The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	極微小固定焦點管球の試作(X線擴大撮影法の?究 第13報)
Author(s)	高橋, 信次; 渡邊, 令; 田中, 正道
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1955, 15(9), p. 838-842
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19797
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

極微小固定焦點管球の試作
(X線擴大撮影法の研究　第13報)

名古屋大學醫學部放射線醫學教室
高橋信次　渡邊　令
東芝マツダ研究所
田中正道

(昭和30年8月3日受付)

緒　言

自己バイアス方法による微小焦點での直接擴大撮影法に就いては既に發表したが[1)2)3)4)]，その場合使用したX線管球は市販のSDW—6KW管球であり，得られた焦點の大いさは0.15㎜～0.13㎜であつた[2)]．又，高壓撮影は行わなかつた．今回は更に極微小焦點を得るためのX線管球を試作し，それに高壓撮影を併用して擴大率の大なるX線撮影を行つたので報告する．

使用したX線發生裝置及びバイアス裝置

實驗に使用したX線發生裝置は東芝製の高壓發生裝置（半波整流）であり，そのバイアス裝置として加熱線條と集束電極との間に別に小變壓器と蓄電器とを用いた結線を施した．

試作せるX線管球

今回試作せるX線管球は3本であり，A管球，B管球，C管球に分けてその構造の概要を述べる．之等の管球は何れも余等の三極X線管球である．各管球の長さ，外徑，及び外觀は從來の6KW等のX線管球と異なる處はない．たゞ，A管球は從來のX線管球に比してその加熱線條螺線と對陰極との距離は變りないが，加熱線條螺線は密で小さく，集束筒の徑も小さい．對陰極に印せられた焦點は線狀でバイアスをかけない場合の實効焦點の大いさはピンホールで計測したら2㎜×2㎜であつた．

B管球はその加熱線條螺線の形狀はA管球と同じであるが，加熱線條螺線と對陰極との距離はA管球より大であり加熱線條螺線は圓筒狀の集束筒内に深く位置している．その焦點は點狀でバイアスをかけないときの實効焦點の大いさは0.5㎜の徑の圓形であつた．C管球は加熱線條螺線の形狀，及び加熱線條螺線と對陰極との距離はB管球と同じであり，やはり加熱線條螺線は集束筒内に深く位置している．その集束筒は相對する2カ所に陰極に向つて約1.5㎝×1.5㎝の切込を持つた特有の形をしている．焦點はA管球とB管球との中間とも云うべき形をしており，バイアスをかけない場合の實効焦點の大いさはピンホールで計測したら1.3㎜×0.5㎜であつた．何れの管球も實驗の結果は管球電壓125KV迄の耐壓を有していた．

實驗及び實驗結果

以後，管球加熱線條—集束電極間電位差をバイアス電壓と呼ぶことにする．

實驗第1

a) バイアス電壓と管球電流との關係について．

前述のバイアス裝置でバイアス電壓を次第に大きくすると管球電流はどの様に變化するであろうか．今，夫々の管球について管球線條加熱電流を一定にして，バイアス電壓を0Voltより次第に増していつたときの管球電流の變化を管球電壓60KV，125KVの二つの場合について調べたら第1圖の如くであつた．卽ちバイアス電壓を増してゆくと管球電流は減少するものである．又，同一管球で同一バイアス電壓の時は管球電壓の高い方

が管球電流は多く流れる.

b) バイアス電壓をかけたとき得られる集點の大いさとそのときの管球電流との關係について.

使用したバイアス裝置によるとバイアス電壓は制御裝置で自由に調節が出来，その値は電壓計で直接讀みとれる樣になつている．この場合同一管球電壓でバイアス電壓を一定にしておいて管球電流のみを變えてゆくときその得られる焦點の大いさは異つてくるかを調べた.

SDW—6KW管球で管球電壓60KV，バイアス電壓 400Volt として管球電流 10mA，22mA のときの焦點の大いさを0.12㎜の徑のピンホールで計測したら3㎜× 2.5㎜で同じであつた．管球電壓 80KV，バイアス電壓 700Volt で管球電流9mA，22mA のときの焦點の大いさは3㎜× 1.7㎜で同じであつた．卽ち同一管球電壓で同一バイアス電壓のときはその得られる焦點の大いさはそのときの管球電流の大小には關係なく同じ大いさであることがわかつた.

實驗第2

自己バイアス方法による場合と今回使用したバイアス裝置による場合とでその微小焦點作成上の相違はどうか.

自己バイアス方法に依つて微小焦點を得る場合には管球回路の加熱線條と集束電極との間に抵抗を入れることによりバイアス現象を起して電子束を絞り微小焦點を得るのであつてその際バイアス電壓は回路に入れた抵抗値Rとそのときの管球電流Aとの積 RA Volt で表わされる．この樣な自己バイアス方法に依つて微小焦點を得た場合と今回の結線方法が微小焦點を得た場合とを比較して兩者のバイアス電壓が同じであるときその焦點の大いさは同じであるか否かを調べた．SDW—6の管球を使用して管球電壓60KVで管球回路の加熱線條と集束電極間に40KΩ の固定抵抗を入れて自己バイアス方法にしたときその焦點の大いさはバイアス電壓 400Volt では3㎜×1.7㎜ であり，バイアス電壓700Volt では3㎜× 1㎜ であつた．管球電壓80KVではバイアス電壓 400Volt で3㎜× 1.5㎜，バイアス電壓 700Volt で3㎜× 0.5㎜であつた．次に固定抵抗をはずして前記の結線にしたときの焦點の大いさは管球電壓60KV ではバイアス電壓 400Volt で3㎜× 2.3㎜であり，バイアス電壓 700Volt では 3㎜× 1.7㎜であつた．管球電壓80KVではバイアス電壓 400Volt で3㎜× 2.5㎜ であり，バイアス電壓 700Volt では3㎜×2㎜ であつた．之等の焦點の計測は徑0.12㎜のピンホールカメラで計測したものである．このことから自己バイアス方法による場合と今回使用したバイアス裝置による場合とで焦點の大いさの變化のしかたを比較するとバイアス電壓が同じであつてもその焦點の大いさは兩者で異なり自己バイアス方法の方が小さかつた.

實驗第3

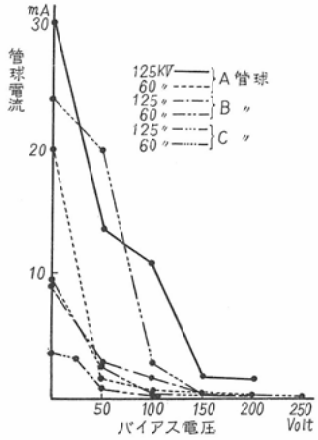
バイアス電壓と焦點の大いさとの關係

A，B，C管球についてバイアス電壓を増してゆくと焦點はどの程度迄微小になるかを調べた．それには焦點の解像力を計測してそれから焦點の大いさを逆算して算出する方法をとつた．この爲，銅線のテストチヤートを作つた．これは徑が0.1㎜から0.04㎜迄の0.01㎜毎の徑差のある銅線を同徑のもの3本宛それぞれの徑と等間隔に並べたものである．このテストチヤートを被寫體として次第にバイアス電壓を加えて行つて直接擴大撮影を行つた．その場合明らかに3本として識別出來る針金の徑をdとすると焦點の解像力rはr=$\frac{1}{2d}$で表わされる．又，焦點被寫體間距離をm，被寫體フイルム間距離をnとするとそのときの焦點の大いさaは$n<\frac{2d}{a-2d}\cdot m$ で表わされる[2]．各管球について調べた結果これらの値は第1表の如くであつた.

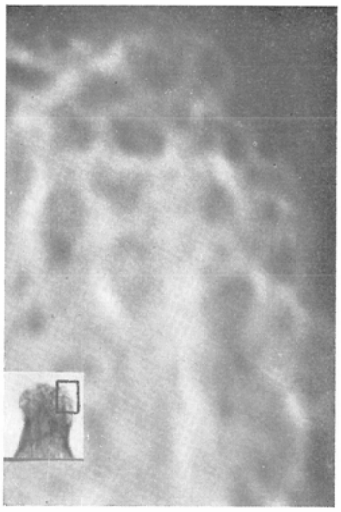
第 1 表

管球	管球電壓	至適バイアス電壓	d	n:m	焦點の大いさ
A	60KV	50Volt	0.05	2	<0.13
	125KV	175Volt	0.07	2	<0.19
B	60KV	75Volt	0.04	5	<0.094
	125KV	200Volt	0.04	5	<0.094
C	60KV	95Volt	0.04	9	<0.088
	125KV	250Volt	0.04	9	<0.088

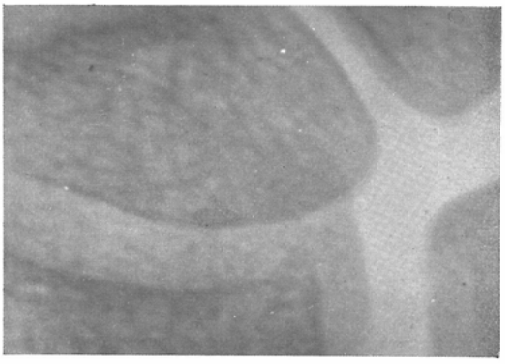
第1圖　バイアス電壓と管球電流との關係



第2圖　趾骨單純寫眞及び15倍直接擴大寫眞(密着燒付)



第3圖　健康成人腕關節6倍直接擴大寫眞(密着燒付)



以上の如くしてバイアス現象により電子束が絞られ微小になつた焦點の管球を使用して人體關節部,胸部等の4倍,6倍の直接擴大撮影を行つてみたが鮮鋭な寫眞が得られた．胸部6倍擴大撮影の條件は管球電壓125KV，焦點フイルム間距離100cm，1.5mAS，增感紙極光高壓用增感紙，さくらYタイプフイルム，ルシデツクス使用である．更にC管球を使用して趾骨の15倍直接擴大撮影を行つたがかなり鮮鋭な寫眞が得られた．この場合の撮影條件は管球電壓 125KV，焦點フイルム間距離 130cm，0.8mAS，增感紙極光高壓用增感紙，さくらYタイプフイルム使用である．

焦點の荒れについて．

各管球とも直接擴大撮影を行つてゆけば次第に焦點が荒れてくる．管球電壓60KVより 125KV迄の間で通電したるにA管球ではバイアス電壓をかけて 170回の通電卽ち55KV 6mAS 60回，70KV 7mAS 60回，90KV 7mAS 25回，125KV 2mAS 20回の通電で焦點の中央部に凹凸を生じ横線が認められる樣になつた．B管球ではバイアス電壓をかけて150回の通電卽ち60KV 2mAS 15回，70KV 2.5mAS 105回，90KV 2.5mAS 15回，125KV 2mAS 15回の通電で焦點の中央部に圓形のえぐれた樣な凹みを生じて來た．C管球では 190回の通電卽ち 60KV 2mAS 50回，70KV 2mAS 90回，125KV 2mAS 40回の通電でやはり焦點の中央部に圓形のえぐれた樣な凹みを生じて來た．

考　　按

X線管球に於て加熱線條より發出する電子束をバイアス現象にて絞つて加熱線條と集束筒にかゝる電位を變化させ，對陰極の焦點を次第に微小にしてゆく，所謂バイアス管球を使用して，臨床的に擴大撮影に應用した結果を1953年末に餘等は始めて發表した[1]．當時外國で行われていたのはこの樣なバイアス現象による可變焦點管球ではなく，その焦點の大いさも 0.3mmと稱せられ，從つてその擴大率は2倍迄であつたが[6)~12)]，余等は市販のSDW—6KW管球を改造する事に依つて0.15mm～0.13mmの焦點を得ることが出來たから，

その擴大率は3倍迄可能であつた.

昨年の8月, Aderhold と Seifert は可變焦點管球を製作して, 焦點の大いさを 0.3mm～0.03mm 迄にすることが出来たと報告し4～11倍の各種直接擴大寫眞を供覽している[5]. その管球焦點については正確な記述はないが, 制御卓子の位置で, 自由に焦點を可變にすることが出来ると述べていることは, 余等の可變焦點の原理と相違はないものと考えている. 又その焦點を0.03mmと稱しているがその大いさをきめた方法についても何等記述はない.

余等の今回の管球の焦點の大いさは80μ臺以下である. そしてその15倍直接擴大撮影寫眞は甚だしく暈けた感じはなく, 觀察に堪えるものと考えている. 余等は今回バイアス電壓を一定に保たせる爲に加熱線條と集束電極との間に, 別に小變壓器と蓄電器を用いた結線を施したが, 之は加熱線條と集束電極との間に固定抵抗を入れる方法に比べてそのバイアス電壓は管球電流と無關係であるから, 實際臨床的には合理的だと考える. 然してこの結線方法と固定抵抗を入れる方法とを比較して同一管球電壓で同一バイアス電壓でもその焦點の大いさが異つてくるのは固定抵抗を入れる方法ではその固定抵抗値の個性差, 管球電流を正確に讀みとることが困難な爲に起因すると考えられる. 前報に比べて焦點の荒れが何れも急速に起つているのは焦點が其れ丈小さくなつているからである. 焦點が微小になれば, 從つて管球容量が急速に小となることは Seifert も認めていることである. 前報の余等の管球焦點が荒れてこなかつたのは丁度低下した容量の範圍で管球を使用した爲であつたと考えられる. 此の管球容量の低下は高壓撮影の實施と, 固定焦點を廻轉陽極化する必要を敎えるものである.

結　論

バイアス方法によつて極微小焦點を得る爲に加熱線條, 集束筒, 焦點を改造した特殊なX線管球を試作した. 之等の管球を用いてバイアス電壓を管球電流と無關係に保つために加熱線條と集束電極間に小變壓器と蓄電器とを用いた結線を施して實驗の結果, 至適バイアス電壓で80μ臺以下の極微小焦點を得ることが出來た. この極微小焦點で實際に人體腕關節部, 胸部の6倍直接擴大撮影を行つて鮮鋭な寫眞が得られた. 更に趾骨15倍直接擴大撮影を行つたがかなり鮮鋭な觀察に耐え得る寫眞が得られた. 然してこの様な極微小固定焦點では矢張り管球焦點は荒れてくるものである.

(本研究は文部省試驗研究費の援助に依る. 感謝の意を表す, 高橋信次)

(本研究に對しテストチャートを試作提供せる Canon 社田澤進氏の好意に感謝す)

文　獻

1) 高橋信次, 小見山喜八郎: 日醫放誌, 14, 3, 220～226 (昭29). —2) 小見山喜八郎: 日醫放誌, 14, 8, 487～494(昭29). —3) 松田忠義: 日醫放誌, 14, 12, 767～773(昭29). —4) 吉田三毅夫: 日醫放誌, 15, 2, 91～99(昭30). —5) K. Aderhold u. L. Seifert: Fortschr. Röntgenstr. 81, 2, 181～194 (1954). —6) Wood E.H.: Radiology 61, 382～389(1952). —7) Zimmer: Fortschr. Röntgenstr. 78, 2, 164～169(1953). —8) Büchner: Fortschr. Röntgenstr. 80, 1, 71～87 (1954). —9) K. Werner u. W. Bader: Fortschr. Röntgenstr. 80, 1, 87～90(1954). —10) P. Fries u. E. Liese: Fortschr. Röntgenstr. 80, 1.97～104 (1954). —11) W. Hellriegel: Fortschr. Röntgenstr. 80, 4, 514～520 (1954). —12) E. Muntean: Fortschr. Röntgenstr. 81, 6, 812～817 (1954).

Ultra small Focal Spot Tube applied to clinical Use

By

Shinji Takahashi and Tsukasa Watanabe
(Department of Radiology, University Hospital, Nagoya)
Masamichi Tanaka
(Matsuda Institut, Toshiba Electric Company, Tokyo)

Summary

Three types of fixed anode tube with ultra small focal tube were produced by us on trial. As our previous experiences show, the small focal spot tube is made effectively and easy when the bias phenomen of electron beam emitted from the heating filament is used. We produced three types of X-ray tube of fine and small heating filament inserted in deep focusing cap. Driving the X-ray, we measured the size of the focal spot by using our test chart up to 0.03 mm in diameter. The focal spots were counted from 130μ to 190μ, 94μ and under 80μ in size respectively.

Using this focal spot under 80μ in size we took directly a roentgenogram of the toe phalanx in 15 times enlargement and hand joint in 6 times enlargement, and the chest of adults in 6 times enlargement under the exposing condition of 125 KV. of the tube terminal, 1.5 mas of tube current, focal spot-film distance of 100 cm.

These roentgenograms beared to clinical use in kontrast and sharpness of the lung marking. (read at the 14th Japan Radiol. Congress held at Kyoto 2. April, 1955)
(received for publication: 1. Aug. 1955)