

621.315.592

ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПАС НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ ХОЛЛА ИЗ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

Г.А.ГАДЖИЕВ, С.Г.ГАДИРОВ, В.Г.МАМЕДОВ, А.Ш.ХИДИРОВ

*Азербайджанское Национальное Аэрокосмическое Агентство
370007, Баку, пр.Азадлыг 159*

На основе датчиков Холла из эпитаксиальных слоев InSb разработан электронный компас с цифровым выходом информации и с точностью определения курса в 1° .

Высокая чувствительность датчиков Холла (ДХ), быстродействие, малые габариты и энергетические затраты, простота конструкции, надежность в работе делают их перспективными для широкого промышленного и научного использования. При этом гальваномагнитные датчики могут быть использованы не только в качестве первичных преобразователей магнитной индукции при прямых или косвенных измерениях магнитных полей, но и положены в основу целого ряда различных устройств электромеханики, измерительной и вычислительной техники.

Настоящая работа посвящена разработке электронного компаса с цифровым выходом и с точностью определения курса в 1° на основе ДХ из эпитаксиальных слоев антимонида индия. Ранее нами было разработано устройство для определения азимута относительно выбранного направления на север [1]. Основные принципы построения этого устройства использованы в данной работе. В настоящее время электронный компас совершенствуется с целью уменьшения габаритных размеров, потребляемой мощности, работы прибора с автономным питанием, с применением эффективной схемы для компенсации магнитной девиации и настройки компаса.

Принцип работы электронного компаса (ЭК) основан на гальваномагнитном эффекте. Создание компактного прибора с высоким быстродействием и точностью стало возможным за счет применения в качестве первичных преобразователей магниточувствительных элементов, а именно специальных крестообразных датчиков Холла с встроенными концентраторами магнитной индукции.

Датчики Холла размерами $2,5 \cdot 2,5 \cdot 0,3 \text{ мм}^3$ были изготовлены на основе гетероэпитаксиальных структур антимонида индия по планарной технологии (Рис.1). Эпитаксиальные слои антимонида индия толщиной $5 \div 10 \text{ мкм}$ были выращены в кристаллографическом направлении $[100]$ на полуизолирующей подложке арсенида галлия. Толщина полуизолирующей пленки составляла 350 мкм . Для уменьшения общей толщины ДХ применялась шлифовка или химико-динамическое травление подложки из полуизолирующего арсенида галлия.

Средняя чувствительность и максимальное значение управляющего тока составляли $7 \div 10 \text{ В/АТл}$ и $100 \div 150 \text{ мА}$, соответственно.

Применив концентраторы потока магнитной индукции, двух стержней из пермаллоя (марка 78Н) длинами по 50 мм и поперечными сечениями $2 \cdot 2 \text{ мм}^2$, удалось увеличить чувствительность ДХ примерно в 50 раз, что было достаточно для определения азимута с точностью в 1° . Коэффициент усиления концентратора зависит от магнитной проницаемости стержней, от их геометрических размеров, а также от величины воздушного зазора между стержнями, в которой помещается ДХ [2]. Следует отметить, что при соответствующем выборе этих параметров для коэффициента усиления концентратора достижимы значения $500 \div 600$ [2].

ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПАС НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ ХОЛЛА
ИЗ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

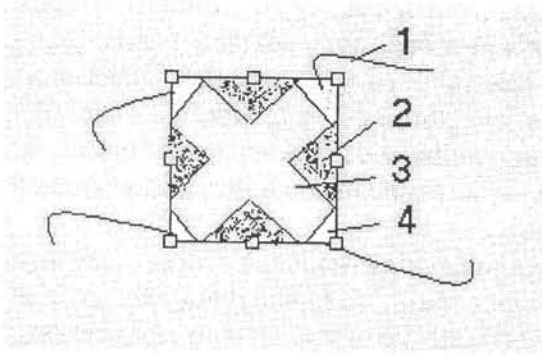


Рис.1.

Крестообразный датчик Холла.
1-выводы, 2-полуизолирующая пленка из GaAs,
3-активный эпитаксиальный слой из InSb,
4-контактные площадки.

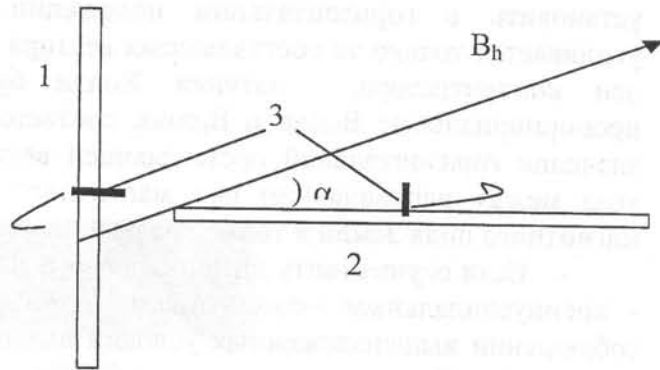


Рис.2.

Расположение магнитных зондов в
электронном компасе. 1,2 - магнитные
зонды, 3 - датчики Холла.

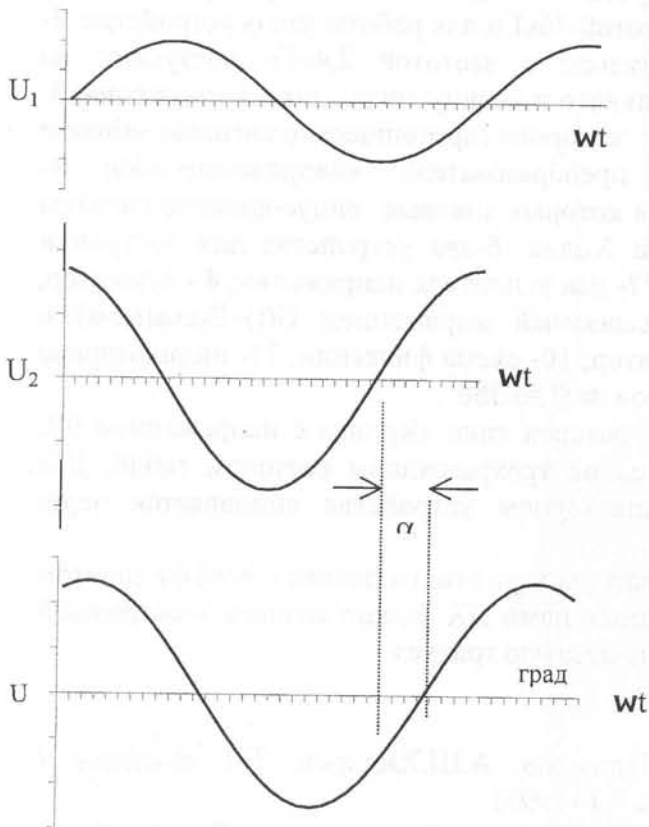


Рис.3.

Временные диаграммы сигналов
 $U_1(t)$, $U_2(t)$, $U(t)$ для случая $\alpha = 30^\circ$.

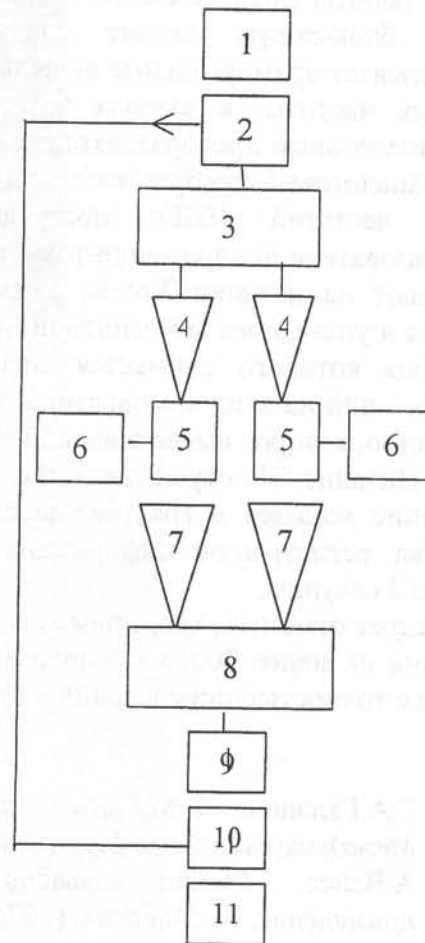


Рис.4.

Блок-схема электронного компаса.

В состав электронного компаса входят два магнитных зонда, оси которых располагаются строго перпендикулярно друг другу (Рис.2). Магнитный зонд представляет собой систему, состоящую из двух концентраторов и датчика Холла, помещенного между ними [3]. Для механической прочности вся система помещается в немагнитную трубку и

герметизируется. При измерении азимута плоскость расположения зондов необходимо установить в горизонтальном положении. Тогда, учитывая, что концентратором усиливается только та составляющая вектора магнитной индукции, которая параллельна оси концентратора, датчики Холла будут давать непосредственно показания пропорциональные $B_h \sin \alpha$ и $B_h \cos \alpha$, соответственно для зондов 1 и 2 (Рис.2), где B_h - значение горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли, α - угол между направлением оси магнитного зонда 2 и горизонтальной составляющей магнитного поля Земли в точке, где расположен компас.

Если осуществить питание первого ДХ синусоидальным $\sim \sin \omega t$, а второго датчика - косинусоидальным $\sim \cos \omega t$ токами одинаковой частоты и амплитуды, тогда при соблюдении вышеизложенных условий выходные сигналы датчиков можно представить следующим образом:

$$U_1(t) \sim B_h \sin \omega t \sin \alpha \quad \text{и} \quad U_2(t) \sim B_h \cos \omega t \cos \alpha$$

Далее, если суммировать выходные сигналы датчиков, имеем :

$$U(t) = U_1(t) + U_2(t) \sim B_h \cos(\omega t - \alpha).$$

Как видно, суммарный сигнал $U(t)$ имеет ту же частоту, что и выходные сигналы, но его фаза сдвинута относительно сигнала $U_2(t)$ на угол, равный азимуту α . На Рис.3 представлены зависимости $U_1(t)$, $U_2(t)$ и $U(t) = U_1(t) + U_2(t)$ для случая $\alpha = 30^\circ$. Значит, определяя сдвиг фазы $U(t)$ относительно $U_2(t)$, определяем азимут α . Это и положено в основу работы предлагаемого компаса, блок-схема которого представлена на Рис.4. В состав блок-схемы входят следующие узлы: 1- задающий генератор, который вырабатывает прямоугольные импульсы с частотой 36кГц для работы узлов устройства; 2- делитель частоты, с выхода которого импульсы с частотой 2,4кГц поступают на цифроаналоговый преобразователь синусоидального и косинусоидального напряжения; 3- цифро-аналоговый преобразователь, с выхода которого гармонические сигналы $\sim \sin \omega t$ и $\sim \cos \omega t$ частотой 100Гц поступают на преобразователи «напряжение-ток»; 4- преобразователи «напряжение-ток», с выходов которых токовые синус-косинус сигналы поступают на датчики Холла; 5- два датчика Холла; 6- два устройства для настройки компаса и уничтожения магнитной девиации; 7- два усилителя напряжения; 8 - сумматор, с выхода которого снимается сигнал, описываемый выражением $U(t) \sim B_h \cos(\omega t - \alpha)$ и поступающий на вход компаратора; 9- компаратор; 10- схема фиксации; 11- индикаторное устройство, которое высвечивает значения углов от 0 до 360° .

Питание ЭК осуществляется через две батареи типа «Крона» с напряжением 9В. Показание компаса в градусах высвечиваются на трехразрядном световом табло. Для удобства регистрации информация на индикаторном устройстве обновляется через каждые 2 секунды.

Следует отметить, что, применяя концентраторы магнитного потока с коэффициентом усиления не менее 200, на основе разработанных нами ДХ можно создать электронный компас с точностью определения курса в одну десятую градуса.

1. Г.А.Гаджиев, Ф.М.Гаджи-заде, Д.Б.Меджидов, А.Ш.Хидиров, *Тез. докладов I Международной конференции*, Барнаул, ч.1 (1993)
2. А.Вайсс, *Физика гальваномагнитных полупроводниковых приборов и их применение*, М.: Энергия, (1974) 384.
3. Гаджиев Г.А., Хидиров А.Ш., Юрьева Г.А., Марданова Ш.А., Гасанова Г.М., *Зонд для измерения магнитного поля Земли. Сообщения НПО Космических исследований*, Баку: Элм, (1989) 223.

**InSb EPİTAKSİAL LAYLI HOLL VERİJİLƏRİ ƏSASINDA
ELEKTRON KOMPAS**

H.A.HAJIYEV, S.G.QƏDİROV, V.Q.MƏMMƏDOV, A.Ş.XİDİROV

Yarımozolyator GaAs altlığı üzərində göyərdilmiş 5÷10mkm qalınlıqlı InSb–un epitaksial layları əsasında həssaslığı 7÷10V/ATI və idarəediji jərəyanın şiddəti 100÷150mA olan Holl verijiləri hazırlanmışdır. Məqalədə maqnit sahəsi induksiyasının konsentratörlerini tətbiq etməklə bu verijilər əsasında hazırlanmış elektron kompasın iş prinsipi, blok-sxemi və texniki xarakteristikaları verilmişdir.

ELEKTRON COMPASS ON THE BASE HALL TRANSDUCERS OF InSb EPITAXIAL LAYERS

H.A.HADJIEV, S.G.GADİROV, V.G.MAMEDOV, A.SH.KHİDİROV

Hall transducers were developed on the base of InSb epitaxial layers with width 5÷10mcm that were grown up on the half-isolation GaAs substrate. Sensitivity and amperage of managing current were equal 7–10V/ATI and 100÷150mA accordingly.

Technical characteristics of electron compass developed on the base of these transducers by using the concentrators of magnetic field were described.

Редактор: А.Даилов