

относятся к Л. а., работающим в режиме излучения. Л. а. состоит из линзы и первичного излучателя, расположенного в её фокусе.

Обычно Л. а. предназначаются для работы в средах с показателем преломления $n \sim 1$ (с малыми потерями). Изменение фазы $\Delta\varphi$ вдоль луча при прохождении участка $\Delta s = s_2 - s_1$ такой среды определяется соотношением

$$\Delta\varphi = \omega c^{-1} \int_{s_1}^{s_2} n(s) ds, \text{ где } \omega \text{ — угл. частота, } c \text{ — скорость}$$

света в вакууме. Преобразование фазового фронта достигается либо профилированием границы Л. а., $\Delta s \neq \text{const}$ (системы с однородным n), либо применением сред с неоднородным $n(s)$. Часто используют искусств. диэлектрич. среды, когда в обычные диэлектрики с $n \approx 1$ вкрапывают с разл. плотностью металлич. или диэлектрич. элементы (шарики, сфероиды, диски и др.) или металлич. порошок, достигая изменения эфф. показателя преломления практически по любому закону. Используют также искусств. среды, выполненные в виде блоков из обычных волноводов (одинакового или различного сечения) или параллельных гофрированных металлич. листов. Если электрич. вектор перпендикулярен металлич. листам, то между ними будет распространяться волна типа TEM , фазовая скорость k -рой равна c . Наличие гофр создаёт эффект замедления: волна будто бы распространяется с $v_f < c$ ($n_{эфф} > 1$). Если же электрич. вектор параллелен металлич. листам, то между ними будет распространяться волна типа TE и соответствующий набор ведёт себя как искусств. диэлектрик с $n_{эфф} < 1$. Если блок выполнен из волноводов различного сечения или из металлич. пластин с различными расстояниями между ними, то получаем среду с неоднородным $n_{эфф}$.

Наиб. простым типом Л. а. являются линзы из однородного диэлектрика с соответствующим образом рассчитанным профилем одной или обеих её поверхностей.

Для уменьшения массы линзы больших размеров выполняют зонированными (рис. 1), при этом фаза волн в каждой зоне отличается на $2\pi m$ ($m=1, 2, \dots$). Зонированные линзы работают удовлетворительно в более узком диапазоне длин волн, чем обычные. Кроме того, у края каждой зоны возникают дифракц. явления, ухудшающие характеристики Л. а. Фокусирующие свойства неоднородных линз обеспечиваются выбранным законом изменения коэф. преломления. Первая линза из неоднородного диэлектрика исследована Дж. К. Максвеллом (J. C. Maxwell) в 1860. Она имеет форму полусферы. Линза с центр. симметрией в форме шара предложена Р. К. Люнебергом (R. K. Luneberg) в 1944.

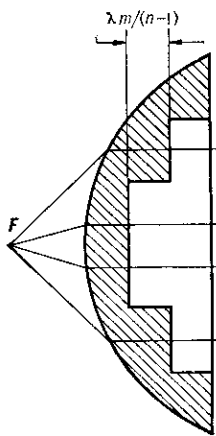


Рис. 1. Зонированная диэлектрическая линза.

Плоский фронт образуется на нек-рой плоскости, находящейся вне линзы. Такие линзы допускают поворот луча без искажения его формы в широком секторе углов до 360° , их изготавливают из большого числа сферич. слоёв с пост. n . Число слоёв, их толщину и n выбирают, исходя из допустимой фазовой ошибки. В линзе Микаэлины, наз. линзой равной толщины, коэф. преломления зависит только от одной координаты. Все три линзы — фокусирующие, т. е. создают на выходе параллельный пучок лучей.

Применяют также широконаправленные отражательные линзы. В широконаправлен-

ных линзах фазовый фронт на выходе должен быть сферическим или цилиндрическим. Отражат. линзы применяют, когда необходимо перестраивать падающее на них излучение в заданном направлении. Известны два типа отражат. линз: рефлектор Люнеберга и линза Итона — Липмана. Первый тип представляет собой обычную линзу Люнеберга, в k -рой часть поверхности покрыта металлич. слоем. Падающая на линзу волна фокусируется в соответствующей точке металлич. покрытия и затем отражается. Проходя через линзу, она излучается в направлении, обратном направлению падения. Линза Итона — Липмана имеет форму шара (рис. 2). Коэф. преломления определяется ϕ -лой $n(r) = n(R) \cdot (2R/r - 1)^{1/2}$.

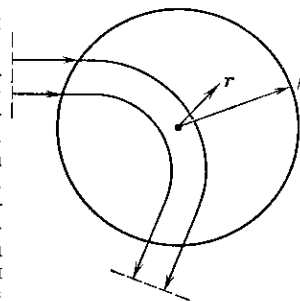


Рис. 2. Линза Итона — Липмана.

Л. а. нашли применение в радиолокации. Они удобны при работе в широкой полосе частот без перестройки, для обеспечения нужной диаграммы направленности; с их помощью легко осуществить поворот луча в широком секторе углов.

Лит.: Зелкин Е. Г., Петрова Р. А., Линзовые антенны, М., 1974; Авдеев С. М., Бей Н. А., Морозов А. Н., Линзовые антенны с электрически управляемыми диаграммами направленности, М., 1987. Е. Г. Зелкин.

ЛИНИИ ЗАДЕРЖКИ — устройства для временной задержки электрич. сигналов при достаточно малых искажениях их формы. Чаще всего Л. з. применяют для задержки на пост. время видеосигналов. Для задержки на время ~ 1 мкс применяют электрич. Л. з.; для более длительных задержек — акустич. Л. з. При весьма длительных задержках используют запись на магн. ленту; считывающее устройство отстоит от записывающего на расстоянии $l = ut_3$, где u — скорость движения ленты, t_3 — время задержки.

Выделяют два вида электрич. Л. з.: однородные и цепочечные. В качестве однородных Л. з. используют линии передачи (чаще всего выполненные в виде коаксиальных кабелей), в k -рых задержка обусловлена конечным временем распространения эл.-магн. колебаний со скоростью $v = c/\sqrt{\epsilon\mu} = 1/\sqrt{L_1C_1}$, где ϵ , μ — диэлектрич. и магн. проницаемости, L_1 и C_1 — погонные (т. е. на единицу длины) индуктивность и ёмкость среды распространения.

В каждой точке Л. з. между бегущими по ней волнами напряжения U и тока I выполняется соотношение $U = I\rho$, где $\rho = \sqrt{L_1/C_1}$ — волновое сопротивление линии. Типичные значения параметров Л. з., выполненной в виде коаксиального кабеля: $\sqrt{\epsilon} \approx 1,5$, $\mu = 1$, $\rho \sim 50-100$ Ом, время задержки на единицу длины $t_{31} \sim 5$ нс/м, необходимая длина Л. з. $l \sim 2 \cdot 10^8 t_{31}$ м. Для увеличения t_{31} иногда применяют спец. Л. з. с увеличенными значениями ϵ и μ .

Цепочечная Л. з. (рис.) составлена из последовательно соединённых ячеек, состоящих из индуктивностей L и ёмкостей C и образующих фильтр ниж. частот. Задержка в таких Л. з. обусловлена развитием переходного процесса. Переходный процесс проявляется на выходе в виде сначала очень медленного (предвестник импульса), а затем быстрого (сам импульс) нарастания сигнала с задержкой относительно входного импульса на время $t_3 \approx n\sqrt{LC}$, где L , C — параметры ячеек, n — число ячеек. Частотные характеристики цепочечной Л. з., согласованной на конце, т. е. нагруженной на волновое сопротивление $\rho = \sqrt{L/C}$, приближаются к характеристикам линии передачи лишь в пределах полосы частот $\Delta\omega_c = 1/\sqrt{LC}$. В этой же полосе должна располагаться осн. энергия задерживаемых импульсов,