

新発想の乳房撮影用自動露出システム Flex AEC

辻 久男

(株)高津製作所 医用機器事業部 マーケティング部 〒604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町 1
(2006年4月10日受理)

New Automatic Exposure Control for Mammography, Flex AEC

Hisao TSUJI

Marketing Department Medical Systems Division, Shimadzu Corporation
1, Nishinokyo-Kuwabaracho, Nakagyo-ku, Kyoto 604-8511, Japan
(Received April 10, 2006)

Abstract : It is difficult to take proper mammography image concerning film density because the breast consists of soft tissue. Especially density of most dense part of the breast is important to read the mammography. FlexAEC is newly developed to get proper density by measuring density of the mammary gland. FlexAEC is effective though stabilizes the density of the film in an analog system, and, on the other hand, works effectively to stabilize X-ray dose in a digital system.

Key words : Mammography, Automatic Exposure Control

1. はじめに

乳房画像診断においては、従来フィルム・スクリーンを用いた、いわゆるアナログ式が主流であったが、X線画像診断のデジタル化の流れは乳房画像診断にも押し寄せてきており、CR装置又はFPD搭載のマンモ撮影が市場の3割以上の施設で使用されていると言われている。乳房画像の診断法に関しては、マンモグラフィ精度管理中央委員会がガイドラインとして、まずアナログ写真から確立され、次いでデジタル撮影された画像のハードコピーによる診断法に関して定められた。今後のモニタ診断の普及に伴い、モニタ診断に関するガイドラインの策定が急務となっている。

2. 乳房撮影の課題

乳房の組織間のX線吸収差が小さいため、マンモグラフィでは一般の撮影と異なる低エネルギー（低管電圧及びMoターゲット/Moフィルタ）のX線による撮影が行われる。さらに、画像コントラストを稼ぐために、高い γ 特性のフィルム・スクリーン系の写真が用いられ、かつ、最高濃度を4.0以上にした現像処理が行われる。この黒化度の高い写真を高輝度のシャウカステンで読影をすることによって、高い診断能を得ることができる。

マンモグラフィ精度管理中央委員会の推奨している写真においては、乳腺密度の最も高い部分の濃度が1.2~1.59としており、このような濃度で撮影された写真の診断能が高いとされている。この基準はデジタルマンモグラフィ装置で撮影され、ハードコピーされた写真においても適用されている。

乳腺密度の最も高い部分の濃度を適正にするには、マンモグラフィ装置に搭載されている自動露出器のX線センサの位置を、上述した乳腺部に合わせれば良い。しかし、術者においてはどこに乳腺密度の最も高い部分が存在するかを、外見から判断することは非常に困難である。術者は、撮影する乳房の真ん中でやや乳頭に近いセンサを選択する

か、触った感触で乳腺部を探しているのが現状である。

一方、デジタルマンモグラフィ装置では、写真の濃度を自動又は手で撮影後に調整可能となっているので、濃度を合わせるとの観点からすれば、自動露出のX線センサの位置をそれほど厳しく合わせる必要はない。しかし、X線センサの位置が適切でなかった場合、必要以上のX線照射を招いて過度な被曝を被験者に与えてしまったり、X線量が足らずに写真全体がノイズの多い診断能の低い写真になったりする恐れがある。デジタル式であっても自動露出は重要な機能であることになら変わりは無い。

3. 自動露出機構 Flex AEC の原理

前述した問題を解決するために、従来にない発想で考えられたのが、乳房X線撮影装置 SEPIO Stage 及び SEPIO Prime に搭載可能となっている自動露出機構 Flex AEC である。新しい発想は、装置が全て自動で乳腺密度の高い部位を判断して、その部分の濃度を適正にすることにある。すなわち、術者のX線センサの選択がなく、かつ、最適濃度を得る自動露出の構築である。このため、装置には48個のX線センサを配置し、そのセンサに入射したX線強度からセンサ上の乳房組織の乳腺含有率を自動的に判断し乳腺密度の分布を測定する(図1)。自動露出に使うセンサは、複数あるなかで乳腺密度の高いものを使うことによって、乳腺密度の最も高い部位の濃度を安定させることが出来る。

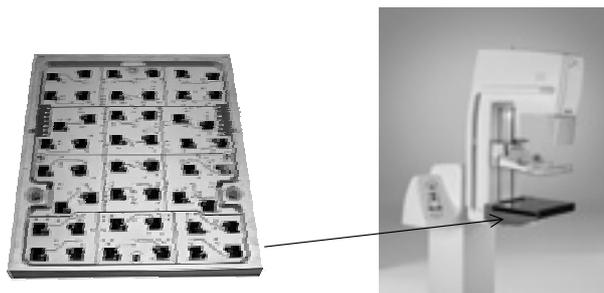
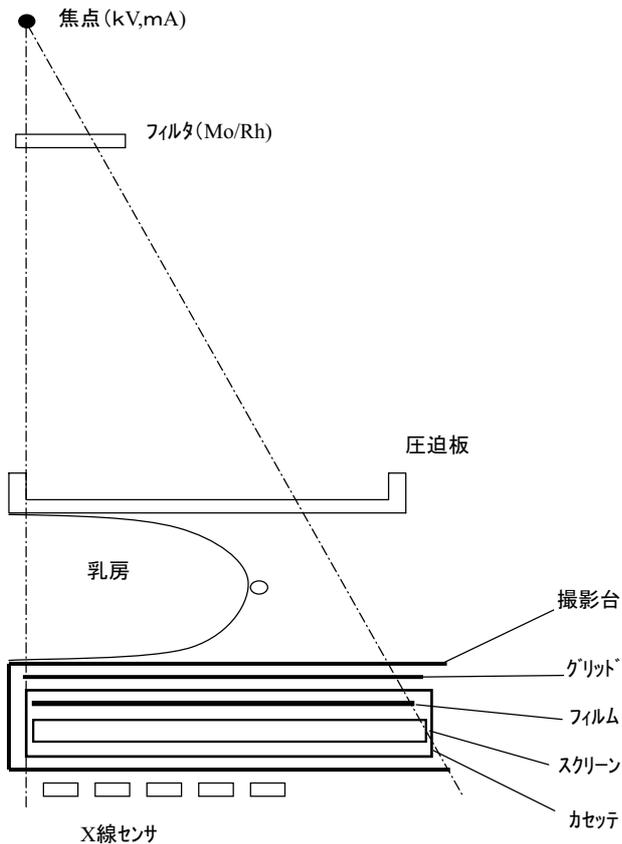


図1 乳房X線撮影装置とX線センサーの外観

X線管装置から照射されるX線の強度は、管電圧、管電流及びフィルタによって決まる。一方、X線センサまでのX線の減衰は、X線焦点に近いほうから圧迫板、乳房組織、撮影台、グリッド、カセット及びフィルム・スクリーンが存在して、X線センサに透過したX線が入射する。ここで、乳房組織以外は装置固有のものであり、X線の吸収率は既知であるが、乳房組織のみが被写体によって異なる。しかし、乳腺や脂肪のX線吸収率は既に知られているので、乳房の厚さが分かれば、X線センサに入射したX線強度を求めることにより、どれくらいの乳腺と脂肪の含有率の組織を透過したX線かを求めることが出来る。



X線センサの強度から乳房組織の乳腺含有率を求め、乳腺密度の高いセンサを自動的に機械が選択すると説明したが、これらの作業はいわゆるX線のプレ曝射では無い。つまり、X線曝射開始の直後に前述の作業が行われ、自動的に最適なセンサが48個の中から選択され、それらのセンサに入射するX線量が最適な値に達したときX線の遮断が行われる。

各センサの乳腺含有率の測定例を図3に示す。乳房撮影装置にPCを接続することで、各センサの計測結果を読み取ることができ、各センサの乳腺含有率は0~100%の数値で示される。

48個のセンサで直接線が入射したものは示されず、またインプラントのようにX線吸収率の高いものも表示されない。

さて、X線センサをどのようにして選ぶかであるが、現在の次の2つのモードが選択(据付時)できるようになっている。

(1) アブソリュートモード

計測されたX線センサの中から乳腺含有率の高い順に指定された個数(据付時)まで選択するモードである。2個と

指定してあれば、数値の高い順に2個のセンサが選択される。

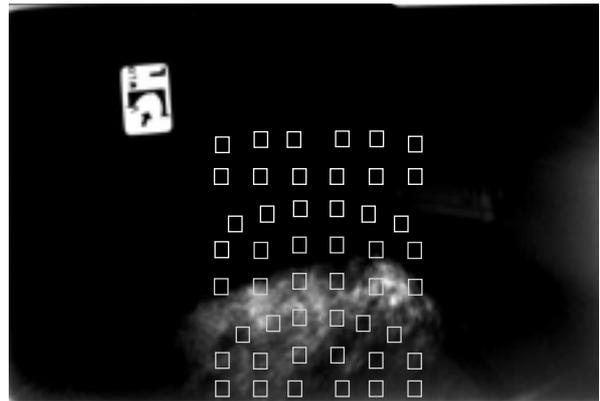
(2) パーセンテージモード

乳腺含有率の高い順から領域を決めるパーセンテージを指定(据付時)する。例えば、90%と指定すると数値の高い順から選択されていき、選択されたセンサの平均値が90%になるまで指定されていく。

図4にパーセンテージモードの例を示す。最も高い乳腺含有率のセンサが75%であったので、この値の90%すなわち

$$75\% \times 0.9 = 68\%$$

になるまで、順にセンサを選択していく。



(a) 臨床写真とセンサの配置



(b) 各センサの測定例

図3 Flex AECの乳腺含有率測定例

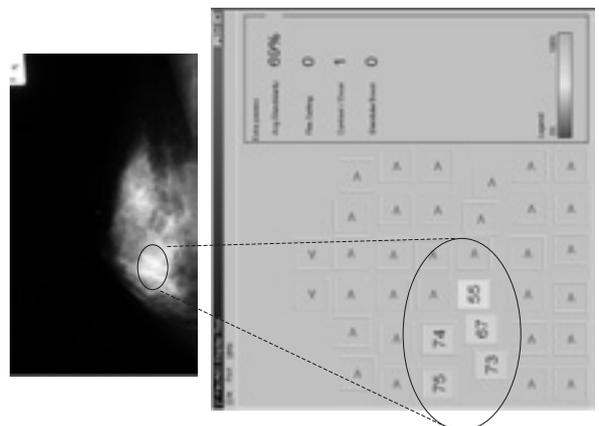


図4 Flex AECのX線センサ選択例

4. Flex AEC の有効例

48 個のセンサが 8cm×10cm の広い範囲に分布しており、様々な乳腺に有効となる。

(1) 乳腺実質が外にある場合

図 5 のように乳腺の実質が中心部より外に存在する例では、従来の X 線センサーであれば 1 番又は 2 番を選択しても、乳腺実質を的確に捉えることはできない。Flex AEC では、複数のセンサの内、乳腺含有率の高いセンサが自動的に選択されるので、乳腺の実質を的確に捉えることができる。

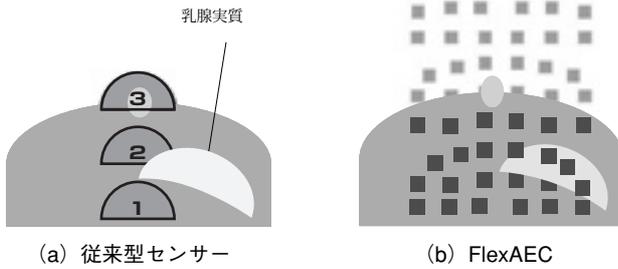


図 5 乳腺実質が外にある場合

(2) 小さい乳房の場合

図 6 のように小さな乳房の場合や男性の乳房を撮影する場合、従来の X 線センサー方式では胸壁部に近いセンサを選択しても、直接 X 線が入射して X 線が早く切れてしまい所定の濃度を得ることができない。Flex AEC では、個々のセンサが小さくかつ胸壁部近くまで配置されているので、適切な濃度を得ることができる。

その他、X 線吸収率の高いインプラントを埋めている場合でも、Flex AEC は乳腺以外と判断してその部分のセンサを用いないため、適切な濃度の写真が得られることが期待できる。

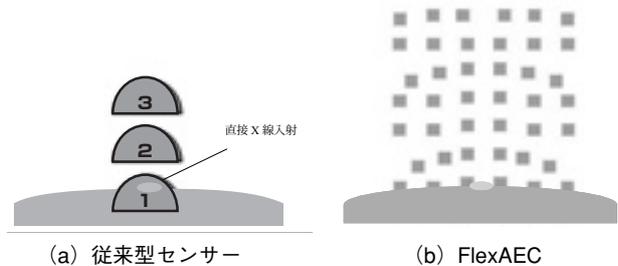


図 6 小乳房の場合

5. Flex AEC の効果

これまで述べてきたことから、Flex AEC は従来の自動露出に比べて以下の特長を挙げることができる。

(1) 検査時間の短縮

術者は X 線センサを選択する必要がないので、ポジショニングへ集中することができ、検査時間の短縮に繋がる。本方式と従来方式との比較で検査時間の短縮の効果が報告されている。

(2) フィルム濃度の安定化

本方式では、乳腺密度の高い部分の X 線センサを用いて濃度を安定化させるので、マンモグラフィ精度管理中央委員会のガイドラインで推奨されている、 $D=1.2\sim 1.59$ の濃度が高い精度で得ることができる。従来型と本方式を 100 例ずつ比較して、従来場合は 49% と約半分が上記の濃度範囲に入っていたのに対して、本方式では 72% と高い頻度で適正な濃度に入ったとの報告もある。

(3) 様々な乳房に対応

乳腺の分布による違いや乳房の大きさによる差はもちろんのこと、X 線吸収の高いインプラントを埋められている被験者の場合でも適正な濃度を得ることができる。

6. まとめ

乳房 X 線撮影装置 SEPIO Stage 及び SEPIO Prime に搭載可能な全く新しい発想に基づく自動露出システムである Flex AEC を紹介した。術者は X 線センサの位置を選択することなく、マンモグラフィ精度管理中央委員会の推奨する適正濃度の写真を安定して得ることができる。今後ますます乳がん検診の受診者の増加が見込まれるが、高いスループットが要求される集団検診で本自動露出システムが威力を発揮することを期待する。

参考文献

- [1] マンモグラフィにおける乳がん検診の手引き (第3版) : 日本医事新報社, 2004 年 8 月.
- [2] 房常朋視: Sepio Prime システムを搭載した新造マンモグラフィ検診車について, MEDICAL NOW, 57, 40-43, 2005.
- [3] 山内卓郎: 乳房撮影装置の新しい AEC システム (Flex AEC) の改良, MEDICAL NOW, 58, 21-23, 2006.