、動物の前部右の乳頭を選択すると、この場合、例えば英國特許第2,258,382号に記載されているような搾乳口ボットが、動物右前方から乳房に向けて動物の後方に向かって、乳房に近づき、そしてレーザとビデオカメラは、画図処理由來の情報による制御下で移動し、乳頭のそれぞれの明るいラインの画像の方に向かって移動して選択された乳頭に近づく。

この方法によれば、既知の位置に対する画像内の相対的位置によって、一つの乳頭が高い信頼性で他の乳頭から識別される。同様に、この方法によれば、乳頭を、バックグラウンド物体、例えば、脚部もしくは尾部または家畜小屋の一部または乳頭の領域に存在していることがあるわらなどの植物のような破片から、大きさまたは形または非写実的な位置によって識別することができる。また、この方法は、迷光および異なるレベルの周囲の照明に比較的影響を受けない。というのは、乳頭の光のラインは明るくて識別可能であり、そして適当なフィルターで特別に選択できる既知の波長の光だからである。

一実施態様で、レーザとビデオカメラは、搾乳口ボットの乳頭カップキャリヤの形態の搾乳装置支持体に取り付けられており、その結果、該口ボットは、該キャリヤに取り付けられた乳頭カップなどの装置を、選択された乳頭に高い信頼性で取り付けるのに充分近くまで選択された乳頭に近づくよう制御することができる。

残りの各乳頭に上記方法を繰返し使用することによって、それぞれのカップを各乳頭に取り付けることができる。さもなくば、残りの单一もしくは複数の乳頭の位置は、選択された乳頭の確認された位置および搾乳履歴を含む特定の動物に関する記憶された情報から推定できるので、最初の乳頭カップの取付けが成功すると、上記の方法を利用せずに乳頭カップを取り付けることができる。

用語“乳動物”は、本願で使用する場合、ウシ、ヒツジ、ヤギ、バッファローおよびウマなどのあらゆる種類の乳動物を意味する。

【図面の簡単な説明】

本発明の実施態様を、下記添付図面を参照して説明する。

図1は乳頭識別画像を作製する装置の概略図を示す。

図2は処理ステップのブロック図を示す。

図3は画像処理ハードウェアのブロック図を示す。

図4はカメラが捕捉した画像を示す。

図5は制御作動の流れ図である。

図6はレーザとカメラの取付け台の三つの立面図を示す。

図7は乳動物の乳頭が選択される順序の一例を示す。

図8aは作動装置の第一実施態様を示す。

図8cは作動装置の第三実施態様を示す。

図9aは、本発明の装置の作動装置の使用を説明するため、図4と同様に、カメラが捕捉した画像を示す。

図9bは、本発明の装置の作動装置の使用を説明するため、図4と9aと同様に、カメラが捕捉した画像を示す。

図10は作動装置によって行われる乳頭の移動を示す。

10

20

30

40

50

好ましい実施態様の詳細な説明

特定の実施態様を以下に、より詳細に説明する。

図1は、レンズ11を取り付けたVector Technology社（英国）由来の5ミリワットの装置のような小型レーザ10を示し、これは、照度が均一でかつ夾角が約60°～100°のライトシート12を提供する。このレーザは、直系が約12mmで長さが約75mmのチューブであり、かなり細い接続ケーブルを備えているが、乳頭カップキャリヤロボットのアーム13の外側末端に取り付けても、アーム13に対して過酷な追加の負荷にはならない。レーザ10は、ロボットアームのキャリヤ16に取り付ける場合、乳頭カップ15のマウス14の上方に短い間隔を置いて、ライトシート12を導くように配置される。

また、コンパクトな固体カメラ17も乳頭カップキャリヤ16に取り付けられている。このカメラは、レンズ18を取り付けた1/2インチ（12mm）のCCDカメラ（電荷結合デバイスカメラ）であり、垂直面内に90°の観測角を提供する。そのカメラは、垂直面内の観測角が90°のカメラである。このカメラは、ライトシート12に対して角度をなして配置され、その結果、その観測角の一方の端縁が乳頭カップ14のマウスの上または下方に、したがってライトシート12の下方に位置し、そして他方の端縁はライトシートの平面に対する垂線の後部に向いている。カメラ観測角をこのように配置すると、カメラからの距離が異なる被写体を識別するのに役立つ。

このカメラのビデオ性能は、25Hz（40ミリ秒／フレーム）フレーム速度で約400×400画素、または50Hz（20ミリ秒／フレーム）フレーム速度で約400×200画素の解像度である。角のレンズは、小アパーチャー（f16）でバックフォーカスを行う場合、被写界深度が300～50mmである。上記カメラの場合、この解像度は約4画素／度（degree）であり、450mの視野で、200mmにて約1mm解像度である。レーザの波長以外の波長の周囲光の影響を少なくするため、このカメラにはフィルターを使用してもよい。一般に2%帯域のフィルターが適している。

レーザ10を付勢する結線は20で示し、カメラ17に対する信号と付勢の結線は21で示し、そして乳頭カップに対する真空ラインは22で示す。ロボットアーム13は、英國特許願第2,226,941号もしくは同第2,258,382号に示されているタイプのもの、またはその外の適切なタイプのものでよい。ロボットアームに対する制御命令はカメラのビデオ情報から引き出される。

上記制御命令を引き出す代表的な方法を以下に説明する。カメラからのビデオのシングルフレームは、モノクロ画像として“グラブされ（grab）”て、処理され次いでメモリに読み取られ、画像中の各画素は、0（黒）から255（白）までの範囲の値の、記憶場所における8ビットの値で表される。好ましくは、ビデオの単一視野をグラブして処理しながら、次の視野を、リアルタイム処理ができるようにグラブする。乳頭の画像のまわりの限定された領域、例えば水平方向50画素×垂直方向10画素を用いて、走査される全画素を、全フレームの画素（512×512すなわち262144個）の代わりに、500個まで減らすことができる。その限定された領域の大きさは、50視野／秒までの視野速度で最適のトラッキングができるように選択される。画素値の平均値と分散値を計算し、それらを用いて画像の輝度のしきい値を求める。この情報によって、バックグランド（周囲）照度およびカメラの露出レベルの変化の影響を許容することができる。すべての画素をしきい値と比較する。しきい値より低い画素はすべて無視すれば、残りの画素はレーザストライプの画素である。これら残りの画素を試験して、しきい値より高く水平方向に隣接した画素があるかどうかを決定する。しきい値より高い画素は、ラインにまとめて、メモリ中に連結リストとして示す（これらのラインは画像の“ライン”ではない）。選択された（短い）長さより短いラインは、ショートオブジェクト（short object）または“グリッチ（glitch）”をフィルターすることによって除く。オーバーラップしている画像の連続行（successive row）をブラブ（blob）としてまとめ、オーバーラップしているラインの数が選択された数より少ないブラブを除いて、残ったブラブを、別の連結リストに記憶させる。

ここで、“実”ジオメトリーを、記憶させたブラブに適用して、各ブラブに対するXとYの値およびその大きさを確認する。ここで、大きさや位置から見て、乳頭を示さないと考

10

20

90

200

30

40

300

200

50

えられるプラブを除くことができる。狭すぎるかもしくは広すぎるかまたは動物の下側の間違った領域内にあって乳頭ではありえないプラブを考慮して、各種のルールを作つてこの段階に適用できる。

ここで候補の乳頭を、上記プロセスによって選択した乳頭の画像から確認する。一つの装置において、カメラは、乳頭の前方に乳頭のレベルで配置され、その画像を分析してカメラの画像を修正することができる。あるいは、カメラは、乳房の前方から中心線の後方に接近しながら、乳頭の画像が見られるまで上方に移動し、その乳頭画像は該中心線に対してほぼ左右対称であり、画像を分析することによって選択された乳頭が確認される。特定の乳頭の位置が確認されると、残りの乳頭の位置が同様にして画像によって確認される。勿論、これら乳頭は、乳頭の画像を、実際の動物の試料に基づいた平均の相対的な乳房の位置の“モジル”のような基準と比較することによって見つけることができる。10

上記の画像処理を達成するソフトウェアは、特許の特別に書き込まれたルーチンの混合物に基づいたものである。ハードウェアの装置は、MC68020プロセッサを使用するELTEC-68Kシステムに基づいている。16MHzにて、 512×512 画像アレイで、画像は5秒で処理できる。この速度の場合、乳頭取付けはかなりゆっくり行うことができるだけで全画像を処理しなければならないが、コンピュータの速度の最近の発達によって、明らかに画像は一層速く処理できる。限定された領域だけを処理しなければならない場合、この画像領域全体は一層頻繁に処理することができる。図2は、画像処理ステップの順序をブロック図で示し、図3は、画像の捕捉と処理を行う装置のユニットのブロック図を示す。

図3において、レーザストライプ発生機と番号31で示し、レーザストライプが生成する画像を観測するカメラと番号32で示す。これら両者はロボットアームに取り付けられ、そのアームの一部を番号36で示す。電力供給装置33が、必要に応じて、電気回路ユニット34と35およびカメラ32に通電する。ユニット35は、カメラ32からの画像情報を処理して、画像位置情報をユニット34に送り、そのユニット34は、ロボット（充分には図示していない）に対し出力37で制御情報を与える。電力と信号のケーブル38はともにロボットアームに保持されている。20

搾乳装置支持体を乳動物の乳頭の方へ案内する費用効率の高い方法を作り出すため、カメラが受像した画像の処理はできるだけ効率がよくなければならない。無制限の計算力と計算速度によって、搾乳装置支持体を走査するロボットがリアルタイムで乳頭の移動をフォローするのに利用する案内情報を生成するため充分に速く完全画像を処理することができる。30

しかし、このような装置は資源を浪費し、かつ設備の経費が著しく増大しかつ設備の複雑さが一層高まるであろう。

本発明の一実施例によって、処理の必要性を有意に減らし、しかもロボットに対し適当なリアルタイム案内の情報を提供する、上記のような設備を利用する一つの案内方法を、図4を参照して説明する。

支持体からのライトシートが、ロボットの移動によって、乳房と乳頭44、45、56、58の予想される全体位置に向かって移動するときに、カメラが作製する画像43を考える。この実施例では、ライトシートは動物の下側で、上方と後方に移動する。カメラとライトシートのジオメトリーのために、移動するライトシートが照明する被写体は、カメラに近ければ近いなど、画像が一層速く移動する。その画像には、支持された乳頭カップの真上の位置を示す概念上の不動点50が含まれている。不動点50は、画像41中の所定の位置、一般にその中心に固定されている。というのは、それは、レーザ、カメラおよび乳頭カップの支持体の“実”ジオメトリーの一部であるからである。不動点50は、好都合なことには、支持された乳頭カップが下方から近づくとき、適当な場合、通常の真空度によって助けられて、乳頭が乳頭カップ内に入る場所である。画像の端縁43はレーザによって照明されることはない。画像部分41は、乳頭が予想される場所として“実”ジオメトリーによって定義される部分である。画像部分41の上方の画像領域43は、余りに近すぎて乳頭が入らず、そして部分41の下方の領域は余りに離れすぎて乳頭が入っていない。画像部分41は幾何学的に、ロボット上の支持体の部分に連結され、その画像に示される領域は、ロボットが移動す40

るにつれて変化する。

画像部分41は、画像の頂部と下部の間のカラム40中の画像画素を、画像を横切って走査することによって（あるいは逆に走査することによって）検査する。この走査は、ロボットアームを上下に移動させることによって実施する。レーザとカメラは前記ロボットアームに固定されている。各カラム中で最も明るい画素は47、48、49、57、59として示してある。隣接するカラム中に並び、かつ連続走査で維持されているかのような一群の画素が見出されたとき、これは、カメラに最も近い乳頭に対する光の画像である可能性があると考えられる（単一の明るい画素が各カラムに仮定される。実際に、カラム中で垂直に隣接する少数の画素の“スティック（stick）”が見出され、そのスティックの輝度は、スティックにそってピークまで増大するかまたは平坦であり、飽和し次いで低下する。そのピークまたは平坦部の中央部は、有意な画素の位置とする）。グループ48、49、57、59は可能性のある乳頭候補として確認され、一方、グループ47は、乳頭としては大きすぎて胸部46から生じているとして除外される。次にグループ49が、最も近い乳頭があるから標的乳頭として選択される。ホースまたは家畜小屋の部分の反射像を示す画素は、類似の方式でまたはソフトウェア方式で除外することができる。10

明るい並んだ画素の適切な群49が、対象の乳頭すなわち標的乳頭44を示すと確認されると、この確認された画素グループを含み、画像部分が例えば約 30×100 画素の副画像42が定義され、次にこの副画像だけを走査して処理し、ロボットに案内情報を与えて、支持された乳頭カップまたは他の装置を前記画素グループの推定位置まで移動させる。この副画像42は、画像部分41内にあるが、画像部分41内の所定の位置に固定されているわけではない。動物の下方の領域を通って移動する支持体、光源およびカメラを考える。ここで画像部分41を考える。これはその中心またはその外の既知の選択された場所に不動点50を有している。また画像部分41には、対象の乳頭の画像は入っているが点50は恐らく入っていない、副画像42の相対的位置から引き出され、より具体的に述べればその中の乳頭画像49の中心の位置から引き出される。したがって、その装置で検査される連続画像で、前記案内情報の効果は、乳頭画像の中心を点50の方へ移動させる効果である。前記走査と処理を副画像にのみ限定することによって、ロボットの応答を改善することができる。図4に示す状態は上記の状態であり、副画像42と乳頭画像49の中心は点50から距離をおいて位置している。画像41は、概念的に三つの別個の領域51、52および53をもっている。領域53の点50を直接囲む領域であり境界線55で示されている。領域52は領域53を囲み境界線54で示されている。領域51は領域52を囲み、図に示すように画像41の端縁で境界が定められている。勿論、これを超える数のこのような領域を使用してもよい。こうして、画像49の中心は、点50から最も離れている領域51内にある。したがって、“エラー”が大きいので、副画像から引き出されるロボットに対する案内情報は、高い制御ゲインで与えられ、その結果、ロボットの位置は乳頭画像の中心の方へ迅速に修正される。ロボットが、この連続して行われる修正によって対象の乳頭に近づくにつれて、乳頭画像の中心は、境界線54を横切って、領域51から領域52内に移動する。ここで案内情報は低い制御ゲインで送られ、そのためロボットは少しゆっくりと接近する。乳頭画像の中心が連続的な修正によって領域53に入ると、制御ゲインとロボットのアプローチがさらに小さくなる。このようにして、トラッキングは、ロボットが対象の乳頭に近づくように調整され、その結果、ロボットが“乱調”またはオーバーシュートによって乳頭を“見失う（losing）”可能性が少なくなる。不動点50は、実際にはロボットアームと連携して、ロボットアームが移動中は不動点50も画像部分41内で移動する。例えばロボットアームが乳頭44の方へ移動した時、不動点50は副画像42内にある。好都合なことに、領域52は境界線54によって大きさが決められているので、不動点50は、確認された乳頭の位置から約50mm離れた位置にある。領域53の大きさは、点50が確認された乳頭の位置から約20mm離れた位置にあるような大きさである。カメラによって捕捉された画像43は 512×512 画素または 256×512 画素である。一般に、画像部分41は、それぞれ25フレーム/秒で処理された 400×400 画素または50フレーム/秒で処理された200画素幅 \times 400画素高さであり、そして副画像42は、適切な長方形の合計3000個の画素であり、例えば100画素幅 \times 30画素高さであり、40または50フレーム/秒で処理される20304050

。画像処理に機械コードを使用することによって、画像部分41全体を200msで処理することができる。この速度は、副画像として可能性のある乳頭画像を“捕捉”するのに充分に速い。また、一般に、並んだ最少8個の画素が“可能性のある”乳頭画像として処理されるグループとして適当であると考えられる。副画像が画像から選択されると、繰返し速度が上昇して、副画像は7msで処理でき、このことによって、乳頭が通常の動物の移動によって移動するときに乳頭をトラックするのに充分に速い繰返し速度が与えられる。必要な場合、画像41の一部、中間部分41および副画像42は中間ステップとして処理することができる。

動物はロボットがアプローチしている間、移動するであろう。乳頭の一般的な移動速度は、極めて激しい移動が起こらない限り、約100mm/秒であると推定される。移動が激しすぎるため乳頭の画像が、その時使用中の画像部分から外へ移動すると、アプローチ手順は、直ちにまたは適当な画像が再捕捉されない限りさらに期間をおいた後に終了する。
10

類似の方法が、乳頭洗浄装置と乳頭検査装置のような他の搾乳装置に使用できる。

図5は、本発明の方法にしたがって、乳動物の乳頭の方へ搾乳装置支持体を案内する方法の流れ図である。その方法はブロック70で始まる。この方法は、続いて、ブロック72で、動物には関係なく、前記支持体を固定された開始位置に向けて移動させる。この固定された開始位置は、例えば家畜小屋内の適切な位置でもよい。この固定位置は、動物の位置に関連はなくまた動物位置に依存もしていない。この方法は、続いて、ブロック74で、支持体からのライトシートによって、少なくとも一つの乳房が入っていると予想される領域を照明する。ブロック76における次のステップは、前記領域をビデオカメラで観測することによって、前記支持体から、画像を捕捉することからなるステップである。この方法は、続いて、ブロック78において、可能性がある乳頭候補（図4参照；44、45、56、58）を確認するため前記捕捉された画像を分析する。ブロック80における次のステップは、乳頭の候補が見つけられたかどうかを決定することからなるステップである。回答が否定回答の場合、すなわち乳頭候補が見つからなかった場合、この方法は、続いてブロック82で、支持体を移動させてブロック74で始まるステップを繰り返す。一方、回答が肯定の回答の場合、この方法は続いてブロック84に移る。このステップは、前記乳頭候補のうち一つを標的乳頭として選択することからなるステップである（図4参照；44）。この方法は、続いて、ブロック86で、前記標的乳頭の位置を確認する。ブロック88における次のステップは、前記支持体と支持された搾乳装置を前記標的乳頭に向けて誘導することからなるステップである。ブロック90における次のステップは、乳動物の前記4つの各乳頭が標的乳頭として選択され、前記支持体と支持された搾乳装置が前記4つの乳頭の各々に向かって誘導されたかどうかを確認することからなるステップである。回答が否定回答の場合、ブロック74で始まるステップを繰り返す。一方、回答が肯定回答の場合、この方法は、続いてブロック92で完了する。
20
30

図6は、レーザとカメラをロボットに取り付けることができる取付け台60の構成配置を示す背面図6a、側面図6bおよび正面図6cを示す。適切なカメラはPacific Corporation社のVPC465型であり、このカメラは、厚みが約5mmのアルミニウム製ハウジング内に入った40mm四方の装置であり、一方レーザは上記のレーザかまたはより小さい半導体赤レーザである。取付け台60は一部を切り取って傾斜面61にした直方体プリズムの形態のブロックである。このブロックは平面図が60mm四方の正方形で高さが約80mmである。面61は底面に対して約67°の角度で傾斜している。中ぐり穴62は底面と平行であり、面61の頂部の近くにある。中ぐり穴62はレーザをはめこむ大きさの穴である。穴63は、カメラをレーザから離してはめこむために作られる。中ぐり穴64はカメラの結線を入れるためのものである。このブロックは、アルミニウム製か、または充分に剛性の他の軽い材料製、プラスチック製でもよい。固定するため、適切なねじ立て穴を設ける。
40

図7は、乳動物100の乳頭を選択する順序の一例を示す。乳動物100は、上方から乳動物100の後部だけを、単に部分的にかつ図式的に示してある。また乳動物100の四つの乳頭102、104、106、108も図7に示してある。また、前記乳動物100の傍らに横列で配置された四つの乳頭カップ110、112、114、116も、図7に図式的に示してある。前記支持体を取り付
50

けたロボットアーム（図1参照）は、前記乳動物100の傍らに、但し四つの乳頭カップ110、112、114、116に対して反対側に設置されていると仮定する。ロボットアームは、例えば、乳頭カップ110を把持してそれを乳頭102に取り付けることによって作動を開始する。次にロボットアームは乳頭カップ112を把持しそれを乳頭104に取り付け、続いて乳頭カップ114を乳頭106に取り付け、最後に、乳頭カップ116を乳頭108に取り付ける。このロボットアームと四つの乳頭カップは、他の多くの方式で設置することができることは明らかである。最も重要なことは、乳動物の乳頭を選択する順序を、すでに取り付けられた乳頭カップが残りの乳頭カップの取付けを妨げないような方式で実行することである。

図8aは、少なくとも乳頭を移動させるため、前記可能のある乳頭候補が入っている領域を作動させる作動装置120の第一実施態様を示す。例示されている実施態様では、作動装置120は、乳頭カップを保持するロボットアーム13（図1参照）とは別個のロボットアームに配置されている。この作動装置120は反対に回転する二つのブラシ122、124を備え、そのブラシの間に乳頭を挿入させる。

図8bは、少なくとも乳頭を移動させるため、前記可能のある乳頭候補が入っている領域を作動させる作動装置130の第二の実施態様を示す。この実施態様で、作動装置130は、乳頭カップ14を保持するロボットアーム13のキャリヤ16に配置されている。この作動装置130は、前記乳頭に対して流体を噴霧するための複数のスプレーノズル132（スプレーノズルは1個しか示していない）を備えている。この流体は、液体、例えば水、または気体媒体例えば空気でもよい。

図8cは、少なくとも乳頭を移動させるため、前記可能性のある乳頭候補が入っている領域を作動させる作動装置150の第三の実施態様を示す。この実施態様で、作動装置150は、ウシ154を収容している家畜小屋の柱152に配置されている。この作動装置150は、前記乳頭に対して流体を噴霧するための複数のスプレーノズル156（1個のスプレーノズルしか図示していない）を備えている。その流体は、液体例えば水、または気体媒体例えば空気でもよい。

また、作動装置は、上記開示の実施態様を組み合わせたものでもよく、すなわち、その作動装置は、複数のスプレーノズルと反対に回転する二つのブラシを備え、液体および/または気体を乳頭の方に噴霧しつつ乳頭を機械で動かして洗浄することができる。

図8a～8cに開示した実施態様では、作動装置120、130、150がそれぞれ、乳頭カップを保持するロボットアーム13（図1参照）とは別個のロボットアーム、乳頭カップ14を保持するロボットアーム13のキャリヤ16、または家畜小屋の柱152に配置されている。作動装置120、130、150は家畜小屋の床の上に配置できることは明らかである。

上記説明の作動装置を使用する場合の主な利点は、乳頭が、移動している間または移動を行った後に、確認し易いことである。動物の胸部や家畜小屋内の設備などのように他のエラー源から乳頭を識別することは容易である。他の利点は、わらが洗い流されてエラー源が除かれることである。

図9aに、図4と同様に、カメラが捕捉した画像を示して、本発明の装置における作動装置の使用を説明する。図9aは明らかに図4に類似しており、類似の参照番号は類似の構造要素を示す。したがって、図4に対応する記載部分は、再度繰り返さない。支持体からのライトートが、乳房や乳頭44、45、56、58の予想される大体の位置に向かってロボットが移動することによって移動するときに、カメラが生成する画像43を考える。その画像の頂部と底部の間の画像画素40と、画像を横切って走査することによって画像部分41を検査する。各カラム中の最も明るい画素を47、49、57、59、142、146で示す。隣接するカラム中に並びかつ連続走査中に維持されているかのような画素の群が見つけられたとき、これは、カメラに最も近い乳頭に対する光の画像である可能性があると考えられる。最悪の場合、グループ47、49、57、59、142、146が可能性がある乳頭候補として確認される。この実施例では、群49、57、59は乳頭45、56、58から生じ；群47は脚部46から生じ；群142は家畜小屋の柱140から生じ；そして群146はわら144から生じる。このことは、わら144が乳頭候補として確認されているので、そのシステムが乳頭44を見逃すことがあることを意味する。この場合、制御手段が、作動装置120、130に信号を送り、その結果、作動装置120

10

20

30

40

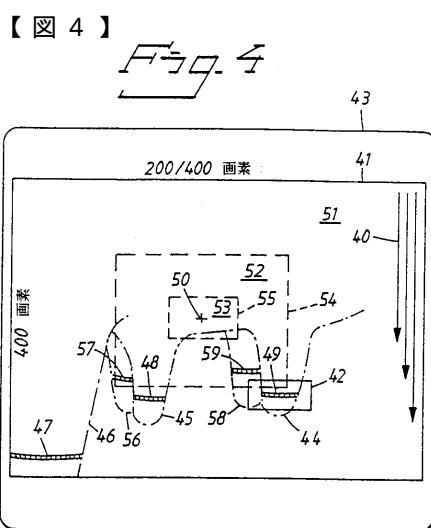
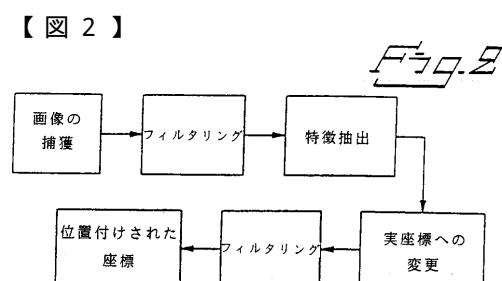
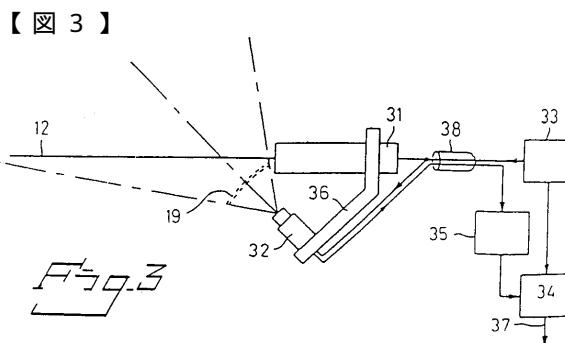
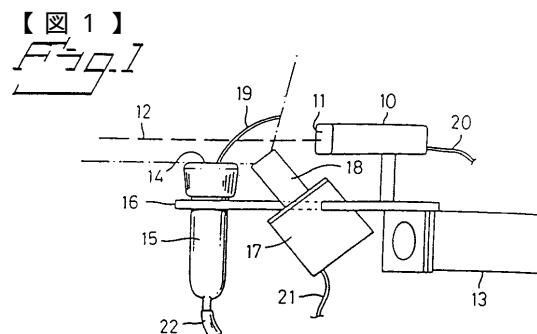
50

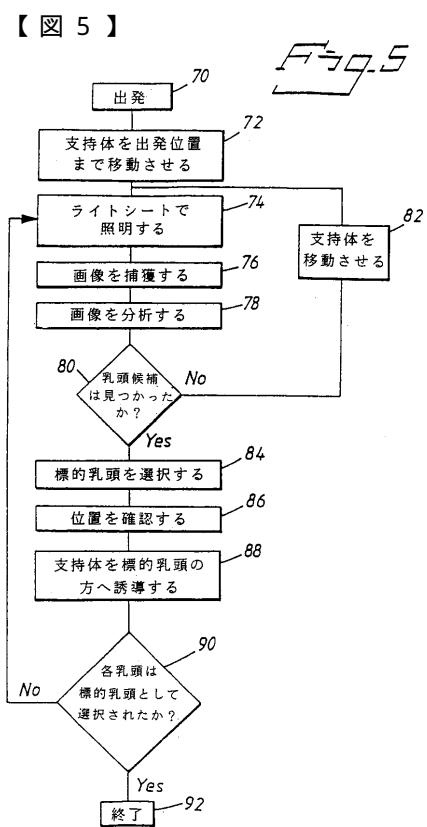
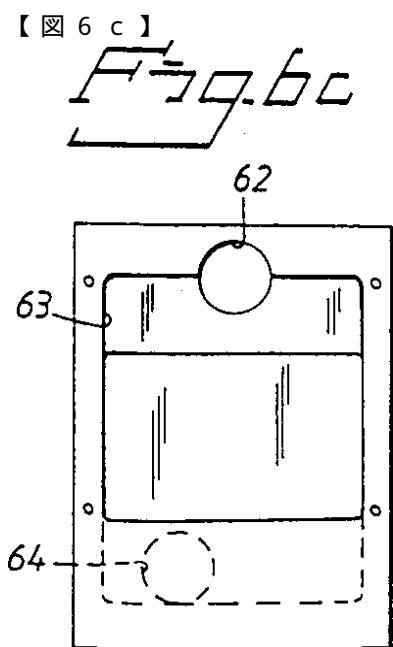
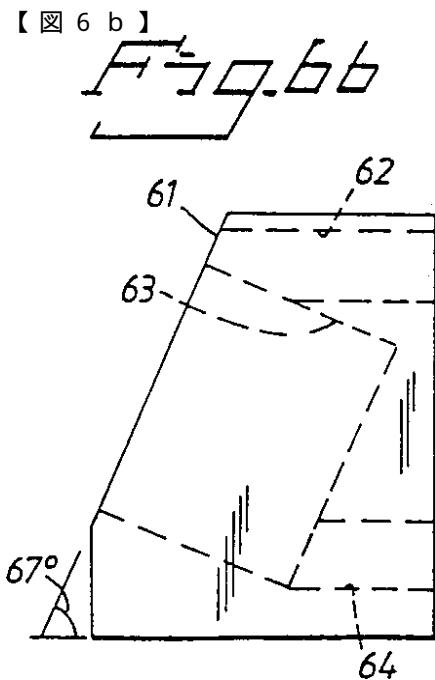
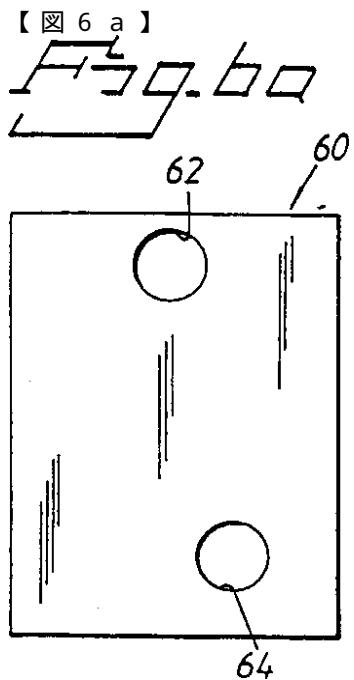
、130は、7個の乳頭候補が入っている領域に向かって移動する。例えば、作動装置120が、二つの反転ブシュ122、124を備えていると仮定する(図8a参照)。その作動装置が柱140と接触したとき、柱140は移動しないので群142は移動しない。作動装置120が乳頭45とわら144に接触したときに、わら144が乳頭45から離れたならば、群146は消失する。わら144が乳頭45から離れたとき、システムは、群48'を可能性がある乳頭候補として捕捉する。作動装置120が乳頭44、45、56、58を作動させるとこれら乳頭は移動を始める。乳頭は、前記移動を達成することによって、乳頭として確認される。

本発明の他の実施態様で、乳頭は、その特徴的な移動を行うことによって確認される。乳頭は、特徴的な方式で、すなわち、一般に乳頭が確認される時間間隔以内の頻度で移動している。このことは、群48、49、57、59もこの特徴的な方式で移動することを意味する。10 作動装置120が脚部46を作動させると、脚部46、具体的に言えば群47は移動しないが、脚部46が移動する場合、脚部46から生じる群47は、群44、45、56、58とは異なる“頻度”または移動パターンで移動する。

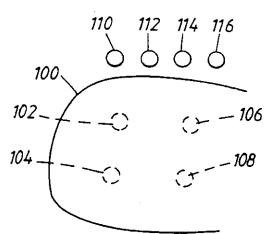
図9bに、カメラが捕捉した画像を示して、本発明の装置における作動装置の使用を説明する。図9bは明らかに、図4と9aに類似しており、類似の参照番号は類似の構造要素を示す。図9bでは、わら144が乳頭45の上に位置しているので群146はかなり広くなっている。最悪の場合、群146は、乳頭としては大きすぎると解釈される。やはり、作動装置がわら144を洗い流して、そのシステムは前記の場合と同様に乳頭45を確認する。

図10は、作動装置によって達成される乳頭の移動を示す。簡略にするため、一つの乳頭45のみを示す。図10に示す状態は、作動装置120、130が乳頭45とわら144を作動させた直後の状態である。わら144は乳頭45から除かれ、乳頭45は、特徴的な頻度で、矢印Aにしたがって前後に移動している。ここで制御手段は、すべての乳頭候補から乳頭を識別する。20 上記技術は、搾乳装置を乳動物に取り付けるのに有効でかる効率的な装置を提供する。

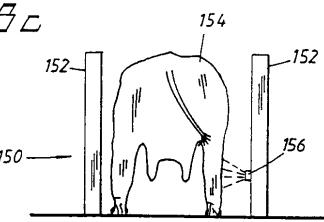




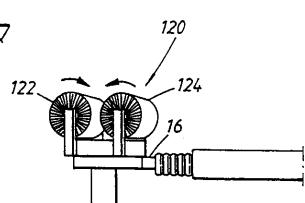
【図 7】



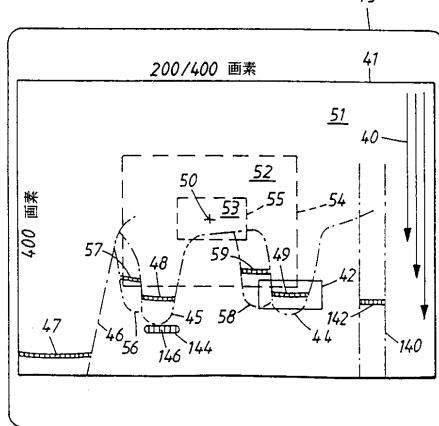
【図 8 c】



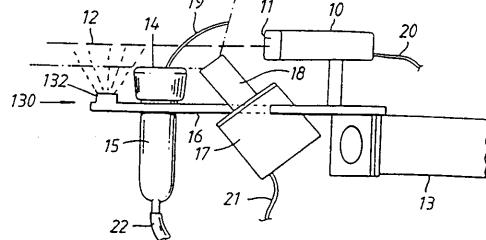
【図 8 a】



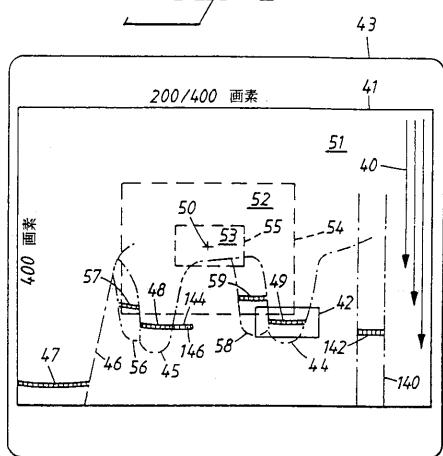
【図 9 a】



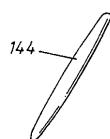
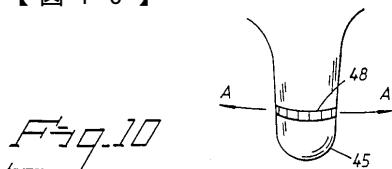
【図 8 b】



【図 9 b】



【図 10】



フロントページの続き

(74)代理人

弁理士 筒井 雅人

(72)発明者 ホール、ロバート クリストファー

英国、A L 5 0 X C ハーツ、ウェルワイン、ブルーベルズ 23

(72)発明者 リー、ステファン ロバート

英国、MK 45 1 A T ベッズ、フリットウィック、ウインドミル ロード 19

(72)発明者 スペンサー、ダイアン スザン

英国、MK 45 1 R X ベッズ、フリットウィック、ホーク クローズ 3

(72)発明者 ストリート、マイケル ジョン

英国、MK 40 4 D D ベッドフォード、カットクリフェ グローブ 34

(72)発明者 スtein、ヤン

スウェーデン、S - 125 33 エルヴィジエ、ヴィヴェルヴェーゲン 7

(72)発明者 エルネルフォルス、ベニー

スウェーデン、S - 175 64 イエルフェラ、エクヴェーゲン 20

審査官 高 美葉子

(56)参考文献 農業機械学会誌(1994),Vol.56,No.3,p.85-92

Lect Notes Control Inf Sci(1993),Vol.187,p.391-410

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A01J 1/00 - 27/00

JSTPlus(JDream2)