Кроме магнитного поля, на заряды, причем как на движущиеся, так и на неподвижные, действует еще электрическое поле. Электроны в неподвижном проводнике приводятся в движение электрическим полем и это поле непосредственно порождается меняющимся магнитным полем. Тем самым утверждается новое фундаментальное свойство поля: изменяясь во времени, магнитное поле порождает электрическое поле. К этому выводу впервые пришел Дж. Максвелл.

Сущность явления электромагнитной индукции в неподвижном проводнике состоит не столько в появлении индукционного тока, сколько в возникновении электрического поля, которое приводит в движение электрические заряды.

Электрическое поле, возникающее при изменении магнитного поля, имеет совсем другую природу, чем электростатическое. Оно не связано непосредственно с электрическими зарядами, и его линии напряженности не могут на них начинаться и кончаться. Они вообще нигде не начинаются и не кончаются, а представляют собой замкнутые линии, подобные линиям индукции магнитного поля. Это так называемое вихревое электрическое поле:

Чем быстрее меняется магнитная индукция, тем больше напряженность электрического поля. Согласно правилу Ленца при возрастании магнитной индукции  (Δ*t*Δ*B*​>0) направление вектора напряженности *E* электрического поля образует левый винт с направлением вектора магнитной индукции *B*. Это означает, что при вращении винта с левой нарезкой в направлении линий напряженности электрического поля поступательное перемещение винта совпадает с направлением вектора магнитной индукции.

Напротив, при убывании магнитной индукции  (Δ*t*Δ*B*​<0) направление вектора напряженности *E* образует правый винт с направлением вектора *B*.

Направление силовых линий напряженности *E* совпадает с направлением индукционного тока. Сила, действующая со стороны вихревого электрического поля на заряд q (сторонняя сила), по-прежнему равна *F*=*qE*. Но в отличие от случая стационарного электрического поля работа вихревого поля по перемещению заряда q на замкнутом пути не равна нулю. Ведь при перемещении заряда вдоль замкнутой линии напряженности электрического поля работа на всех участках пути имеет один и тот же знак, так как сила и перемещение совпадают по направлению. Работа вихревого электрического поля при перемещении единичного положительного заряда вдоль замкнутого неподвижного проводника численно равна ЭДС индукции в этом проводнике.

Особенно большого числового значения индукционные токи достигают в массивных проводниках, из-за того, что их сопротивление мало.

Такие токи, называемые токами Фуко по имени исследовавшего их французского физика, можно использовать для нагревания проводников. На этом принципе основано устройство индукционных печей, например используемых в быту СВЧ-печей. Однако во многих устройствах возникновение токов Фуко приводит к бесполезным и даже нежелательным потерям энергии на выделение тепла.

При быстром изменении магнитного поля в обычном ферромагнетике возникают индукционные токи, магнитное поле которых, в соответствии с правилом Ленца, препятствует изменению магнитного потока в сердечнике катушки. Из-за этого поток магнитной индукции практически не меняется и сердечник не перемагничивается. В ферритах вихревые токи очень малы, поэтому их можно быстро перемагничивать.