



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **390 525 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 4319/80

(51) Int.Cl.⁵ : **H01J 29/70**
H01J 29/51

(22) Anmeldetag: 26. 8.1980

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1989

(45) Ausgabetag: 25. 5.1990

(30) Priorität:

27. 8.1979 US 070311 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

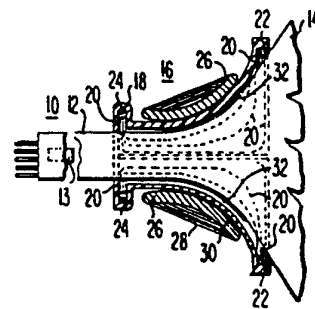
DE-052823598 US-PS4117434

(73) Patentinhaber:

RCA LICENSING CORPORATION
08540 PRINCETON (US).

(54) FARBFERNSEH-WIEDERGABEEINRICHTUNG

(57) Eine Farbfernseh-Wiedergabeeinrichtung enthält eine Bildröhre (10), die eine in ihrem Hals (12) dem Bildschirm gegenüberliegend angeordnete Inline-Elektronenkanonenanordnung (13) zur Erzeugung von drei Elektronenstrahlen aufweist. Ein mit der Bildröhre verbundenes Ablenkjoch (16) erzeugt astigmatische Ablenkkfelder für die Erzielung der Konvergenz der Elektronenstrahlen an allen Punkten auf dem Bildschirm. Die astigmatischen Felder haben Ungleichförmigkeiten-Ausgleichsfunktionen bei geringen Spitzenamplituden, um die Empfindlichkeit der Strahlkonvergenz gegenüber der Stellung des Ablenkjochs (16) in bezug auf die Elektronenstrahlen zu verringern, sodaß eine Relativbewegung zwischen dem Ablenkjoch (16) und der Bildröhre (10) keinen Einfluß auf die Konvergenz hat.



AT 390 525 B

Die Erfindung betrifft eine Farbfernseh-Wiedergabeeinrichtung mit einer Bildröhre mit einer im Hals der Bildröhre angeordneten und dem Bildschirm gegenüberliegenden Einrichtung zur Erzeugung von drei Inline-Elektronenstrahlen und einem Ablenkjoch, das auf diesem Hals angeordnet ist und ein Eintritts- und ein Austrittsende und um die Bildröhre verteilt angeordnete Horizontal- und Vertikalablenkleiter aufweist.

Die Erzeugung von farbigen Bildern in Farbfernsehbildröhren erfolgt durch Elektronenstrahlen, die auf Leuchtstoffe auftreffen, welche unterschiedliche Emissionswellenlängen aufweisen. Normalerweise werden Leuchtstoffe verwendet, die rotes, grünes bzw. blaues Licht emittieren und in Dreiergruppen angeordnet sind, welche jeweils einen Leuchtstoffbereich für jede der drei Emissionsfarben enthalten.

In der Bildröhre, werden die Leuchtstoffe der drei verschiedenen Farben jeweils durch einen Elektronenstrahl zur Lichtemission angeregt, der nur auf den Leuchtstoff der zugehörigen Farbe auftreffen soll. Die Elektronenstrahlen können daher mit der Farbe bezeichnet werden, die der von diesem Elektronenstrahl angeregte Leuchtstoff emittiert. Die Fläche, die von einem Elektronenstrahl getroffen wird, ist im Vergleich zu einem Leuchtstoffbereichtripel verhältnismäßig groß und jeder Elektronenstrahl erregt an jeder Stelle des Bildschirms den Leuchtstoff der betreffenden Farbe in mehreren Tripeln. Die drei Elektronenstrahlen werden durch drei Strahlerzeugungssysteme erzeugt. Die Strahlerzeugungssysteme sind im Halsteil der Bildröhre gegenüber dem die Leuchtstoffe enthaltenden Bildschirm angeordnet. Die drei Strahlerzeugungssysteme sind so orientiert, daß die unabgelenkten Strahlen die Strahlerzeugungssystemanordnung auf konvergierenden, auf den Bildschirm gerichteten Strahlwegen verlassen. Für eine getreue Farbwiedergabe einer Szene auf dem Bildschirm ist es erforderlich, daß die Strahlpositionen bezüglich der Bildröhre hinsichtlich Farbreinheit und statischer Strahlkonvergenz in der Mitte des Bildschirms einwandfrei justiert sind. Durch die Farbreinheitsjustierung wird gewährleistet, daß der Rotstrahl, der Grünstrahl und der Blaustrahl jeweils nur den zugehörigen Leuchtstoff anregt. Zur Farbselektion ist eine Schatten- oder Lochmaske vorgesehen. Die Schattenmaske ist ein Lochblech oder Gitter mit einer großen Anzahl von Durchbrechungen, durch die die Elektronenstrahlen hindurchtreten können. Die Durchbrechungen haben eine bestimmte Position bezüglich der verschiedenen Farbleuchtstoffbereich-Tripel. Die Elektronenstrahlen treten durch eine oder mehrere Durchbrechungen und fallen dann entsprechend ihren Einfallswinkeln auf den zugehörigen Farbleuchtstoff. Für eine einwandfreie Farbreinheit ist eine hochgradige Genauigkeit der Anordnung der Leuchtstofftripel bezüglich der Durchbrechungen der Lochmaske und der scheinbaren Elektronenstrahlquellen erforderlich. Durch die statische Konvergenz werden die drei Elektronenstrahlen an einem Abtastfleck in oder in der Nähe der Mitte des Bildschirms zum Zusammentreffen gebracht. Die Konvergenz in der Mitte des Bildschirms kann durch eine statische Konvergenzeinrichtung bewirkt werden, die beim Hals der Bildröhre angeordnet und so justiert oder magnetisiert ist, daß ein statisches Magnetfeld erzeugt wird, das die drei Strahlen in der Mitte des Bildschirms zur Konvergenz bringt.

Zur Erzeugung eines zweidimensionalen Bildes muß der durch die drei Elektronenstrahlen auf dem Bildschirm erzeugte Leuchtfleck sowohl horizontal als auch vertikal über den Bildschirm abgelenkt werden, so daß eine lumineszierende Rasterfläche entsteht. Dies geschieht mit Hilfe von Magnetfeldern, die durch eine auf dem Hals der Bildröhre montierte Ablenkeinheit (Ablenkjoch) erzeugt werden. Die Ablenkeinheit lenkt die Elektronenstrahlen mit Horizontal- und Vertikalablenksystemen ab, die im wesentlichen unabhängig voneinander sind. Die Horizontal- oder Zeilenablenkung der Elektronenstrahlen erfolgt durch Spulen der Ablenkeinheit, die ein Magnetfeld mit im wesentlichen vertikal verlaufenden Feldlinien ablenkt. Der Betrag der magnetischen Feldstärke ändert sich mit einer verhältnismäßig hohen Frequenz. Die Vertikalablenkung der Elektronenstrahlen erfolgt durch Spulen, die ein im wesentlichen horizontal verlaufendes Magnetfeld erzeugen, das sich mit einer verhältnismäßig niedrigen Frequenz ändert. Die Spulen der Ablenkeinheit sind mit einem Magnetkern versehen. Die Spulenleiter können den Kern umschlingen und eine Toroidwicklung bilden oder Sattelspulen bilden, die den Kern nicht umschlingen.

Der Bildschirm einer Fernsehbildröhre ist verhältnismäßig eben. Die Elektronen der verschiedenen Elektronenstrahlen durchlaufen daher größere Strecken, wenn sie zum Rand des Bildschirms abgelenkt werden, als wenn sie auf die Mitte des Bildschirms gerichtet sind. Die Trennung der Strahlerzeugungssysteme kann eine Trennung der Auftreffpunkte der drei Elektronenstrahlen zur Folge haben, wenn diese auf den Rand des Bildschirms oder in dessen Nähe abgelenkt werden. Außerdem bewirken die früheren, nahezu völlig homogenen magnetischen Ablenkfelder eine Überkonvergenz der Elektronenstrahlen bei deren Ablenkung aus der Mitte des Bildschirms. Durch das Zusammenwirken dieser Effekte tritt außerhalb der Mitte des Bildschirms eine Trennung der drei Lichtflecke ein, die durch die drei Elektronenstrahlen erzeugt werden. Man spricht dann von einem Konvergenzfehler und es treten Farbsäume an den Rändern der wiedergegebenen Bilder auf. Bis zu einer gewissen Größe können solche Konvergenzfehler toleriert werden, eine völlige Trennung der drei Leuchtflecke ist jedoch im allgemeinen nicht wünschenswert. Die Konvergenzfehler oder Mißkonvergenz können durch den Abstand oder die Trennung der sich im Idealfall deckenden roten, grünen und blauen Linien eines Kreuzgitter-Liniennusters ausgedrückt und gemessen werden, welches durch ein geeignetes Testsignal auf dem Bildschirm erzeugt werden kann. Jeder der drei Elektronenstrahlen schreibt ein Raster, das durch die betreffende Farbe bezeichnet werden kann. Bei einer Inline-Bildröhre erregt der mittlere Elektronenstrahl gewöhnlich den grünen Leuchtstoff und die beiden äußeren Elektronenstrahlen den roten bzw. blauen Leuchtstoff, so daß der Mittelstrahl ein grünes Raster und die beiden Außenstrahlen ein rotes bzw. blaues Raster schreiben. Mit Hilfe des Testsignales wird in jedem dieser Raster ein Kreuzgittermuster geschrieben. Das Kreuzgittermuster umrahmt das Raster mit vertikalen und

horizontalen Linien oder Strichen, es enthält außerdem noch weitere vertikal und horizontal verlaufende gerade Linien, einschließlich solcher, die durch die Mitte des Rasters gehen.

Früher waren die drei Strahlerzeugungssysteme einer Farbfernsehbirne an den Ecken eines Dreiecks in einer sogenannten "Delta-Konfiguration" angeordnet. Die Konvergenz der Elektronenstrahlen an Stellen außerhalb der Mitte des Bildschirms wurde bei solchen Delta-Röhren durch dynamische Konvergenzeinrichtungen aufrecht erhalten, die zusätzliche Konvergenzspulen enthielten, die am Hals der Bildröhre angeordnet waren und durch dynamische Konvergenzschaltungen mit ablenkfrequenten Signalen gespeist wurden, um Magnetpolstücke zu erregen, die sich innerhalb des Halses der Bildröhre befanden, und dadurch eine korrigierende Ablenkung der Strahlen zu bewirken, wie es z. B. in der US-PS 39 42 067 (Cawood) beschrieben ist.

Bei neueren Farbfernseh wiedergabeeinrichtungen, wie sie z. B. in den US-PS 37 89 258 (Barbin) und 38 00 176 (Gross et al) beschrieben sind, werden Bildröhren mit Inline-Elektronenstrahlerzeugungssystemanordnungen mit einer Ablenkeinheit verwendet, die Ablenkwicklungen zum Erzeugen eines negativen horizontalen Astigmatismus und eines positiven vertikalen isotropen Astigmatismus enthalten, so daß die Konvergenz der Elektronenstrahlen an allen Punkten des Rasters im wesentlichen aufrecht erhalten wird. Man braucht daher im Farbfernseh wiedergabegerät keine dynamische Konvergenzeinrichtung mehr. Infolge der ungleichförmigen Magnetfelder, die den für die Selbstkonvergenz erforderlichen isotropen Astigmatismus ergeben, ist die Konvergenz jedoch von der Lage der Längsachse der Ablenkeinheit bezüglich der Längsachse der unabgelenkten Strahlen abhängig. Diese Abhängigkeit und die üblichen Herstellungstoleranzen, die die Strahlposition in der Röhre beeinflussen, machen es erforderlich, die Ablenkeinheit quer zur Röhrenachse zu justieren, um den bestmöglichen Kompromiß hinsichtlich der Konvergenz zu erreichen. Eine Beschreibung der Größe der Konvergenzänderung bei einer Änderung der Position der Ablenkeinheit bezüglich der Elektronenstrahlen findet sich in der bereits erwähnten US-PS 37 89 258 (Barbin). Bei den bekannten Ablenkeinheiten müssen die inneren Abmessungen etwas größer gemacht werden als die entsprechenden Abmessungen des Kolbens der Bildröhre, z. B. um 2 bis 6 mm, um den Zwischenraum zu schaffen, der für eine Querbewegung der Ablenkeinheit (oder einer Kippbewegung, die durch eine Querverschiebung des freien Endes der Ablenkeinheit bewirkt wird) bezüglich der Elektronenstrahlen möglich ist, um dadurch die beste Konvergenz über die gesamte Bildschirmfläche zu erreichen.

Die für die Herstellung einer Ablenkeinheit erforderliche Menge an Material soll so klein wie möglich gehalten werden. Um dies zu erreichen, soll die Ablenkeinheit so ausgelegt werden, daß sie möglichst knapp auf den Halsteil der Bildröhre paßt. Infolge der Herstellungstoleranzen muß die Innenfläche der Ablenkeinheit etwas größer ausgelegt werden, als die nominale Außenfläche des Bildröhrenhalses, so daß eine Ablenkeinheit mit der maximal zulässigen Minustoleranz (kleinster zulässiger Innendurchmesser) noch satt auf einen Röhrenhals mit der maximal zulässigen Plusstoleranz (maximal zulässiger Außendurchmesser) paßt. Bei einer solchen Auslegung kann man die Ablenkeinheit als im wesentlichen genau auf den Hals der Bildröhre passend ansehen, auch wenn zwischen einer Ablenkeinheit mit einem mittleren Innendurchmesser und einem Röhrenhals mit einem mittleren Außendurchmesser ein Zwischenraum verbleibt.

Bei einer solchen genau passenden Ablenkeinheit wird sich praktisch der ganze Magnetfluß, der von den Spulen erzeugt wird, innerhalb des Halses der Bildröhre befinden. Bei einer Ablenkeinheit, die nicht genau auf den Röhrenhals paßt sondern hinsichtlich ihres Durchmessers überdimensioniert ist, tritt andererseits ein Magnetfluß im Zwischenraum zwischen der Ablenkeinheit und dem Bildröhrenhals auf. Der Fluß außerhalb des Röhrenhalses ist für die Ablenkung nutzlos und erhöht nur die Gesamtenergie, die im Ablenkkfeld gespeichert werden muß, um eine Ablenkung gegebenen Betrages zu erreichen. Da die gespeicherte Energie periodisch in der Ablenkeinheit aufgebaut und wieder abgebaut werden muß, wird bei einer Ablenkeinheit, die nicht genau auf den Hals der Bildröhre paßt, eine höhere Ablenk-Blindleistung benötigt und es treten höhere Spulenverluste auf. Eine Ablenkeinheit, die satt oder genau auf den Hals der Bildröhre paßt, kann andererseits durch Ablenkschaltungen gespeist werden, die weniger Blindleistung zu liefern vermögen und wird weniger Verlustleistung verbrauchen. Man kann daher erwarten, daß die resultierende Wiedergabeeinrichtung eine höhere Ablenkempfindlichkeit hat und zuverlässiger arbeitet als eine Wiedergabeeinrichtung mit einer lose passenden Ablenkeinheit. Die Lageempfindlichkeit der bisher verwendeten selbstkonvergierenden Ablenkwicklungen erforderte jedoch, wie erwähnt, die Möglichkeit einer Einjustierung durch eine Querverschiebung, um die gewünschte Konvergenz zu erreichen, und es war daher bisher nicht möglich, selbstkonvergierende Ablenkeinheiten, die satt und genau auf den Hals der Bildröhre passen, in Massenfertigung herzustellen.

Es sind verschiedene Arten des Konvergenzabgleiches durch Positionieren der selbstkonvergierenden Ablenkeinheit bezüglich der Elektronenstrahlen bekannt. Bei einem aus der bereits erwähnten US-PS 37 89 258 bekannten Verfahren wird an der Bildröhre zuerst die für sie bestimmte Ablenkeinheit angebracht. Anschließend wird die statische Konvergenz eingestellt und die Ablenkeinheit wird dann quer zur Röhrenachse in vertikaler und/oder horizontaler Richtung verschoben, bis die bestmögliche Konvergenz erreicht ist, und anschließend mit einem Kleber oder einer geeigneten Befestigungsvorrichtung fixiert. Die Ablenkeinheit kann bei ihrer Herstellung mit einer Standard-Bildröhre geprüft worden sein, um sicherzustellen, daß ihre Eigenschaften innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegen, d. h. daß die Ablenkeinheit nicht unbrauchbar ist. Bei einer derzeit von einem größeren Hersteller produzierten Farbfernseh wiedergabeeinrichtung wird das oben erläuterte Barbin-Verfahren in einer zweistufigen Version verwendet. Die Bildröhre dieser Wiedergabeeinrichtung ist so ausgebildet

daß sie während der letzten Stufen ihrer Herstellung mit einer Standard-Ablenkeinheit individuell einjustiert werden kann und auf der Basis dieses Abgleiches wird an der Röhre eine Anordnung zur Positionierung der Ablenkeinheit angebracht. Ferner werden bei dieser Einrichtung vorabgeglichene Ablenkeinheiten mit komplementären Positionierungsanordnungen verwendet. Schließlich ist der Ablenkeinheit eine einstellbare Schaltungsanordnung zugeordnet, die eine elektrische Kompensation einer etwa verbliebenen horizontalen Dejustierung der Strahlen am Vertikalablenkfeld erlaubt. Da also jede Röhre und jede Ablenkeinheit für sich vorabgegliehen wird, paßt jede Ablenkeinheit automatisch zu jeder Röhre und die Ablenkeinheit braucht daher nur bis zum Sitz auf den Hals der Röhre geschoben zu werden und es ist kein weiterer Abgleich durch den Gerätehersteller oder Benutzer erforderlich. Es ist selbstverständlich erwünscht, ohne einen solchen aufwendigen Vorabgleich jeder einzelnen Röhre bezüglich der Standard-Ablenkeinheit auszukommen. Es ist ferner wünschenswert, eine selbstkonvergierende Inline-Strahlerzeugungssystem-Fernseh wiedergabeeinrichtung oder ein solches System zu schaffen, bei welchem eine ausreichende Konvergenz der drei Elektronenstrahlen über das ganze Raster gewährleistet ist, ohne daß hierfür die Ablenkeinheit bezüglich der unabgelenkten Elektronenstrahlen in der Bildröhre durch Querverschiebung oder Kippen justiert werden muß.

Diese Aufgabe wird bei einer Farbfernseh-Wiedergabeeinrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Verteilung der Horizontal- und Vertikalablenkleiter in einem beliebigen Quadranten durch horizontale Fourier-Fundamentalkoeffizienten beschrieben ist, die auf die Menge der horizontalen Ablenkleiter in dem betreffenden Quadranten normiert sind, wobei die normierten Horizontal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten vom Eintrittsende zu einem Maximalwert im Bereich des Austrittsendes des Ablenkjochs ansteigen, daß die Verteilung der Horizontalablenkleiter in dem betreffenden Quadranten durch Horizontal-Fourier-Koeffizienten dritter Ordnung beschrieben ist, die auf die Horizontal-Fundamentalkoeffizienten an jeder longitudinalen Position entlang der Achse des Ablenkjoches normiert sind, an der die Horizontalkoeffizienten dritter Ordnung festgesetzt sind, wobei die Horizontalkoeffizienten dritter Ordnung im Bereich des Eintrittsendes des Ablenkjochs einen negativen Wert haben und zur Mitte des Ablenkjochs hin einen zunehmend positiven Wert haben, sodaß der Wert in der Mitte des Ablenkjochs positiv ist und am Austrittsende des Ablenkjochs ein positiver Maximalwert ist, daß die Verteilung der Vertikalablenkleiter in dem Quadranten durch Vertikal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten beschrieben ist, die auf die Menge der Vertikalablenkleiter in dem Quadranten normiert sind, wobei die normierten Vertikal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten in ihrem Wert vom Eintrittsende zum Austrittsende abnehmen, sodaß sie am Austrittsende des Ablenkjochs einen Minimalwert annehmen, und daß die Verteilung der Vertikalablenkleiter in dem Quadranten außerdem durch Vertikal-Fourier-Koeffizienten dritter Ordnung beschrieben ist, die auf den Wert normiert sind, welcher durch die Vertikal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten an den jeweiligen longitudinalen Positionen entlang der Achse des Ablenkjochs, an denen die Vertikal-Fourier-Koeffizienten dritter Ordnung bestimmt werden, gegeben ist, wobei die Vertikal-Fourier-Koeffizienten dritter Ordnung Werte haben, die am Eintrittsende des Ablenkjochs negativ sind und zur Mitte des Ablenkjochs einen zunehmend positiven Wert und am Austrittsende des Ablenkjochs einen positiven Maximalwert annehmen.

Eine selbstkonvergierende Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erfordert weder ein Querverschieben oder Vorabgleichen zum Erzielen der optimalen Konvergenz, noch kann sie hinsichtlich der Selbstkonvergenz einjustiert werden, da die Konvergenz durch eine Bewegung der Ablenkeinheit bezüglich der Bildröhre nur unwesentlich beeinflusst wird. Bisher hatte man dieses Resultat als Widerspruch in sich selbst angesehen, da man annahm, daß die ungleichförmigen Ablenkfelder, die für die Erzielung der Selbstkonvergenz durch unterschiedliche Ablenkungen der Elektronenstrahlen erforderlich sind, notwendigerweise eine genaue Einjustierung der Ablenkfelder bezüglich der Längsachse der unabgelenkten Elektronenstrahlen bedingen. So wird z. B. in der US-PS 40 60 836 (Corbeij et al) festgestellt, daß eine Koinzidenz der Achsen des Ablenkfeldes und der Bildröhre eine notwendige Bedingung für das Erreichen einer Konvergenz ohne zusätzliche Hilfsmittel darstellt. Als Folge der fehlenden Konvergenzempfindlichkeit kann eine selbstkonvergierende Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung satt oder genau auf den Hals der Bildröhre passen.

Die inkrementelle Empfindlichkeit oder differentielle Abhängigkeit der Konvergenz von einer vertikalen und horizontalen Verschiebung der Ablenkeinheit aus ihrer zentrierten Position bezüglich der Elektronenstrahlen läßt sich messen und als dimensionsloses Verhältnis des Konvergenzfehlers der äußereren Strahlen geteilt durch die Verschiebung der Ablenkeinheit ausdrücken. Der Konvergenzfehler wird gewöhnlich in Millimetern angegeben, so daß das erwähnte Verhältnis die Größe des Fehlers in Millimeter pro Verschiebung der Ablenkeinheit in Millimeter darstellt. Eine Verschiebung oder Bewegung der Ablenkeinheit in einer vorgegebenen Ebene kann einen Konvergenzfehler an den Enden beider Ablenkrichtungen verursachen. Eine Verschiebung der Ablenkeinheit aus der die beste Konvergenz ergebenden Position kann beispielsweise eine Änderung oder einen Fehler der Breite des roten Rasters bezüglich der des blauen Rasters bewirken und außerdem eine Änderung oder einen Fehler in der Höhe dieser beiden Raster bewirken. Insbesondere bewirkt eine horizontale Verschiebung der Strahlen im Feld der Ablenkeinheit, daß der "vordere" Strahl, d. h. der Strahl, der in der Richtung der Verschiebung versetzt ist, ein Raster schreibt, das sowohl in der Breite als in der Höhe bezüglich des durch den hinteren Strahl geschriebenen Rasters vergrößert ist. In entsprechender Weise kann eine vertikale Verschiebung der Ablenkeinheit bezüglich der Bildröhre eine scheinbare Relativedrehung oder Überkreuzung der mittleren Horizontalen sowie der vertikalen Kreuzgitterlinien, die im Raster geschrieben werden, bewirken. Insbesondere bewirkt eine Verschiebung der Elektronenstrahlen im Feld der Ablenkeinheit nach oben, daß die mittleren Kreuzgitterlinien, die durch den vom

Bildschirm oder vom Austrittsende der Ablenkeinheit aus gesehenen rechten Strahl geschrieben werden, sich in Uhrzeigerrichtung drehen, während sich die durch den linken Strahl geschriebenen Linien in Gegenuhrzeigerrichtung drehen. Bei einer Verschiebung vertikal nach unten ist die Drehrichtung umgekehrt. Messungen der differentiellen Verschiebungsempfindlichkeit der Konvergenz an einer Anzahl von modernen Wiedergabesystemen mit Ablenkeinheiten ergaben die in der folgenden Tabelle in mm/mm angeführten Ergebnisse:

System	HORIZ. VERSCHIEBUNG		VERT. VERSCHIEBUNG	
	Breiten-Fehler	Höhen-Fehler	Horiz. Überkreuzung	Vert. Überkreuzung
Hitachi 17V 90° Halbtoroid	0,2	0,8	0,5	0,7
Philips 20AX 25V 110° Sattel	0,5	0,3	0,5	0,3
Philips 30AX 25V 110° Sattel	0,9	1,0	0,6	0,1

Einige bekannte RCA-Systeme, bei denen die Erfindung noch keine Anwendung gefunden hatte, lieferten die folgenden Resultate:

XD4780 19V 90° Volltoroid	1,7	0,8	1,2	0,6
XD5000 13V 90° Halbtoroid	0,6	0,7	0,5	0,5
XP74-125Q 25V 110° Volltoroid	2,8	1,2	1,6	0,3

Die 20AX- XP74-125Q-Systeme weisen verhältnismäßig kleine Vertikal-Überkreuzungs- oder Vertikal-Crossover-Fehler auf, da diese beiden Wiedergabesysteme nicht vollständig selbstkonvergierend sind, sondern mit einer dynamischen Nord-Süd-Konvergenzkorrektur arbeiten. Der kleine Höhenfehler bei einer horizontalen Verschiebung der Ablenkeinheit und der kleine Vertikal-Überkreuzungsfehler bei einer vertikalen Verschiebung haben ihre Ursache in dem verhältnismäßig kleinen vertikalen Astigmatismus, der beim 20AX-Wiedergabesystem infolge der Verwendung der dynamischen Konvergenzkorrektur zulässig ist.

Die Bemessung einer selbstkonvergierenden Ablenkeinheit läßt sich auf der Basis der Theorie der Abbildungsfehler dritter Ordnung in der folgenden Weise mathematisch beschreiben. Die Theorie der Abbildungsfehler dritter Ordnung der magnetischen Ablenkung kann dazu verwendet werden, das ungefähre elektronen-optische Verhalten einer Ablenkeinheit aufgrund ihrer Feldverteilungsfunktionen $H_0(z)$ und $H_2(z)$ zu analysieren, die sich mit der Position längs der Längsachse oder z-Achse der Ablenkeinheit ändern, wie es in zwei Veröffentlichungen mit dem Titel "Errors of Magnetic Deflection" von J. Haantjes und G.J. Lubben in den Veröffentlichungen "Philips Research Reports," Band 12, S. 46-68 (1957) und Band 14, S. 65-97 (1959) beschrieben ist. Diese Veröffentlichungen sollen hier kurz mit "H & L" bezeichnet werden und bei den folgenden mathematischen Ausführungen wird die von H & L eingeführte Terminologie benutzt.

Die Ablenkung der Elektronenstrahlen, die nur $H_0(z)$, die Hauptkomponente des Ablenkfeldes, berücksichtigt, ist die sogenannte Gauß'sche und wird mit X bzw. Y bezeichnet. Eine genauere Darstellung des Feldes schließt $H_2(z)$ ein, dieser Term stellt die Querungleichförmigkeit des Feldes der Ablenkeinheit dar.

Die Darstellung des Feldes einer Ablenkeinheit durch die Feldverteilungsfunktionen $H_0(z)$ und $H_2(z)$ läßt sich zwar bei Ablenkwinkeln, die insgesamt größer als 75° sind, nicht streng anwenden, die Trends, die sich aus einer solchen Feldbeschreibung erkennen lassen, sind jedoch auch für die Abschätzung des Verhaltens von magnetischen Ablenksystemen mit größeren Ablenkwinkeln, wie 90° und 110° von Nutzen.

Die Ablenkfelder lassen sich durch eine Potenzreihenentwicklung um die elektronenoptische Achse der Ablenkeinheit beschreiben, wobei sich für das Horizontalablenkfeld in der Horizontalebene ($y = 0$) der folgende Ausdruck ergibt:

$$H_{IIy} = H_{II0}(z) + H_{II2}(z) x^2 + \dots \quad (1)$$

5 dabei verläuft die Achse der Ablenkeinheit längs der z-Achse des Koordinatensystems, und das Vertikalablenkfeld läßt sich in der Vertikalebene ($x = 0$) durch den folgenden Ausdruck beschreiben:

$$H_{Ix} = H_{I0}(z) + H_{I2}(z) y^2 + \dots \quad (2)$$

10

Der Index I bezeichnet ein Magnetfeld, dessen Hauptkomponente in der x-Richtung verläuft, d. h. das Vertikalablenkfeld, und der Index II bezeichnet ein Feld, dessen Hauptkomponente in der y-Richtung verläuft, also das Horizontalablenkfeld.

15 Die allgemeinen Aberrations- oder Abbildungsfehlerausdrücke geben die Differenzen Δx und Δy am Bildschirm zwischen der Gauß'schen Ablenkung und der Ablenkung dritter Ordnung (also mit Berücksichtigung von $H_2(z)$) an. Die Ausdrücke für Δx und Δy vereinfachen sich im Falle einer Bildröhre mit in einer Reihe nebeneinander liegenden Elektronenstrahlen (Inline-Elektronenstrahlen) dadurch, daß die Terme entfallen, die sich auf Elektronenstrahlen beziehen, welche mit Richtungen außerhalb der horizontalen Ebene in das Feld der

20

Ablenkeinheit eintreten. Bei Inline-Elektronenstrahlen sind die folgenden Abbildungsfehler- oder Aberrationsausdrücke für die Erfindung wesentlich:

$$\Delta x = (A_4 X_s^2 + B_5 Y_s^2) (x'_s) + A_7 X_s (x'_s)^2 + A_{16} X_s x'_s x_s + B_{17} Y_s x'_s Y_s \quad (3)$$

25

Astigmatismus	Koma	Justierungsempfindlichkeit der Konvergenz
---------------	------	--

$$\Delta y = (B_2 + A_3) X_s^2 Y_s + (A_6 + B_6) X_s Y_s x'_s + B_8 Y_s (x'_s)^2 + B_{18} Y_s x'_s x_s + A_{18} X_s x'_s Y_s \quad (4)$$

30

NS-Kissenver- zeichnung	Astigmatismus	Koma	Justierungsemp- findlichkeit der Konvergenz.
----------------------------	---------------	------	--

35

In den obigen Gleichungen bedeuten X_s und Y_s die Gauß'schen Ablenkungen am Bildschirm, x'_s die Neigung in der Horizontalebene, mit der der Strahl in das Feld der Ablenkeinheit eintritt und x_s, y_s sind die Koordinaten des Auftreffpunktes des unabgelenkten Strahles gemessen von der Spur oder dem Durchstoßpunkt der Achse der Ablenkeinheit auf dem Bildschirm. Die Gleichungen (3) und (4) sind unvollständig, sie enthalten nämlich nur diejenigen Terme, die für die vorliegende Erfindung von Bedeutung sind, nämlich die Nord-Süd-Kissenverzeichnung, die Konvergenz (Astigmatismus und Koma) sowie die Ablenkempfindlichkeit der

40 Konvergenz. Die Aberrations- oder Abbildungsfehlerkoeffizienten A_1 bis A_{18} und B_1 bis B_{18} können in Integralform ausgedrückt werden. Die physikalische Bedeutung der Aberrationskoeffizienten läßt sich leichter erkennen, wenn man die folgenden vereinfachenden Annahmen macht: (a) Die Hauptablenkfelder der Vertikal- und Horizontalspulen sind gleichartig oder ähnlich, d. h. $H_{II0}(z) \approx -CH_{I0}(z)$, und (b) ihre Gauß'schen Ablenkungen

45 fallen im wesentlichen zusammen, so daß $X \approx CY$ ist (eine Maßstabsfaktordifferenz $C \neq 1$ beeinflusst die Aberrationskoeffizienten nicht, in die die Verhältnisse der Feldverteilungsfunktionen eingehen). Es handelt sich hier um ausgezeichnete Näherungen für toroidgewickelte Ablenkeinheiten (Toroidjoche), bei denen die Vertikal- und Horizontalwicklungen die gleichen axialen Längen haben; und im Falle von Sattelwicklungen oder Sattel-Toroid-Wicklungen, im letzteren Falle wird die kleinere Länge der Vertikalspulen durch den größeren

50 Innendurchmesser kompensiert, so daß die Näherungen gültig bleiben. Die speziellen Windungsverteilungen der Horizontal- und Vertikalspulen sind verschieden und als Folge davon sind ihre Ungleichförmigkeitsfunktionen nicht gleich:

$$H_{II2}(z) \neq CH_{I2}(z).$$

55

Die für das Verständnis der vorliegenden Erfindung erforderlichen vereinfachten Aberrationskoeffizienten sind:

$$B_2 + A_3 = \frac{\lambda}{4D^2} + 2S_{III1} + S_{II1} \quad (5)$$

$$A_4 = \frac{3}{2D} [1 - \frac{\lambda}{6}] - 2 S_{II2} \quad (6)$$

$$B_5 = \frac{1}{L} [1 + \frac{\lambda^2}{6}] - \frac{1}{2D} + 2S_{I2} \quad (7)$$

$$A_6 + B_6 = \frac{\lambda}{3D} + 2(S_{II2} + S_{I2}) \quad (8)$$

$$A_7 = \frac{3}{2} - S_{II3} \quad (9)$$

$$B_8 = -\frac{1}{2} + S_{I3} \quad (10)$$

$$A_{16} = -2 S_{II4} \quad (11)$$

$$A_{18} = 2 S_{II4} - \frac{1}{D} \quad (12)$$

$$B_{17} = 2 S_{I4} \quad (13)$$

$$B_{18} = 2 S_{I4} - \frac{1}{D} \quad (14)$$

Dabei bedeuten D den Abstand zwischen der Hauptebene der Gauß'schen Ablenkung und dem Bildschirm, L die effektive Länge der Ablenkeinheit, $\lambda = L/D$. S_1, S_2, S_3 und S_4 werden in der Folge definiert.

Die Ausdrücke S_{IIIi}, S_{IIi} ($i = 1, 2, 3, 4$) sind Integralausdrücke, die Funktionen H_{II0}, H_{II2} und H_{I0}, H_{I2} enthalten. Die Nord-Süd-Kissenverzeichnung ist also z. B. durch den Koeffizienten $B_2 + A_3$ der Gleichungen (4) und (5) bestimmt, die beide

$$S_{III1} = \frac{1}{X_s^3} \int H_{II2} X^2 (z - z_s) dz \quad (15)$$

$$S_{II1} = \frac{1}{Y_s^3} \int H_{I2} Y^2 (z - z_s) dz \quad (16)$$

35

enthalten. Hier sind X_s und Y_s die Gauß'schen Ablenkungen auf einem Bildschirm, der sich bei z_s im Abstand $D = (z_s - z_c)$ vom Ablenkezentrum z_c der Ablenkeinheit befindet, und z ist der längs der Längsachse der Ablenkeinheit gemessene Abstand oder Ort. H_{II2} und H_{I2} sind die horizontale bzw. vertikale Ungleichmäßigkeitsfunktion. Die Integration erfolgt theoretisch von $-\infty$ bis $+\infty$, man kann jedoch für die Praxis annehmen, daß sie in einem Abstand von ungefähr einem Ablenkeinheitdurchmesser vor dem Eintrittsende der Ablenkeinheit beginnt und am Bildschirm endet.

Der Astigmatismus in Horizontalrichtung wird durch den Koeffizienten A_4 bestimmt, der seinerseits partiell durch den folgenden Ausdruck bestimmt wird:

$$S_{III2} = \frac{1}{X_s^2} \int H_{II2} X (z - z_s)^2 dz \quad (17)$$

50

Der Astigmatismus in der Vertikalrichtung wird durch den Koeffizienten B_5 bestimmt, der wiederum partiell durch den folgenden Ausdruck gegeben ist:

55

$$S_{I2} = \frac{1}{Y_s^2} \int H_{II2} Y (z-z_s)^2 dz \quad (18)$$

5 Die Koma ist gegeben durch:

(horizontal) $S_{III3} = \frac{1}{X_s} \int H_{III2} (z-z_s)^3 dz \quad (19)$

10

und

(vertikal) $S_{I3} = \frac{1}{Y_s} \int H_{II2} (z-z_s)^3 dz \quad (20)$

15

Diese Ausdrücke beschreiben die Kissenverzeichnung, den Astigmatismus und die Koma, welche beim Stand der Technik für die Herstellung von selbstkonvergierenden, bezüglich N-S-Kissenverzeichnis und Koma korrigierten Ablenkeinheiten berücksichtigt wurden.

20

Die Justier- oder Lageempfindlichkeit ist gegeben durch

(horizontal) $S_{III4} = \frac{1}{X_s} \int H_{III2} (z-z_s)^2 dz \quad (21)$

25

(vertikal) $S_{I4} = \frac{1}{Y_s} \int H_{II2} (z-z_s)^2 dz \quad (22)$

30 Während alle Teile der Ablenkeinheit und ihrer Felder gegen Abbildungsfehler bzw. jede Verzeichnung beeinflussen, können Änderungen in bestimmten Bereichen der Felder bestimmte Abbildungsfehler oder Verzeichnungen nicht beeinflussen.

Die vorliegende Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß verschiedene Teile der H_2 -Funktionen in unterschiedlicher Weise zur Empfindlichkeit der Konvergenz bezüglich einer Fehljustierung der Ablenkeinheit relativ zur Bildröhre der Wiedergabeeinrichtung beitragen. Drei Ablenkeinheitensfeldbereiche werden definiert. Der Eintrittsbereich erstreckt sich vom Austritt des Strahlerzeugungssystems bis in die Nähe der Eintrittsebene der Zeilen- oder Horizontalspulen. Der Austrittsbereich erstreckt sich von der Nähe der Austrittsebene des Kerns bis zum Bildschirm. Der Mittelbereich wird durch die Eintritts- und die Austrittsebene begrenzt.

Die Wichtungsfunktionen, die in den Integranden von S_{IIIi} , S_{Ii} auftreten, bestimmen das Gewicht der H_2 -Funktionen wie es in Figur 1 dargestellt ist. Wegen der Annahme, daß die Hauptablenkfelder einander entsprechen, brauchen nur die Horizontal-Wichtungsfunktionen dargestellt zu werden, wenn die Wichtungsfunktionen für das Vertikalfeld entsprechend sind. In Figur 1 ist längs der Abszisse der axiale Abstand im Wiedergabesystem gemessen vom Ablenkzentrum z_c aufgetragen, während die Ordinate die Wichtungsfunktionen in willkürlichen Einheiten darstellen. Der Bildschirm befindet sich am Ort z_s , der einen Abstand von 25,4 cm vom Ablenkzentrum hat. Die ungefähre Lage der Eintritts- und der Austrittsebene einer Ablenkeinheit sind mit EN bzw. EX bezeichnet. Die Ordinatenwerte sind für die verschiedenen Funktionen nicht gleich.

Die Gleichungen (15) und (16) zeigen, daß die Kissenverzeichnung in erster Linie durch das Verhalten der H_2 -Funktionen im Austrittsbereich und in geringerem Maße im mittleren Bereich bestimmt wird, da die Beträge der negativen Wichtungsfunktionen $X^2(z-z_s)$ und $Y^2(z-z_s)$, die in diesen Gleichungen auftreten, von niedrigen Werten am Eintritt sehr steil ansteigen, wie in Fig. 1 dargestellt ist.

Die Gleichungen (17) und (18) zeigen, daß der für die Selbstkonvergenz erforderliche Astigmatismus durch Teile der H_2 -Funktionen im Mittel- und Austrittsbereich der Ablenkeinheit bestimmt wird, da die positiven Wichtungsfunktionen $X(z-z_s)^2$ und $Y(z-z_s)^2$ von den Werten am Eintritt rasch ansteigen.

Die Gleichungen (19) und (20) zeigen, daß die Koma hauptsächlich durch das Verhalten der H_2 -Funktionen im Eintrittsbereich und in geringerem Ausmaß im Mittelbereich bestimmt wird, da der Betrag der negativen

55

Wichtungsfunktion $(z-z_s)^3$ von ihrem Maximalwert am Eintritt rasch abfällt.

Die Gleichungen (21) und (22) zeigen, daß die Abhängigkeit oder Empfindlichkeit der Konvergenz gegen eine Fehljustierung durch das Verhalten der H_2 -Funktionen im Eintritts- und im Mittelbereich, sowie in geringerem Ausmaße im Austrittsbereich bestimmt wird, da die positive Wichtungsfunktion $(z-z_s)^2$ von ihrem Maximalwert am Eintritt weniger rasch abfällt.

Die bekannten selbstkonvergierenden Ablenkeinheiten oder Ablenkjoche für Horizontal-Inline-Strahlerzeugungssystem-Wiedergabeeinrichtungen, wie das RCA 19V90° Toroidjochsystem oder das Hitachi 17V90° Halbtoroidjochsystem hatten Feldverteilungsfunktionen, wie sie in den Figuren 2a, 2b, 3a bzw. 3b dargestellt sind. Die in den Figuren 2a, 2b, 3a und 3b dargestellten H_{I2} - und H_{II2} -Funktionen sind der Deutlichkeit halber mit dem Faktor 10 multipliziert.

Eine qualitative Diskussion der bekannten Ablenkeinheiten kann auf der Basis der in Fig. 1 dargestellten Wichtungsfunktionen in Verbindung mit den Figuren 2 und 3 erfolgen. Die bekannten Ablenkeinheiten hatten Horizontalfeld-Ungleichförmigkeitsfunktionen H_{II2} , deren positive Auswanderungen (kissenförmige Felder) in der Nähe des Eintritts (EN) der Ablenkeinheit außergewöhnlich große Auslenkungen oder Maxima aufwiesen. Solche H_{II2} -Funktionen erzeugten den negativen Astigmatismus, der für die Konvergenz der versetzten Strahlen längs der horizontalen Achse erforderlich ist, auf ineffiziente Weise, da Kissenfelder, die sich in der Nähe des Eintritts der Ablenkeinheit befinden, wo die Ablenkung noch klein ist, eine exzessive Ungleichförmigkeit aufweisen müssen, um die Selbstkonvergenz bewirken zu können. Dieser ungünstige axiale Verlauf der H_{II2} -Funktionen, wie er in den Figuren 2a und 3a dargestellt ist, macht die Konvergenz empfindlich gegen eine Fehljustierung oder Lagefehler der Strahlen in den Horizontalfeldern und trägt zur horizontalen Koma bei. Die erwähnten bekannten Ablenkeinheiten hatten ferner Vertikalfeld-Ungleichförmigkeitsfunktionen H_{I2} mit exzessiv großen negativen Werten (tonnenförmige Felder) in der Nähe des Eintritts der Ablenkeinheit und im Falle von toroidgewickelten Vertikalspulen, wie es in Fig. 2b und 3b dargestellt ist, überall negative, unsymmetrische oder einseitige H_{I2} -Funktionen. Solche H_{I2} -Funktionen erzeugen den für die Selbstkonvergenz längs der vertikalen Achse erforderlichen positiven Astigmatismus mit schlechtem Wirkungsgrad, da am Eintrittsende der Ablenkeinheit der Beitrag der Tonnenfelder zum Astigmatismus klein ist, so daß die Tonnenfelder in der Mitte der Ablenkeinheit außerordentlich ungleichförmig sein müssen, um die Selbstkonvergenz zu gewährleisten. Die Folgen einer solchen ineffizienten axialen Verteilung der H_{I2} -Funktionen, wie sie in Fig. 2b und 3b dargestellt sind, waren eine beträchtliche vertikale Koma, eine starke Empfindlichkeit der Konvergenz gegen eine Fehljustierung der Strahlen in den Vertikalfeldern und einen beträchtlichen Beitrag zur NS-Kissenverzerrung, der durch die Horizontalspulen schwer ohne das Entstehen einer sogenannten "Möwenflügelverzerrung" zu korrigieren war, d. h. einer Verzerrung der Oberseite und der Unterseite des Rasters mit einer oberhalb der Zeilenfrequenz liegenden Frequenz.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält eine Farbfernseh wiedergabeeinrichtung eine Bildröhre mit einer Strahlerzeugungssystemanordnung zum Erzeugen mehrerer Inline-Elektronenstrahlen in einem Hals, der einem Bildschirm gegenüberliegt. Auf dem Hals der Bildröhre ist eine Ablenkeinheit und ein Ablenkjoch montiert, das die Elektronenstrahlen in Form eines Rasters über den Bildschirm abzulenken gestattet. Die Ablenkeinheit enthält Vertikal- und Horizontal-Ablenkwicklungen, die jeweils ein Feld mit isotropem Astigmatismus erzeugen, um die Elektronenstrahlen an allen Punkten des Rasters im wesentlichen zur Konvergenz zu bringen. Das Ablenkkfeld weist Auswanderungen niedriger Spitzenwerte der Ungleichförmigkeit auf, um die relativen Größenänderungen an jedem Rand des Rasters zu verringern, die durch die äußeren Elektronenstrahlen geschrieben werden. Das Feld verringert ferner die durch eine Querverschiebung der Ablenkeinheit bezüglich der Elektronenstrahlen bewirkte Relativbewegung oder Verlagerung der Enden von horizontalen und vertikalen Kreuzgitterlinien, die durch die äußeren Elektronenstrahlen durch die Mitte des Rasters geschrieben werden auf weniger als 0,4 mm pro Millimeter Querbewegung.

Eine Fernseh wiedergabeeinrichtung der hier insbesondere interessierenden Art enthält eine Bildröhre mit einem Bildschirm, einer Inline-Elektronenstrahlerzeugungsanordnung zum Erzeugen einer Mehrzahl von Elektronenstrahlen, und einem Kolben, der am einen Ende einen Hals aufweist, in dem die Elektronenstrahlerzeugungsanordnung montiert ist. Der Bildröhre ist eine Ablenkeinheit zugeordnet, welche astigmatische Ablenkkfelder erzeugt, welche die Strahlen an allen Punkten des Bildschirms im wesentlichen zur Konvergenz bringen. Die astigmatischen Felder haben jeweils möglichst kleine Ungleichförmigkeitsfunktionen zur Verringerung der Abhängigkeit oder Empfindlichkeit der Konvergenz bezüglich der Position der Ablenkeinheit relativ zu den Elektronenstrahlen, so daß eine Relativbewegung zwischen der Ablenkeinheit und der Bildröhre die Konvergenz nicht beeinträchtigt.

Im folgenden wird der Erfindungsgedanke unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, von denen einige bereits erwähnt worden waren, näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine graphische Darstellung von Wichtungsfunktionen, auf die bei der Erläuterung der Bereiche Bezug genommen wird, die für die verschiedenen Ablenkfehler von Bedeutung sind;

- Fig. 2a, 2b, 3a und 3b graphische Darstellungen von Ablenkfeldverteilungen bekannter Ablenkeinheiten;
 Fig. 4a und 4b graphische Darstellungen der Ablenkfeldverteilung in einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
 5 Fig. 5 eine geschnittene Seitenansicht eines Teiles einer Bildröhre und einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
 Fig. 6a und 6b getrennte, auf das Austrittsende gesehene Ansichten der Vertikal- bzw. Horizontalablenkwicklungen einer Ausführungsform einer Ablenkeinheit gemäß der Erfindung; die Darstellungen sind nicht maßstabsgetreu gezeichnet, um sie deutlicher zu machen;
 10 Fig. 7 eine schematische Darstellung der Windungsverteilung in drei verschiedenen Querschnittsebenen einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
 Fig. 8a bis 8m eine bevorzugte alternative Darstellung der Wicklungsverteilung einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung und eine genauere Darstellung der Windungsverteilung, und
 Fig. 9 und 10 graphische Darstellungen der Werte von normierten Fourier-Grund- oder
 15 Fundamentalkomponenten und normierten Fourier-Komponenten der dritten Harmonischen als Funktion der longitudinalen Position längs einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Mit den Lehren der Erfindung können Ablenkeinheiten mit nicht geodätischen Windungen, d. h. Ablenkeinheiten mit typischen Windungen, die nicht längs des kürzesten Weges zwischen zwei Punkten auf der Innenfläche der Spulen verlaufen, hergestellt werden, die den für eine Selbstkonvergenz oder eine vereinfachte Konvergenz erforderlichen Astigmatismus zusammen mit verringerter Koma und verringerter Kissenverzeichnung an der Ober- und Unterseite des Rasters aufweisen und deren Konvergenz gleichzeitig unempfindlich gegen Justier- oder Lagefehler zwischen den Jochfeldern oder Ablenkfeldern und den Elektronenstrahlen der Bildröhre sind.

Bei diesen Ablenkeinheiten ist die Koma dadurch beseitigt und die Abhängigkeit der Konvergenz von der Lage der Elektronenstrahlen im Ablenkfeld dadurch auf ein Mindestmaß reduziert, daß die minimalen Ungleichförmigkeiten oder Inhomogenitäten der für eine Selbstkonvergenz und eine NS-Kissenverzeichnungs-Korrektur erforderlichen Horizontal- und Vertikalablenkfelder im Mittelbereich und Austrittsbereich in ein ausgewogenes Verhältnis zu entgegengesetzten Ungleichförmigkeiten oder Inhomogenitäten am Eintritt der Ablenkeinheit gesetzt sind. Die horizontale H_{II2} -Funktion hat einen kleineren positiven Anteil im Mittelbereich der Ablenkeinheit und der Spitzenwert der H_{II2} -Funktion tritt näher am Austrittsende auf als bei den bekannten
 25 Ablenkeinheiten. Die vertikale H_{I2} -Funktion enthält eine negative Eintrittsausbuchtung, eine positive Ausbuchtung unmittelbar innerhalb der Eintrittsebene und einen Mittel- bis - Austrittsteil kleineren negativen Spitzenwerts als beim Stand der Technik, wobei das negative Maximum näher beim Austritt auftritt als beim Stand der Technik. Dieser axiale Verlauf der H_2 -Funktionen ist wirkungsvoller, da bei ihm die für die Selbstkonvergenz erforderlichen Beträge des negativen horizontalen und positiven vertikalen Astigmatismus mit kleineren Spitzenwerten der Inhomogenitäts- oder Ungleichförmigkeitsfunktionen des horizontalen Kissenfeldes bzw. des vertikalen Tonnenfeldes erzeugt werden. Diese wirksamere Verteilung der Feldinhomogenität ermöglicht zusätzlich eine größere Freiheit bei der Konstruktion als die bekannten Ablenkeinheiten und diese zusätzliche Freiheit wird ausgenutzt, um die Empfindlichkeit der Konvergenz gegen eine Fehljustierung der Strahlen im Feld der Ablenkeinheit auf ein Minimum zu reduzieren und die horizontale und vertikale Koma sowie die Nord-Süd-Kissenverzeichnung des Rasters im wesentlichen zu beseitigen.
 30 40

Die Inhomogenitäts- oder Ungleichförmigkeitsfunktionen der durch die Ablenkeinheiten gemäß der Erfindung erzeugten Felder unterliegen vier Bedingungen, die mathematisch ausgedrückt werden können. Diese Bedingungen sind:

1) Gemäß der Erfindung läßt sich die Nord-Süd-Kissenverzeichnung durch die Erfüllung der folgenden
 45 Bedingung auf ein Minimum reduzieren:

$$S_{II1} = -\frac{1}{2} (S_{I1}) - \frac{\lambda}{8D^2} \quad (23)$$

2) Die Beträge des negativen horizontalen und des positiven vertikalen Astigmatismus, die für die Selbstkonvergenz erforderlich sind, werden durch die folgenden Bedingungen erhalten:
 50

$$S_{II2} = \frac{3}{4D} \quad \text{so daß } A_4 \approx 0 \quad \text{wird} \quad (24)$$

$$S_{I2} = \frac{1}{4D} - \frac{1}{2L} \quad \text{so daß } B_5 \approx 0 \quad \text{wird.} \quad (25)$$

55

Die Bedingungen $A_4 = B_5 \approx 0$ werden hier auch als Näherung für den Fall von Bildröhren mit größerem Bildschirm verwendet, wobei man A_4 einen kleinen negativen Wert und B_5 einen kleinen positiven Wert gibt, um $A_6 + B_6$ möglichst klein zu halten (Unterkonvergenz längs der horizontalen Achse und Überkonvergenz längs der vertikalen Achse, so daß sich im ganzen Raster eine weitestgehende Konvergenz ergibt.)

3) Die Koma wird durch die Erfüllung der folgenden Bedingungen beseitigt:

$$S_{II3} = \frac{3}{2} \text{ für } A_7 = 0 \quad (26)$$

5

$$S_{I3} = \frac{1}{2} \text{ für } B_8 = 0 \quad (27)$$

4) Die Beseitigung der Abhängigkeit der Konvergenz von horizontalen Justierfehlern erfordert:

10

$$S_{II4} = 0 \text{ für } A_{16} = 0 \quad (28)$$

$$S_{I4} = \frac{1}{2D} \text{ für } B_{18} = 0 \quad (29)$$

und die Beseitigung der Empfindlichkeit der Konvergenz von einer vertikalen Fehljustierung erfordert:

15

$$S_{II4} = \frac{1}{2D} \text{ für } A_{18} = 0 \quad (30)$$

$$S_{I4} = 0 \text{ für } B_{17} = 0 \quad (31)$$

20 Da S_{I4} und S_{II4} nicht gleichzeitig $1/2D$ und 0 sein können, wird die Abhängigkeit der Konvergenz von sowohl horizontalen als auch vertikalen Justierfehlern durch die Erfüllung der folgenden Bedingung auf einen Minimalwert gebracht:

$$S_{II4} = S_{I4} = \frac{1}{4D} \quad (32)$$

25

Die sechs Gleichungen (23), (24), (25), (26), (27), und (32) werden durch die von den neuen Ablenkeinheiten erzeugten "Minimal- H_2 "-Felder erfüllt. Geht man von vorgegebenen Funktionen $H_{II0} = -CH_{I0}$ aus, so stellen diese sieben Gleichungen einen Satz von linearen Integralgleichungen dar, deren Lösungen die Minimal- H_2 -Funktionen sind, die durch die Ablenkeinheiten gemäß der Erfindung erzeugt werden.

30

Die H_0 - und H_2 -Funktionen einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind in den Figuren 4a und 4b graphisch dargestellt. Bei Ablenkeinheiten gemäß der Erfindung tragen die Vertikalspulen einen geringeren Betrag zur NS-Kissenverzeichnung bei als die bekannten Ablenkeinheiten, da ihre tonnenförmigen Felder (Tonnenfelder) im Mittelbereich der Ablenkeinheit eine geringere Ungleichförmigkeit aufweisen, wie aus Fig. 4a ersichtlich ist. Dies ermöglicht die Verwendung von Horizontalspulen, die in der Mitte der Ablenkeinheit kissenförmige Felder (Kissenfelder) kleinerer Ungleichförmigkeit erzeugen, sich jedoch über einen größeren Bereich in Richtung auf den Bildschirm erstrecken, wie es in Fig. 4b dargestellt ist, um die NS-Kissenverzeichnung zu korrigieren. Diese kleinere Ungleichförmigkeit sowohl des horizontalen als auch des vertikalen Feldes im Mittel- bis Austrittsbereich ermöglicht es, eine Selbstkonvergenz zu erreichen, die im wesentlichen unabhängig von der Position der Strahlen bezüglich der Felder ist.

35

40

In Fig. 5 sind vereinfacht Teile einer Bildröhre (10) und eine Ablenkeinheit (16) dargestellt. Die Bildröhre (10) enthält einen Kolben mit einem Hals (12), der in einen sich erweiternden Kolbenteil (14) übergeht. Im Hals (12) ist eine Elektronenstrahlerzeugungssystemanordnung (13) angeordnet, die schematisch durch ein Rechteck dargestellt ist und horizontal nebeneinanderliegende Elektronenstrahlen (Horizontal-Inline-Elektronenstrahlen) in der Bildröhre (10) liefert. Bei der Ablenkeinheit (16) handelt es sich um einen Hybrid- oder Sattel-Toroid-Typ mit Horizontalwicklungen (20), deren Windungen am elektronenstrahlaustrittsseitigen Ende bei (22) und am elektronenstrahleintrittsseitigen Ende bei (24) angedeutet sind. Die Vertikalablenkwicklungen (28) sind toroidförmig auf einen Magnetkern (26) gewickelt. Ein zwischen die Horizontalwicklungen (20) und die toroidgewickelten Vertikalwicklungen (28) eingefügter Isolator (18) hält die Wicklungen in ihrer Lage zueinander und schafft außerdem auf nicht dargestellte Weise die Möglichkeit einer Befestigung der Ablenkeinheit an der Bildröhre (10). Die Wicklungen (20) und (28) haben gemäß der Erfindung eine solche Konfiguration, daß die Konvergenz im wesentlichen unempfindlich gegen eine vertikale oder horizontale Querverschiebung oder eine Kippung der Ablenkeinheit (16) bezüglich der Bildröhre (10) ist. Zwischen der Ablenkeinheit (16) und der Bildröhre (10) braucht daher kein größerer Zwischenraum (32) vorgesehen werden, als es die mechanischen Passungstoleranzen erfordern. Es ist daher auch keine wesentliche horizontale oder vertikale Querbewegung der Ablenkeinheit (16) bezüglich der Bildröhre (10) möglich. In entsprechender Weise ist auch eine nennenswerte Kippung unmöglich. Bei einer solchen Anordnung paßt also die Ablenkeinheit praktisch genau oder satt auf den Hals der Röhre und man braucht weniger Werkstoffe als für eine Konstruktion, bei der der Zwischenraum (32) groß ist. Bei einer Anordnung der in Fig. 5 dargestellten Art wird außerdem ein größerer Teil des von der Ablenkeinheit erzeugten magnetischen Flusses für die Ablenkung nutzbar gemacht als bei den bekannten Ablenkeinheiten. Um eine vorgegebene Flußdichte im Hals der Bildröhre für die

45

50

55

Ablenkung der Elektronenstrahlen zu erzeugen, benötigt man daher auch einen kleineren Strom als beim Stand der Technik und die Ablenkempfindlichkeit ist dementsprechend größer, die zwischen der Ablenkeinheit und den Ablenkschaltungen zirkulierende Energie ist kleiner und die bei der Ablenkung insgesamt entstehende Verlustleistung kann entsprechend klein gehalten werden.

5 Bekanntlich beeinflussen nur diejenigen Leiter der Vertikal- und Horizontalablenkwicklungen, die längs der inneren Peripherie des Magnetkernes der Ablenkeinheit verlaufen, die Ablenkung in wesentlichem Ausmaß. Eine Windungsverteilung mit der durch die Erfindung geschaffenen vorteilhaften Eigenschaften läßt sich also sowohl mit Toroidwicklungen als auch mit Sattelwicklungen erreichen.

10 In Fig. 6a ist die Verteilung der Horizontalablenkwicklung einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dargestellt, während Fig. 6b die Verteilung der Vertikalablenkwicklung dieser Ablenkeinheit zeigt, jeweils in Ansicht auf das größere oder strahlaustrittsseitige Ende der Ablenkeinheit. Aus diesen Darstellungen ist es jedoch schwierig, die Verteilung in der Nähe des strahleintrittsseitigen Endes zu erkennen, obwohl der Eintrittsring größer gezeichnet wurde, um die Darstellung deutlicher zu machen.

15 In den Figuren 7a bis 7c sind zwei Quadranten der Windungsverteilung am Eintrittsende, im Mittelbereich, bzw. am Austrittsende der Horizontalablenkwicklungen der Ablenkeinheit gemäß den Fig. 6a und 6b dargestellt. Die Figuren 7d bis 7f zeigen die Windungsverteilung in zwei Quadranten der Vertikalablenkwicklungen am Eintritts-, im Mittel- bzw. am Austrittsbereich der Ablenkeinheit gemäß den Fig. 6a und 6b.

20 In Fig. 7a stellt der mit (300) und (302) bezeichnete Bereich denjenigen Bereich dar, in dem Windungen der Wicklung in der Nähe des Eintrittsendes der Ablenkeinheit auftreten. Die mit (304) bzw. (306) bezeichneten Linien stellen die Schwerpunkte der tatsächlichen Wicklungsverteilung und nicht die Schwerpunkte der Bereiche (300) und (302) dar. Wie in Fig. 7a dargestellt ist, nimmt die Wicklungsverteilung (302) einen Mittelwinkel von 70° ein und die Schwerpunkte (304) und (306) der Wicklungsverteilung selbst treten in einem Winkelabstand von 35° von der Horizontalen auf, was zeigt, daß die tatsächlichen Wicklungsverteilungen hier symmetrisch bezüglich der Schwerpunkte sind. In entsprechender Weise stellt Fig. 7b einen Querschnitt in der Nähe des Mittelbereiches der Ablenkeinheit dar und die Bereiche (310) sind die Bereiche, in denen Windungen der Horizontalablenkwicklung auftreten. Die Bereiche (310) nehmen jeweils einen Mittel- oder Umfangswinkel von 53° ein und beginnen jeweils in der Horizontalebene. Die Linie (312) stellt die Winkellage des Schwerpunkts der Wicklungsverteilung im Bereich (310) dar und hat einen Winkelabstand von 27° bezüglich der Horizontalebene, was zeigt, daß die Windungsverteilung im Bereich (310) fast symmetrisch ist. Die beschriebene Darstellung läßt jedoch nicht erkennen, ob die Windungen an den Enden des Bereiches (310) konzentriert sind, ob sie gleichmäßig verteilt sind oder irgend eine andere Verteilung haben. Fig. 7c stellt in entsprechender Weise eine Windungsverteilung in der Nähe des Austrittsbereiches der Ablenkeinheit dar, sie nimmt einen Bereich (324) mit einem Umfangswinkel von 24° ein und der Schwerpunkt der Windungsverteilung liegt etwa $12,5^\circ$ oberhalb der Horizontalen. Die Windungsverteilung im Bereich (324) ist offensichtlich nicht symmetrisch, man kann jedoch auch hier nicht erkennen, wie die Windungsverteilung in Wirklichkeit aussieht. In Fig. 7d sind Bereiche (334) dargestellt, in denen die Vertikalwicklung in einem Querschnitt in der Nähe des Eintrittsendes der Ablenkeinheit verteilt ist. Die Bereiche (334) nehmen jeweils einen Zentriwinkel von 58° ein. Der Schwerpunkt der jeweiligen Windungsverteilungen hat einen Abstand von 24° von der Vertikalachse, liegt also nicht in der Mitte des Bereiches (334). In entsprechender Weise sind in Fig. 7e Bereiche (344) dargestellt, in denen die Vertikalwicklung verteilt ist. Die Bereiche (344) beginnen jeweils in einem Abstand von $6,6^\circ$ von der Vertikalachse und nehmen einen Winkel von 68° ein. Der Schwerpunkt der Windungsverteilung in den Bereichen (344) ist jeweils durch eine Linie (342) dargestellt und hat einen Winkelabstand von $36,5^\circ$ von der Vertikalachse, liegt also nicht in der Nähe der Mitte des betreffenden Bereiches (344). Figur 7f zeigt die entsprechende Verteilung (354) am Austrittsende der Ablenkeinheit. Der Schwerpunkt (352) befindet sich in der Nähe der Mitte des Bereiches (354), in dem die Wicklung verteilt ist. Einzelheiten der Wicklungsverteilungen, die aus Fig. 7 nicht ersichtlich sind, werden im folgenden erläutert.

35 In Figur 8 sind zwei Wicklungsverteilungen gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung dargestellt. Die Figuren 8a bis 8f zeigen die Verteilung der Horizontalablenkwicklungen und die Figuren 8g bis 8m zeigen die Verteilung der Vertikalablenkwicklungen an der Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. In den Figuren 8a, 8c, 8e, 8g, 8i und 8k ist die tatsächliche Leiterverteilung dargestellt, während die Figuren 8b, 8d, 8f, 8h, 8j und 8l die aus der Leiterverteilung gewonnene Verteilung der Windungsdichte w_H bzw. w_V zeigen. Die horizontalen Achsen der graphischen Darstellungen in Fig. 8 stellen einen Quadranten der Peripherie der Ablenkeinheit dar. Der Quadrant ist in 41 gleiche Teile unterteilt, die entsprechend nummeriert sind. Diese Teile können reale Kanäle darstellen, in denen die Leiter oder Drähte angeordnet werden können, oder die Teile können die Schalt- oder Indexpunkte bedeuten, bei denen eine Wickelmaschine die Drähte aufbringt. Die Nullmarke am linken Ende der horizontalen Achse stellt das Ende eines Quadranten und den Anfang des dargestellten Quadranten dar und der Markierungsstrich (41) am rechten Ende stellt das Ende des dargestellten Quadranten und den Anfang des nächsten Quadranten dar. Der Umfangs- oder Azimutwinkel der Teile ist ebenfalls angegeben. Die auf der Null-Achse liegenden Leiter sind z. T. ausgezogen und z. T. gestrichelt gezeichnet, um den Teil des Leiter anzugeben, der zu der Feldverteilung in dem fraglichen Quadranten beiträgt. Die Leiter sind sowohl mit vertikalen als auch mit horizontalen Abständen dargestellt, in der Praxis können sie dicht aneinander anliegend gewickelt sein, wie es bei einer praktischen Wicklung zweckmäßig ist.

In Figur 8 sind die Querschnitte von Drähten oder Windungen eines einzigen Leiterdrahtes dargestellt, der eine Toroid- oder eine Sattelwicklung bildet. Alle Drähte werden dementsprechend vom gleichen Strom durchflossen. Die Figuren 8a und 8b zeigen die Windungsverteilung in der Nähe des Austrittsendes der Ablenkeinheit. Für diesen Zweck befindet sich das Austrittsende an oder in der Nähe des Endes des Magnetkernes. Die Windungen (402) und (404) befinden sich über dem Nullpunkt der horizontalen Achse, die in Figur 8 zwei Quadranten trennt. Für die Zwecke dieser Betrachtung soll angenommen werden, daß jede dieser Windung eine halbe Stromeinheit beiträgt und damit eine halbe Windung zu dem dargestellten Quadranten, also insgesamt eine Windung. Der erste Abschnitt oder Teil des in Figur 8a dargestellten Quadranten enthält ferner noch einen dritten Draht (406), der sich zur Gänze innerhalb des ersten Abschnitts befindet und daher eine volle Windung beiträgt. Windungsbeiträge liefern ferner Drähte (407) und (408), die auf der Grenze zwischen dem ersten und dem zweiten Abschnitt des Quadranten liegen. Die Drähte (407) und (408) tragen daher jeweils eine halbe Windung oder insgesamt eine Windung zum ersten Abschnitt des Quadranten bei. Im ersten Abschnitt des Quadranten der Figur 8a tragen also insgesamt die Drähte (402), (404), (407) und (408) jeweils eine halbe Einheit und der Draht (406) eine ganze Einheit bei. Der Windungsbeitrag der dem ersten Abschnitt des Quadranten zugeordneten Windungen beträgt also insgesamt drei Windungen. In Figur 8b ist dementsprechend der gesamte Windungsbeitrag im ersten Abschnitt des Quadranten mit dem Wert 3 dargestellt.

Der zweite Abschnitt des in Fig. 8a dargestellten Quadranten enthält einen Beitrag von jeweils einer halben Windung von den Drähten (407) und (408) sowie jeweils einer halben Windung von Drähten (411) und (412), die auf der Grenze zwischen dem zweiten und dem dritten Abschnitt des Quadranten liegen. Zum zweiten Abschnitt tragen ferner Windungen (409) und (410) jeweils einen Anteil von einer vollen Windung bei, so daß sich insgesamt ein Windungsanteil von vier Windungen ergibt, wie es auch in Figur 8b dargestellt ist. Der dritte Abschnitt des in Fig. 8a dargestellten Quadranten enthält ebenfalls einen Beitrag von insgesamt vier Windungen, während der vierte bis elfte Abschnitt jeweils einen Anteil von insgesamt drei Windungen enthalten. Der zwölfte Abschnitt enthält einen Beitrag von jeweils einer halben Einheit von den Windungen (414) und (416), also insgesamt eine Windung, wie in Fig. 8b dargestellt ist. Die verbleibenden Teile des Quadranten enthalten keine Leiter und der Windungsanteil ist daher gleich Null. Es ist also ersichtlich, daß die in Fig. 8a dargestellte Windungsverteilung in der Nähe des Austrittsbereiches der wirklichen Ablenkeinheit durch eine diskontinuierliche Windungs- oder Wicklungsdichteverteilung W_h dargestellt werden kann, wie sie die Stufenkurve (420) in Fig. 8b zeigt.

Fig. 8c zeigt die tatsächliche Windungsverteilung in einem Quadranten einer Ausführungsform der Ablenkeinheit gemäß der Erfindung in einem mittleren Bereich zwischen dem Eintritts- und dem Austrittsende der Ablenkeinheit. Die Verteilung (440) in Fig. 8d stellt die entsprechende Windungsdichteverteilung W_h , also den resultierenden Beitrag der in Fig. 8c dargestellten Windungen dar. In entsprechender Weise stellt die in Fig. 8d dargestellte Windungsverteilung die Verteilung der Windungen der Horizontalwicklung in der Nähe des Eintrittsbereiches der gleichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ablenkeinheit wie der gemäß Fig. 8a und 8c dar. In Fig. 8f ist die Verteilungskurve (460) für die Windungsdichteverteilung W_h der Fig. 8e dargestellt.

Die Verteilung W_v der Windungen der Vertikalablenkwicklung einer Ablenkeinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist in den Figuren 8g bis 8m dargestellt. Die Figuren 8g, 8i und 8k stellen die tatsächliche Windungsverteilung am Austrittsende, in einem mittleren Bereich bzw. am Eintrittsende der Ablenkeinheit dar, während die Figuren 8h, 8j und 8m den Verlauf (470), (480) bzw. (490) der entsprechenden Windungsdichteverteilungen W_v zeigen. Ein Vergleich der Figuren 8a bis 8f mit den Figuren 7a bis 7c und der Figuren 8g bis 8m mit den Figuren 7d bis 7f läßt erkennen, daß die Darstellung der Windungsverteilung in Fig. 7 eine zu stark vereinfachte Darstellung ist, bei der wesentliche strukturelle Einzelheiten fehlen.

Die Spulen einer Ablenkeinheit lassen sich durch eine Fourier-Entwicklung der Windungsverteilung mathematisch darstellen, wie es z. B. aus der US-PS 41 17 434 (Logan) bekannt ist. In einem gegebenen Querschnitt der Ablenkeinheit kann also die diskrete Windungsverteilung der Horizontal- und Vertikalablenkspulen der Ablenkeinheiten gemäß der Erfindung durch Fourier-Reihenentwicklungen der entsprechenden Windungsdichten beschrieben werden:

$$w_H(\phi) = \sum_{1, 3 \dots} C_n \cos n \phi \qquad w_V(\phi) = \sum_{1, 3 \dots} S_n \sin n \phi$$

wobei C_n und S_n die Fourier-Koeffizienten ungerader Ordnung der Windungsdichteverteilungen der Horizontal- bzw. Vertikalablenkwicklung sind und $W(\phi)$ die Windungsdichteverteilung ist, d. h. daß $W(\phi)d\phi$ die Anzahl der Windungen im Intervall von ϕ bis $\phi + d\phi$ ist. Die gesamte Anzahl N der Windungen pro Quadrant (die selbstverständlich in allen Querschnitten gleich ist) wird durch die folgenden Ausdrücke gegeben:

$$N_H = \sum_{1, 3 \dots n} C_n \qquad N_V = \sum_{1, 3 \dots n} S_n$$

Man beachte, daß der Schwerpunkt der Windungsdichteverteilung gegeben ist durch

$$\bar{\phi}_H = \frac{\int \phi w_H d\phi}{\int w_H d\phi}$$

und der Winkel θ zwischen den Schwerpunkten der beiden Hälften der Spule ist $\theta = \pi - 2\bar{\phi}_H$.

Von der Anmelderin wurde eine Ablenkeinheit gemäß den Lehren der Erfindung entwickelt, die als XP75-125-CE 90°-Ablenkeinheit bezeichnet wurde. Die Spulen der XP75-125-CE 90°-Ablenkeinheit, deren Windungsverteilung in den Figuren 4a bis 6b dargestellt ist, und die Spulen von ähnlichen 90°-Ablenkeinheiten gemäß der Erfindung können durch das erste und dritte Glied (Fundamentalterm und dritte Harmonische) der Entwicklung ihrer Windungsdichten in drei Querschnitten (Eintrittsbereich, Mittelbereich, Austrittsbereich) beschrieben werden. Um diese Darstellung unabhängig von der Spulenimpedanz zu machen, wird das erste Glied und die Fundamentalkomponente als Bruchteil der Gesamtzahl der Windungen in einem Quadrant und das dritte Glied (dritte Harmonische) als Bruchteil des ersten Gliedes (Fundamentalkomponente) ausgedrückt.

Die unten aufgeführten Komponenten stellen die normierten Koeffizienten des ersten und dritten Gliedes (Fundamentalkomponente und dritte Harmonische) der Windungsverteilung im Eintrittsbereich, im Mittelbereich und im Austrittsbereich einer toroidgewickelten 90°-Ablenkeinheit gemäß der Erfindung (XP75-125-CE) dar. Die horizontale Windungsverteilung wird durch die Komponenten erster Ordnung (Fundamentalkomponente C_1/N_H) und dritter Ordnung (dritte Harmonische C_3/C_1) angenähert und die vertikale Wicklungsverteilung wird durch die Komponenten erster Ordnung (Fundamentalkomponente S_1/N_V) und dritter Ordnung (dritte Harmonische S_3/S_1) angenähert:

		XP75-125-CE			
		HORIZONTAL		VERTIKAL	
		$\frac{C_1}{N_H}$	$\frac{C_3}{C_1}$	$\frac{S_1}{N_V}$	$\frac{S_3}{S_1}$
	Eintritt	0,99	-0,14	1,10	-0,26
	Mitte	1,11	0,23	0,95	0,14
	Austritt	1,24	0,80	0,67	1,43

Diese Fourier-Koeffizienten sind in Figur 9 für die drei axialen Positionen (Eintritts-, Mittel- und Austrittsbereich) längs der Ablenkeinheit aufgetragen.

In entsprechender Weise werden die Spulen einer toroidgewickelten 110°-Ablenkeinheit (XP75-128-ECQ) gemäß der Erfindung durch die folgenden Koeffizienten beschrieben:

		XP75-128-ECQ			
		HORIZONTAL		VERTIKAL	
		$\frac{C_1}{N_H}$	$\frac{C_3}{C_1}$	$\frac{S_1}{N_V}$	$\frac{S_3}{S_1}$
	Eintritt	0,94	-0,34	1,04	-0,17
	Mitte	1,14	0,33	0,99	0
	Austritt	1,25	0,87	0,69	1,42

die in Figur 10 graphisch dargestellt sind.

Die Ablenkeinheiten gemäß der Erfindung weisen Horizontalablenkspulen mit Windungsverteilungen auf, bei denen die Fundamentalkomponente C_1/N_H der Fourier-Entwicklung ihrer auf die Gesamtzahl der Windungen pro Quadrant normierten Windungsdichte vom Eintritt zum Austritt der Ablenkeinheit ansteigt, während die auf die Fundamentalkomponente normierte Fourier-Komponente dritter Ordnung (dritte Harmonische) C_3/C_1 an der Eintritsseite der Ablenkeinheit einen negativen Wert hat, vor oder im Mittelbereich positiv wird und ihren größten positiven Wert in der Nähe des Austrittsendes der Ablenkeinheit annimmt; ferner haben solche Ablenkeinheiten Vertikalspulen mit Windungsverteilungen, die durch eine normierte Fundamentalkomponente S_1/N_V der Fourier-Entwicklung charakterisiert sind, welche vom Eintrittsende zum Austrittsende der Ablenkeinheit abnimmt, während die normierte Komponente dritter Ordnung, die dritte Harmonische S_3/S_1 einen negativen Wert am Eintrittsende der Ablenkeinheit hat, vor oder im Mittelbereich positiv wird und ihren größten positiven Wert in der Nähe des Austrittsendes der Ablenkeinheit annimmt. Die gemessene Lageabhängigkeit der Konvergenz dieser Ablenkeinheiten hatte in Millimeter/Millimeter folgende Werte:

	HORIZONTALVERSCHIEBUNG		VERTIKALVERSCHIEBUNG	
	Breitenfehler	Höhenfehler	Horiz. Crossover	Vert. Crossover
XP75-125-CE (19V 90°)	0	0,1	0,1	0
XP75-128-ECQ (25V 110°)	0,1	0,1	0,3	0,3

was bedeutet, daß die Konvergenz praktisch lageunabhängig ist. Für praktische Zwecke kann man eine Horizontalablenkwicklung als konvergenzunempfindlich bezüglich Lageänderungen bezeichnen, wenn eine horizontale Querverschiebung der Ablenkeinheit oder eine entsprechende Kippung der Ablenkeinheit bezüglich der Elektronenstrahlen in der Bildröhre eine horizontale Verschiebung der durch die beiden außermittigen Strahlen an den beiden Seiten des Rasters geschriebenen vertikalen Kreuzgitterlinien in bezug aufeinander, als eine Größenänderung von weniger als 0,4 mm pro Millimeter Verschiebung bewirken und wenn eine Vertikalverschiebung der Ablenkeinheit bezüglich der Elektronenstrahlen eine Vertikalbewegung der Enden der von den außermittigen Strahlen durch die Mitte des Rasters geschriebenen horizontalen Linien in bezug aufeinander von weniger als 0,4 mm/mm verursacht.

In entsprechender Weise kann eine Vertikalablenkwicklung als lageunempfindlich bezeichnet werden, wenn eine Horizontalverschiebung der Ablenkeinheit bezüglich der Elektronenstrahlen eine Vertikalbewegung der von den beiden außermittigen Strahlen geschriebenen horizontalen Kreuzgitterlinien an der oberen und unteren Seite des Rasters in bezug aufeinander von weniger als 0,4 mm pro Millimeter Verschiebung bewirkt und eine Vertikalverschiebung der Ablenkeinheit eine Horizontalbewegung der Enden der von den außermittigen Strahlen durch die Mitte des Rasters geschriebenen vertikalen Linien in bezug aufeinander von weniger als 0,4 mm/mm verursacht.

Auch Sattelspulen können durch eine Fourier-Entwicklung bzw. Fourier-Koeffizienten beschrieben werden. Die quasi-kontinuierliche Windungsverteilung von Sattelspulen in einem Quadranten einer Ablenkeinheit kann durch eine Fourier-Reihenentwicklung ihrer radialen Dicke in einer Ebene konstanten z-Wertes, die einen Querschnitt der Windung darstellt, beschrieben werden:

$$T(\phi) = \sum C_n \cos n \phi$$

wobei $T(\phi)$ die Dicke in Abhängigkeit vom Winkel ϕ in dem betreffenden Querschnitt und C_n den Fourier-Koeffizienten n-ter Ordnung bedeuten. Die Fläche A eines Querschnitts senkrecht zur inneren Kontur $R(z)$ einer Sattelspule ist konstant, da die Gesamtzahl der Drähte in allen Querschnitten gleich ist und sie ist innerhalb $(T)^2 \ll R$ gegeben durch

$$A = \frac{R}{\sqrt{1+R'^2}} \sum_{1, 3 \dots N} C_n$$

wobei R der innere Radius der Horizontalsattelspule in dem betreffenden Querschnitt, $R' = dR/dz$ und z der axiale Abstand sind.

Die horizontalen Sattelspulen werden durch die Fourierkoeffizienten erster und dritter Ordnung ihrer radialen Dicken in drei zur Definition dienenden Querschnitten charakterisiert. Auch hier wird die

Fundamentalkomponente der Querschnittsfläche zur Normalisierung hinsichtlich der Impedanz als Bruchteil oder Quotient des Gesamtquerschnittes entsprechend der Normalisierung der Anzahl oder Menge der Windungen ausgedrückt und der Koeffizient dritter Ordnung (dritte Harmonische) wird als Quotient oder Bruchteil der Fundamentalkomponente oder des ersten Koeffizienten ausgedrückt. Selbstverständlich lassen sich die beschriebenen Ausführungsbeispiele in der verschiedensten Weise abwandeln, ohne den Rahmen der Erfindung zu überschreiten. Man kann insbesondere die beschriebenen lageunempfindlichen Vertikalwicklungen für sich zusammen mit lageabhängigen Horizontalwicklungen verwenden und die lageunempfindlichen Wicklungen können auch bei Ablenkeinheiten verwendet werden, die nicht sondern mit einem gewissen Spiel auf den Kolben der zugehörigen Röhre passen.

Zusammenfassend gesagt, wird durch die Erfindung also eine Fernseh wiedergabeeinrichtung mit einer Bildröhre (10) angegeben, welche einen Bildschirm, eine Inline-Elektronenstrahlerzeugungssystemanordnung (13) zum Erzeugen einer Mehrzahl von Elektronenstrahlen, und einen Kolben mit einem Hals (12), an dessen einem Ende die Elektronenstrahlerzeugungssystemanordnung montiert ist, enthält. Der Bildröhre ist eine Ablenkeinheit (16) zugeordnet, die astigmatische Ablenfelder erzeugt, um die Elektronenstrahlen an allen Punkten des Bildschirms zur Konvergenz zu bringen. Die astigmatischen Felder haben ausgewogene Ungleichförmigkeits- oder Inhomogenitätsfunktionen mit kleinen Spitzenauswanderungen, um die Abhängigkeit der Strahlkonvergenz von der Position der Ablenkeinheit bezüglich der Elektronenstrahlen klein zu machen, so daß eine Relativbewegung zwischen der Ablenkeinheit und der Bildröhre die Konvergenz nicht nennenswert beeinträchtigt.

PATENTANSPRUCH

Farbfernseh-Wiedergabeeinrichtung mit einer Bildröhre mit einer im Hals der Bildröhre angeordneten und dem Bildschirm gegenüberliegenden Einrichtung zur Erzeugung von drei Inline-Elektronenstrahlen und einem Ablenkjoch, das auf diesem Hals angeordnet ist und ein Eintritts- und ein Austrittsende und um die Bildröhre verteilt angeordnete Horizontal- und Vertikalablenkleiter aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verteilung der Horizontal- und Vertikalablenkleiter in einem beliebigen Quadranten durch horizontale Fourier-Fundamentalkoeffizienten (C_1/N_H) beschrieben ist, die auf die Menge (N_H) der horizontalen Ablenkleiter in dem betreffenden Quadranten normiert sind, wobei die normierten Horizontal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten vom Eintrittsende (EN) zu einem Maximalwert im Bereich des Austrittsendes (EX) des Ablenkjochs (16) ansteigen, daß die Verteilung der Horizontalablenkleiter (20) in dem betreffenden Quadranten durch Horizontal-Fourier-Koeffizienten (C_3/C_1) dritter Ordnung beschrieben ist, die auf die Horizontal-Fundamentalkoeffizienten (C_1/N_H) an jeder longitudinalen Position entlang der Achse des Ablenkjochs (16) normiert sind, an der die Horizontalkoeffizienten dritter Ordnung festgesetzt sind, wobei die Horizontalkoeffizienten (C_3/C_1) dritter Ordnung im Bereich des Eintrittsendes des Ablenkjochs (16) einen negativen Wert haben und zur Mitte des Ablenkjochs (16) hin einen zunehmend positiven Wert haben, sodaß der Wert in der Mitte des Ablenkjochs positiv ist und am Austrittsende (EX) des Ablenkjochs (16) ein positiver Maximalwert ist, daß die Verteilung der Vertikalablenkleiter (28) in den Quadranten durch Vertikal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten (S_1/N_V) beschrieben ist, die auf die Menge (N_V) der Vertikalablenkleiter (28) in dem Quadranten normiert sind, wobei die normierten Vertikal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten (S_1/N_V) in ihrem Wert vom Eintrittsende (EN) zum Austrittsende (EX) abnehmen, sodaß sie am Austrittsende (EX) des Ablenkjochs (16) einen Minimalwert annehmen, und daß die Verteilung der Vertikalablenkleiter (28) in dem Quadranten außerdem durch Vertikal-Fourier-Koeffizienten (S_3/S_1) dritter Ordnung beschrieben ist, die auf den Wert normiert sind, welcher durch die Vertikal-Fourier-Fundamentalkoeffizienten (S_1/N_V) an den jeweiligen longitudinalen Positionen entlang der Achse des Ablenkjochs (16), an denen die Vertikal-Fourier-Koeffizienten (S_3/S_1) dritter Ordnung bestimmt werden, gegeben ist, wobei die Vertikal-Fourier-Koeffizienten dritter Ordnung Werte haben, die am Eintrittsende (EN) des Ablenkjochs (16) negativ sind und zur Mitte des Ablenkjochs (16) einen zunehmend positiven Wert und am Austrittsende des Ablenkjochs einen positiven Maximalwert annehmen.

Hiezu 8 Blatt Zeichnungen

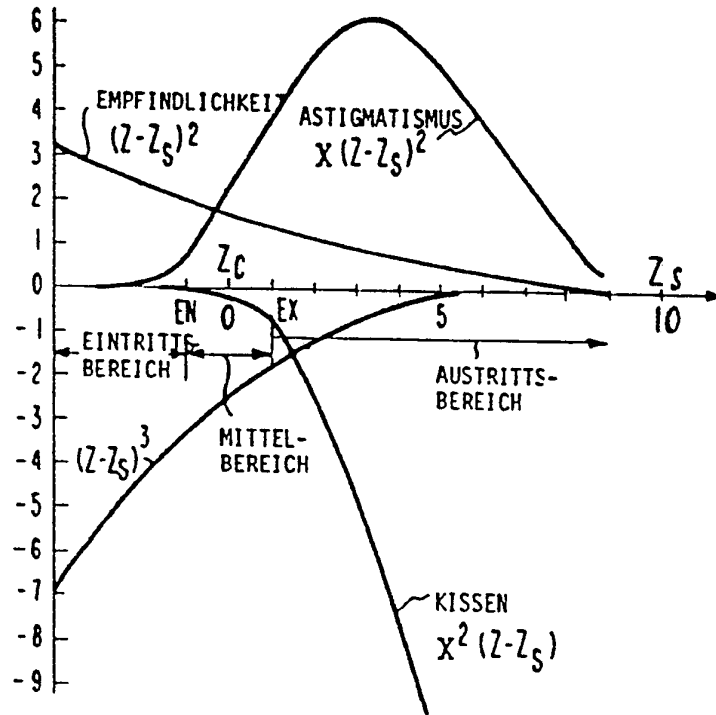


Fig. 1

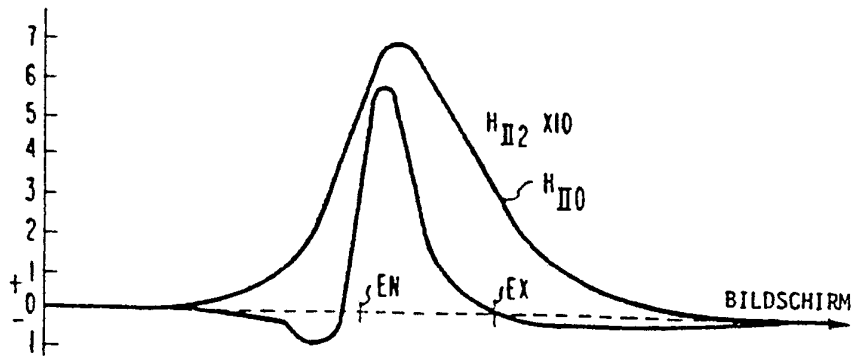


Fig. 2a

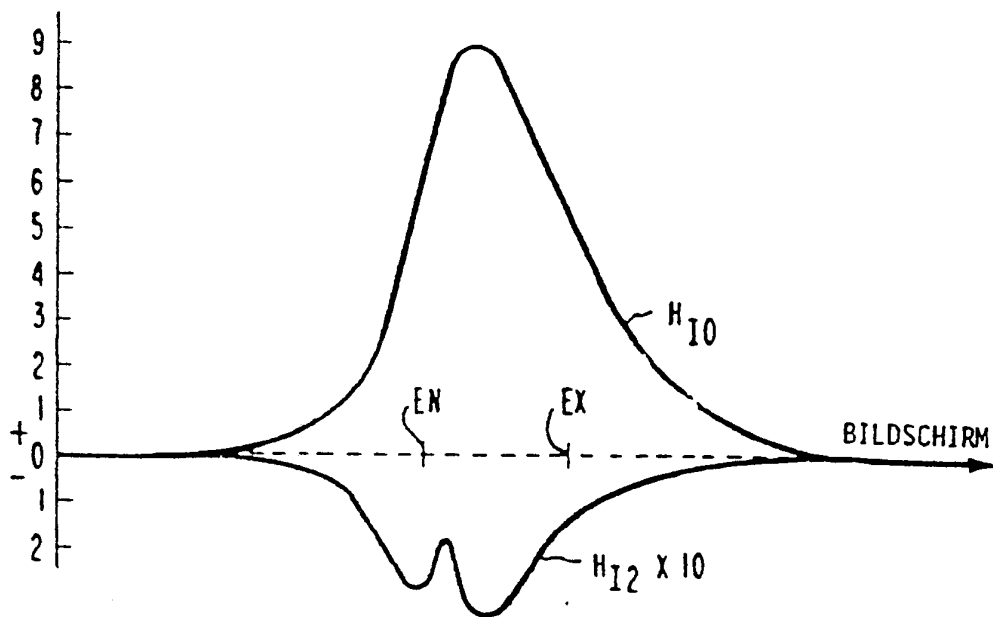


Fig. 2b

Fig. 3a.

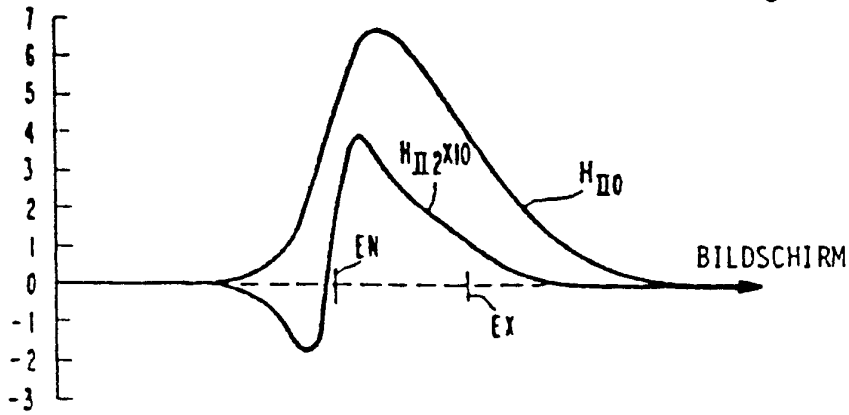


Fig. 3b.

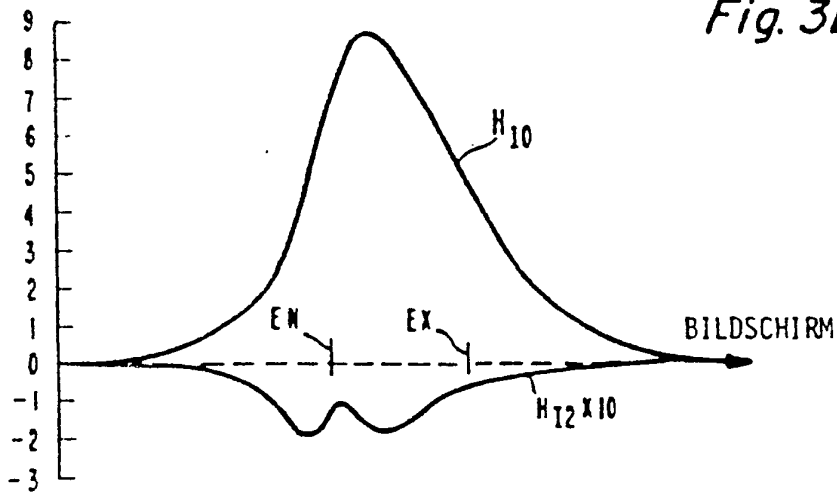
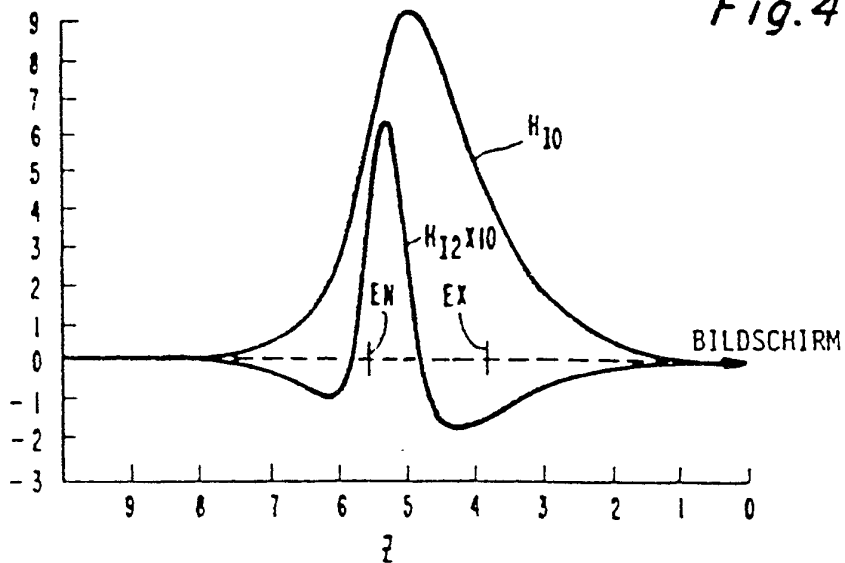


Fig. 4a.



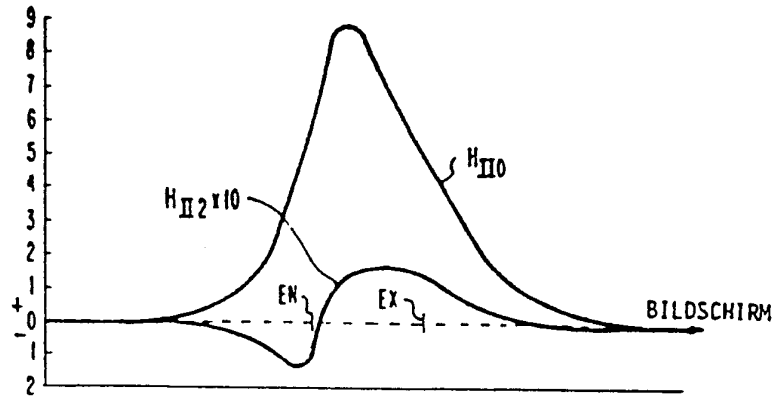


Fig. 4b

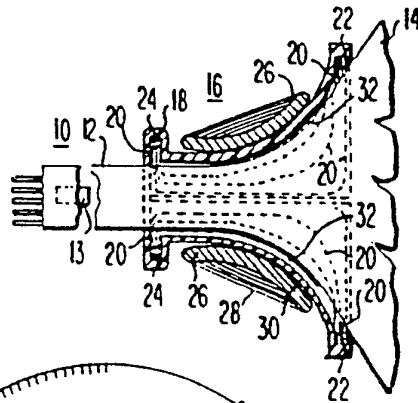


Fig. 5

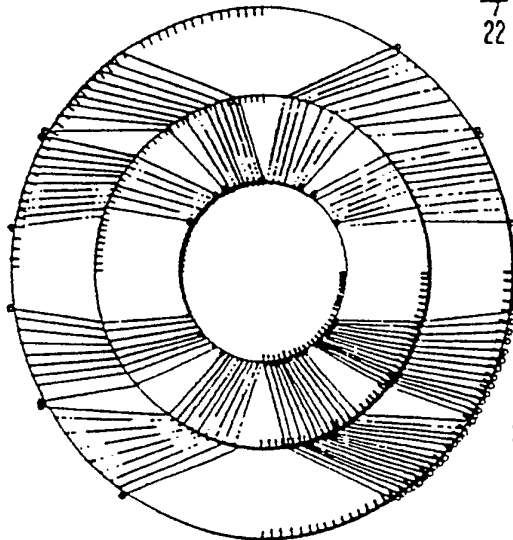


Fig. 6a

HORIZONTAL

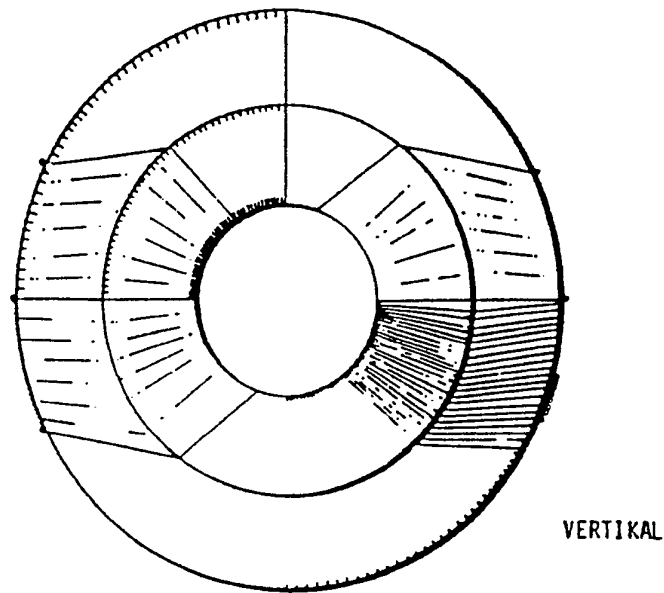


Fig. 6b.

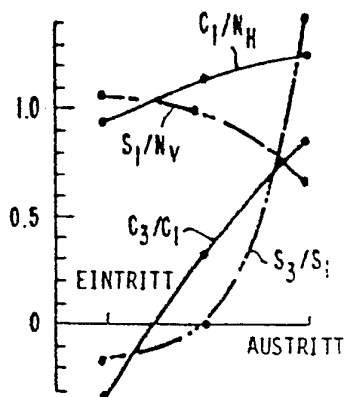


Fig. 10.

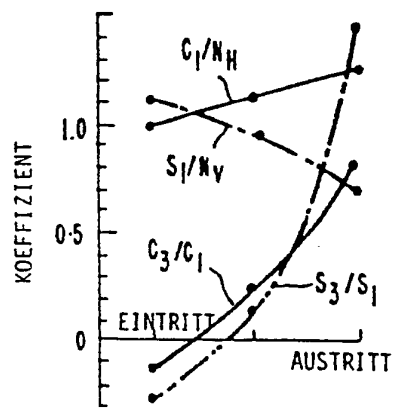
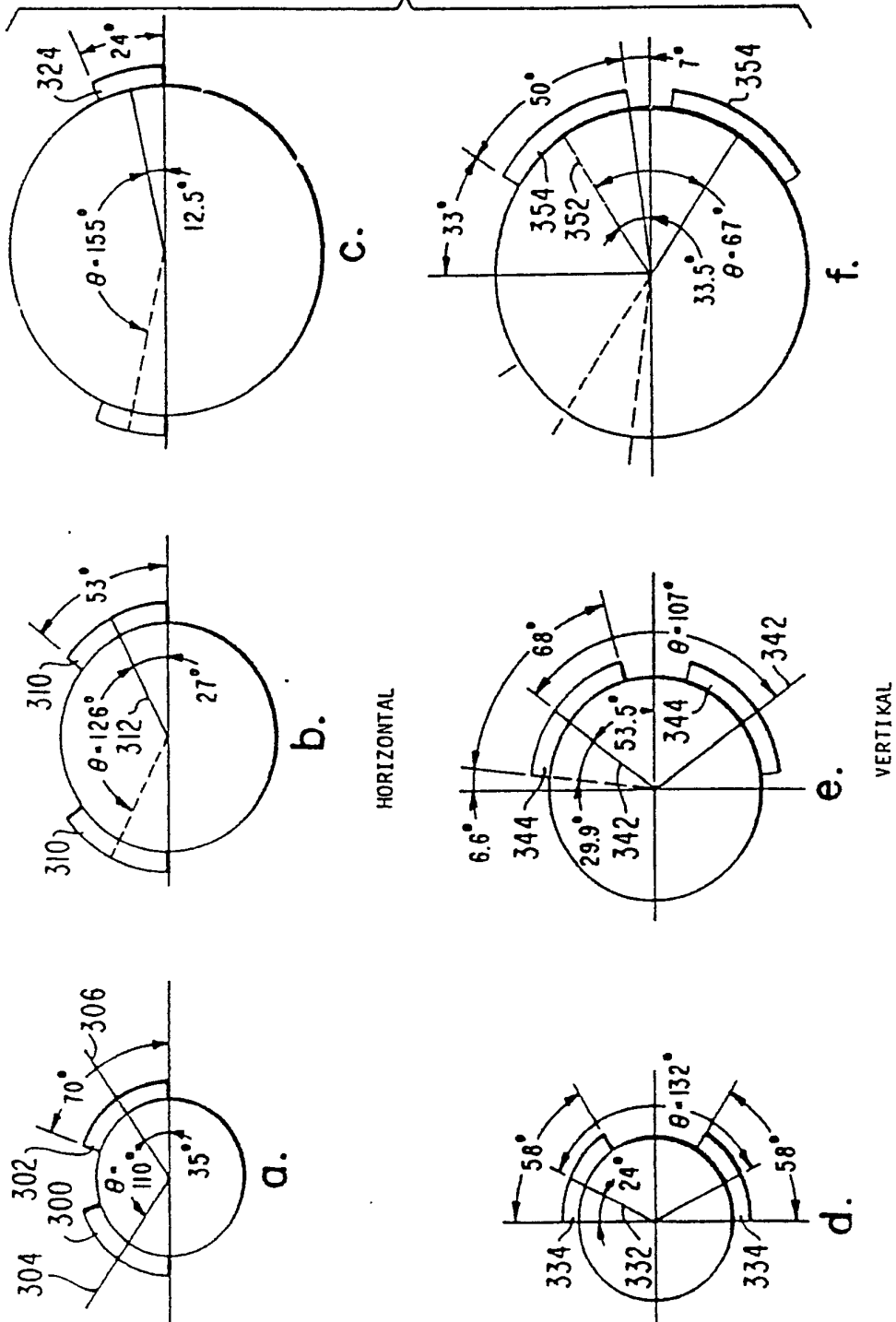


Fig. 9.

Fig. 7.



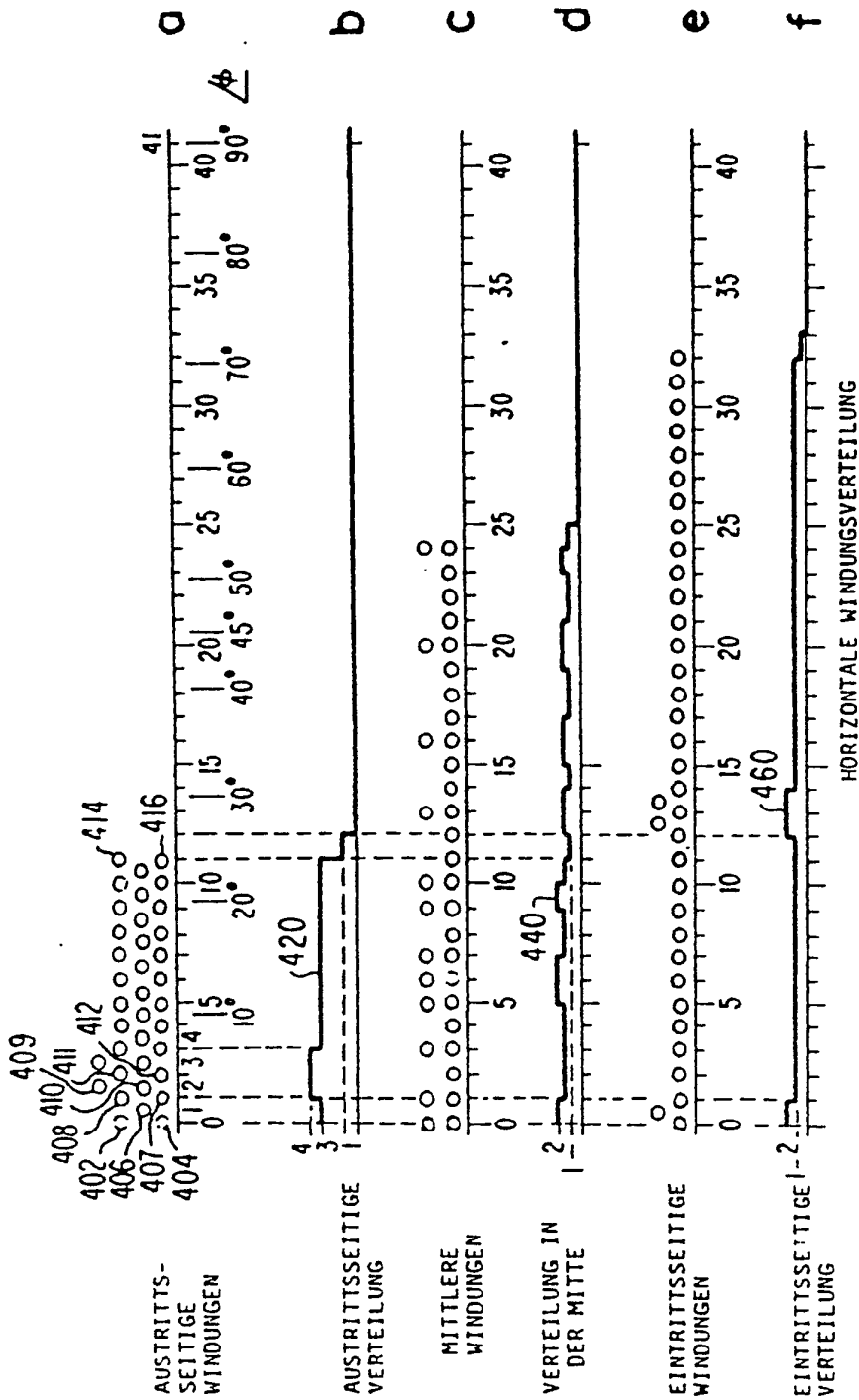


Fig. 8

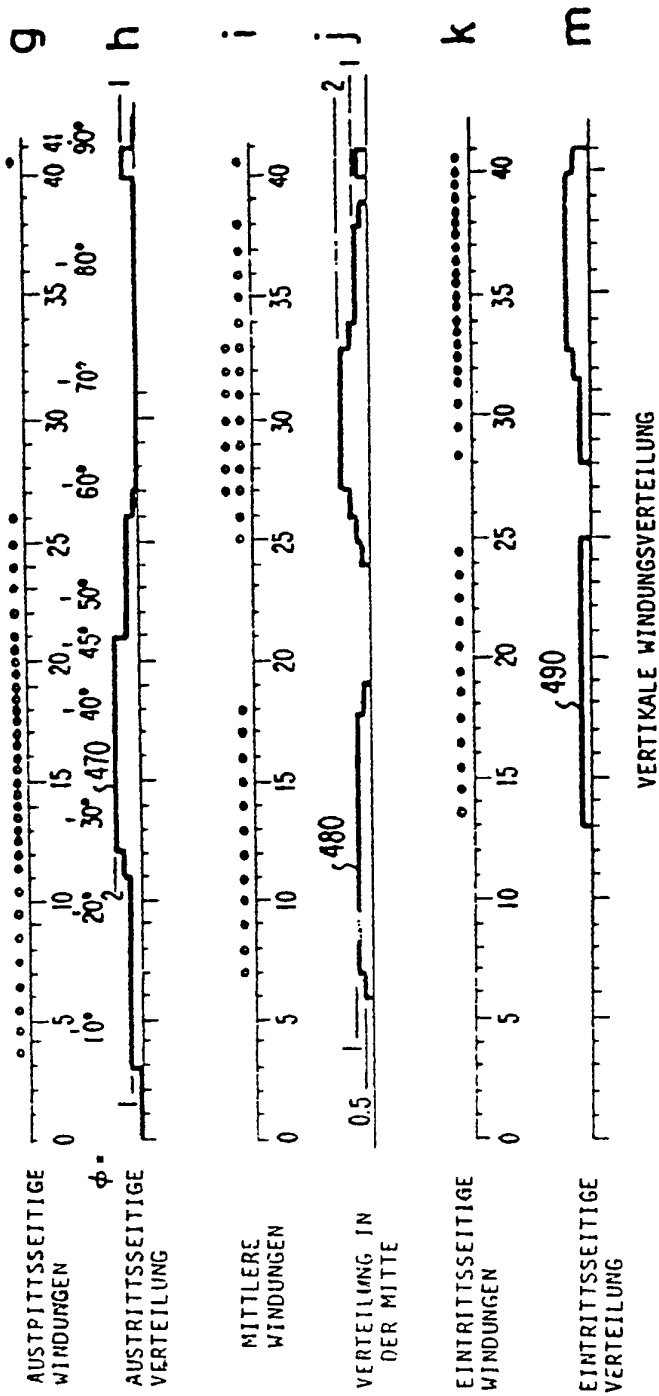


Fig. 8